



Учредитель  
Общероссийская  
общественная организация  
**«Российское научное  
общество специалистов  
по рентгенэндоваскулярной  
диагностике и лечению»**  
www.endovascular.ru

**Адрес:** 119119, Москва,  
Ленинский пр-т, 42, к. 1  
**Телефон:** +7 (495) 938-73-87  
**E-mail:** journal@endovascular.ru  
info@endovascular.ru

Свидетельство о регистрации средства  
массовой информации  
ПИ № ФС77-55413 от 17.09.2013 г.

Все права защищены.

Ни одна часть данного издания  
не может быть воспроизведена или  
использована в какой-либо форме,  
включая электронную или какие-либо  
иные способы воспроизведения  
информации, без предварительного  
письменного разрешения  
правообладателя, за исключением  
случаев краткого цитирования  
в научных статьях

Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламных материалов

#### Ответственные секретари

Стаферов А.В.,  
Жолковский А.В.

#### Зав. редакцией

Зазулин М.В.  
**Телефон:** (499) 236-99-76  
**E-mail:** mixail.zazulin@yandex.ru

#### Литературный редактор, корректор

Москвичева А.Н.

#### Компьютерная верстка и обработка графического материала

Непогодина М.В.

Номер подписан в печать 21.03.2018

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 11,0

Усл. печ. л. 10,8

Уч.-изд. л. 9,3

Печать офсетная

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в НМИЦССХ

им. А.Н. Бакулева МЗ РФ  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 8  
Тел.: 8 (499) 236-92-87

#### Подписной индекс

**АО Агентство «Роспечать» 10809**

#### Журнал индексируется:

Российский индекс  
научного цитирования

ISSN 2409-4080



9 772409 408770 >

Эндоваскулярная хирургия

2018; 5 (1): 1–88

DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1

# ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал

Выходит один раз в три месяца

Основан в 2014 г.

DOI: 10.24183/2409-4080

Журнал входит в перечень периодических научно-практических изданий,  
выпускаемых в Российской Федерации,

в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций  
на соискание ученых степеней кандидата и доктора медицинских наук  
по специальности 14.01.00 «клиническая медицина»

## 2018 • Т. 5 • № 1

### Главный редактор

АЛЕКЯН Б.Г., академик РАН (Москва)

### Зам. главного редактора

Абугув С.А., профессор (Москва)

Кавтеладзе З.А., профессор (Москва)

Протопопов А.В., профессор (Красноярск)

### Ответственные секретари

Стаферов А.В., кандидат мед. наук (Москва)

Жолковский А.В. (Ростов-на-Дону)

### Редакционная коллегия

Ганюков В.И., доктор мед. наук (Кемерово)

Гранада Х.Ф. (Нью-Йорк, США)

Кандыба Д.В. (Санкт-Петербург)

Кретов Е.И., кандидат мед. наук (Новосибирск)

Осиев А.Г., профессор (Москва)

Палеев Ф.Н., член-корр. РАН (Москва)

Пурсанов М.Г., доктор мед. наук (Москва)

Раймерс Б. (Милан, Италия)

Самко А.Н., профессор (Москва)

Федорченко А.Н., доктор мед. наук (Краснодар)

Хиджази З.М., профессор (Доха, Катар)

Читам Д.П., профессор (Колумбус, Огайо, США)

### Редакционный совет

Акчурун Р.С., академик РАН (Москва)

Барбараш Л.С., академик РАН (Кемерово)

Белов Ю.В., академик РАН (Москва)

Белозеров Г.Е., профессор (Москва)

Бокерия Л.А., академик РАН (Москва)

Борисова Н.А., профессор (Санкт-Петербург)

Гавриленко А.В., академик РАН (Москва)

Голухова Е.З., академик РАН (Москва)

Дземешкевич С.Л., профессор (Москва)

Затевахин И.И., академик РАН (Москва)

Казанчян П.О., профессор (Москва)

Караськов А.М., академик РАН

(Новосибирск)

Мазаев В.П., профессор (Москва)

Подзолков В.П., академик РАН (Москва)

Покровский А.В., академик РАН (Москва)

Порханов В.А., академик РАН (Краснодар)

Прокубовский В.И., профессор (Москва)

Рабкин И.Х., член-корр. РАН (Бостон, США)

Савченко А.П., профессор (Москва)

Сухов В.К., профессор (Санкт-Петербург)

Хубулава Г.Г., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Честухин В.В., профессор (Москва)

Чигогидзе Н.А., кандидат мед. наук (Москва)

Шахов Б.Е., профессор (Нижний Новгород)

Шляхто Е.В., академик РАН

(Санкт-Петербург)

Шнейдер Ю.А., профессор (Калининград)

Шпектор А.В., профессор (Москва)



All-Russian Public Organization  
**Russian Scientific Society  
of Endovascular Diagnostic  
and Treatment Specialists**

www.endovascular.ru

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, including electronic and/or otherwise, without the prior permission of the right owner, except a brief citation in scientific papers

We accept no responsibility for the content of advertising materials

#### Editorial Office

Leninskiy prospekt, 42-1,  
Moscow, 119119, Russian Federation  
**Tel:** +7 (495) 938-73-87  
**E-mail:** journal@endovascular.ru  
info@endovascular.ru

Printed in Bakoulev National  
Medical Research Center  
for Cardiovascular Surgery,  
Leninskiy prospekt, 8, Moscow,  
119049, Russian Federation

**The journal is indexed:**  
Russian Science Citation Index

ISSN 2409-4080



Russian Journal of Endovascular Surgery  
2018; 5 (1): 1-88  
**DOI:** 10.24183/2409-4080-2018-5-1

# ENDOVASKULYARNAYA KHIRURGIYA

## RUSSIAN JOURNAL OF ENDOVASCULAR SURGERY

Peer-reviewed scientific and practical journal

Publication frequency: quarterly

Established in 2014

**DOI:** 10.24183/2409-4080

### 2018 • Vol. 5 • No. 1

#### Editor-in-Chief

ALEKYAN B.G., Academician of RAS (Moscow)

#### Deputy Editors

Abugov S.A., Professor (Moscow)

Kavteladze Z.A., Professor (Moscow)

Protopopov A.V., Professor (Krasnoyarsk)

#### Executive Secretaries

Staferov A.V., PhD (Moscow)

Zholkovskiy A.V. (Rostov-on-Don)

#### Editorial Board

Ganyukov V.I., PhD (Kemerovo)

Granada J.F. (New York, USA)

Kandyba D.V. (Saint Petersburg)

Kretov E.I., PhD (Novosibirsk)

Osiev A.G., Professor (Moscow)

Paleev F.N., Corresponding Member  
of RAS (Moscow)

Pursanov M.G., PhD (Moscow)

Reimers B. (Milan, Italy)

Samko A.N., Professor (Moscow)

Fedorchenko A.N., PhD (Krasnodar)

Hijazi Z.M., Professor (Doha, Qatar)

Cheatham J.P., Professor  
(Columbus, Ohio, USA)

#### Advisory Board

Akchurin R.S., Academician of RAS (Moscow)

Barbarash L.S., Academician of RAS (Kemerovo)

Belov Yu.V., Academician of RAS (Moscow)

Belozero G.E., Professor (Moscow)

Bockeria L.A., Academician of RAS (Moscow)

Borisova N.A., Professor (Saint Petersburg)

Gavrilenko A.V., Academician of RAS (Moscow)

Golukhova E.Z., Academician of RAS (Moscow)

Dzemeshevich S.L., Professor (Moscow)

Zatevakhin I.I., Academician of RAS (Moscow)

Kazanchyan P.O., Professor (Moscow)

Karaskov A.M., Academician of RAS  
(Novosibirsk)

Mazaev V.P., Professor (Moscow)

Podzolkov V.P., Academician of RAS (Moscow)

Pokrovskiy A.V., Academician of RAS (Moscow)

Porkhanov V.A., Academician of RAS  
(Krasnodar)

Prokubovskiy V.I., Professor (Moscow)

Rabkin I.Kh., Corresponding Member of RAS  
(Boston, USA)

Savchenko A.P., Professor (Moscow)

Sukhov V.K., Professor (Saint Petersburg)

Khbulava G.G., Academician of RAS  
(Saint Petersburg)

Chestukhin V.V., Professor (Moscow)

Chigogidze N.A., PhD (Moscow)

Shakhov B.E., Professor (Nizhny Novgorod)

Shlyakhto E.V., Academician of RAS  
(Saint Petersburg)

Shneider Yu.A., Professor (Kaliningrad)

Shpektor A.V., Professor (Moscow)

## **ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ ХИРУРГИЯ**

«Эндоваскулярная хирургия» – ведущее научно-практическое периодическое издание в области рентгенэндоваскулярной диагностики и лечения, в котором публикуются лекции, обзоры, оригинальные статьи, клинические наблюдения, посвященные самым разным направлениям этой специальности, а также материалы по новым технологиям и дискуссионные статьи.

В состав редколлегии и редсовета входят академики и члены-корреспонденты РАН, профессора, ведущие зарубежные специалисты, представляющие как рентгенэндоваскулярную диагностику и лечение, так и сердечно-сосудистую хирургию и кардиологию, что делает журнал привлекательным изданием для практических врачей различных специальностей, ученых, преподавателей, аспирантов, ординаторов и студентов медицинских вузов.

Журнал предоставляет страницы для публикации материалов своих исследований не только опытным ученым и клиницистам, но и молодым специалистам, начинающим свою профессиональную деятельность, из всех регионов Российской Федерации, а также из-за рубежа. Он входит в перечень российских периодических научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора медицинских наук.

Редакция журнала придерживается принципов и рекомендаций Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ), Комитета по публикационной этике (COPE), Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE).

Индексируется в Российском индексе научного цитирования.

Выходит один раз в три месяца.

Публикация в журнале бесплатна.

## **ENDOVASKULYARNAYA KHIRURGIYA (Russian Journal of Endovascular Surgery)**

Russian Journal of Endovascular Surgery is a leading scientific and practical periodical in the field of endovascular diagnostics and treatment which publishes reviews, original articles, case reports dedicated to different areas of this specialty, as well as materials on new technologies and discussion articles.

The Editorial and Advisory Boards include Academicians, Corresponding Members of RAS, Professors, leading foreign specialists representing the endovascular diagnostics and treatment, as well as cardiovascular surgery and cardiology that makes the journal attractive for practitioners of different specialties, scientists, lecturers, medical students, graduate students, and residents.

The journal provides pages for the publication of research materials not only to experienced scientists and clinicians, but to young professionals as well, just starting out in their professional activities, from all regions of the Russian Federation, and from abroad. It is included in the list of peer-reviewed scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission for the publication of basic results of candidate and doctoral theses.

The journal is following publishing and journal best practices of Association of Science Editors and Publishers (ASEP), Committee on Publication Ethics (COPE), International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE).

Indexed by Russian Science Citation Index.

Published quarterly.

Publication in the journal is free.

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

От редакции

5 Editorial

*История эндоваскулярной хирургии**History of endovascular surgery*

**Мизин А.Г.** Некоторые истории первых экспериментов по катетеризации сердечно-сосудистой системы

**Mizin A.G.** Some stories of the first experiments on cardiovascular catheterization

6

*Обзоры**Reviews*

**Бабичев К.Н., Кандыба Д.В., Савелло А.В., Свистов Д.В.** Целенаправленная эмболизация артериовенозных мальформаций головного мозга

**Babichev K.N., Kandyba D.V., Savello A.V., Svistov D.V.** Target embolization of brain arteriovenous malformations

20

**Анисимов К.В., Манчуров В.Н., Скряпник Д.В., Шамалов Н.А., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В.** Технические аспекты эндоваскулярного лечения ишемического инсульта

**Anisimov K.V., Manchurov V.N., Skrypnik D.V., Shamalov N.A., Vasil'eva E.Yu., Shpektor A.V.** Technical aspects of endovascular treatment for ischemic stroke

30

**Кочергин Н.А., Кочергина А.М., Ганюков В.И., Окунев И.М., Барбараш О.Л.** Оптическая когерентная томография при проведении чрескожных коронарных вмешательств. Обзор литературы и клинический пример

**Kochergin N.A., Kochergina A.M., Ganyukov V.I., Okunev I.M., Barbarash O.L.** Optical coherence tomography during percutaneous coronary interventions. A review and a clinical case

43

*Оригинальные статьи**Original articles*

**Володюхин М.Ю., Хасанова Д.Р., Дёмин Т.В., Хайруллин Р.Н., Загидуллин Б.И., Мусин Ш.Г., Шарафутдинов М.Р.** Шкала ПРЕВИЗ для прогнозирования клинического исхода применения рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока

**Volodyukhin M.Yu., Khasanova D.R., Demin T.V., Khayrullin R.N., Zagidullin B.I., Musin Sh.G., Sharafutdinov M.R.** The PREVIZ scale to predict the clinical outcome of the use of endovascular methods to restore cerebral blood flow

50

**Юлдашев Н.П., Гил Р., Бил Я.** Биорассасывающиеся каркасы ABSORB BVS и стенты с лекарственным покрытием у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца: сравнительный анализ с 12-месячным наблюдением

**Yuldashev N.P., Gil R.J., Bil J.** Absorb bioresorbable vascular scaffolds and drug-eluting stents in patients with various forms of coronary heart disease: comparative analysis with a 12-month observation

58

**Водянов И.С., Лившиц М.В., Бобков Ю.А., Трунин И.В., Скрюберт В.С.** Оценка эффективности предоперационной эмболизации воротной вены правой доли печени у пациентов с злокачественными опухолями печени

**Vodyanov I.S., Livshits M.V., Bobkov Yu.A., Trunin I.V., Skrubert V.S.** Assessment of preoperative right portal vein embolization efficiency in patients with malignant liver tumors

67

*Клинические наблюдения**Case reports*

**Иванов В.А., Базанов И.С., Жариков С.Б., Иванов А.В., Кузнецов А.А., Поляков И.И., Цымбал Е.В., Гасанова А.Г.** Реканализация и стентирование аутоартериально-секвенциального аортокоронарного шунта по предварительным данным мультиспиральной компьютерной томографии

**Ivanov V.A., Bazanov I.S., Zharikov S.B., Ivanov A.V., Kuznetsov A.A., Polyakov I.I., Tsybal E.V., Gasanova A.G.** Recanalization and stenting of autoarterial-sequential aortocoronary bypass using preliminary data of multislice computed tomography

71

**Григор'ян А.М., Амбарцумян Г.А., Ахобеков А.А., Альбицкая Е.В.** Закрытие открытого овального окна у пациентки, перенесшей острое нарушение мозгового кровообращения на ранних сроках беременности

**Grigor'yan A.M., Ambartsumyan G.A., Akhobekov A.A., Al'bitskaya E.V.** Patent foramen ovale closure in a patient with acute cerebral circulation disorder during the early stages of pregnancy

79

Правила для авторов

83 Guide for authors

### От редакции

*В этом номере мы публикуем статью А.Г. Мизина, посвященную истории катетеризации. Сразу хотелось бы подчеркнуть, что это совершенно другой взгляд на, казалось бы, столь хорошо знакомое событие – первую катетеризацию сердца у человека. Вроде бы мы всё про это знаем: Вернер Форсман – сестра Линда – венесекция – зеркало – рентгеновский аппарат – изгнание и временное забвение... Но Алексею Геннадьевичу удалось найти огромное количество подробностей, которые, по крайней мере для меня, оказались совершенно неожиданными. Автор обнаружил, что первые прижизненные катетеризации крупных сосудов были выполнены не просто раньше Форсмана, но раньше чуть ли не на 50 лет. И в начале нулевых годов прошлого века группа немецких ученых осуществила серию катетеризаций крупных вен.*

*Алексей Геннадьевич подробно изучил и биографию Форсмана и упоминает о его характерологических особенностях, а также о заигрываниях с нацистским режимом. Надо ли нам знать об этом? Принижает ли это значение открытия Форсмана?*

*Кто из нас в детстве не увлекался Хемингуэем? Уж я точно был его глубочайшим поклонником. Поэтому с восторгом встретил книгу Олдриджа (опубликованную, кажется, в журнале «Иностранная литература») о дружбе и непростых отношениях автора «По ком звонит колокол» с другим большим писателем и человеком – Фицджеральдом. Помню всю глубину своего разочарования, когда выяснилось, что мой кумир – довольно сложный и неоднозначный человек. И как-то колокол в глубине моей души стал звонить менее громко... Зато я открыл для себя Фицджеральда, которого раньше практически не знал, и с упоением погрузился в мир его довольно романтической литературы. Что интересно, в этом случае мне легко удалось отделить личность автора от его героев. Вспомним, что О. Генри был мошенником и растрафчиком денежных средств, Марк Твен невероятно много курил и ненавидел церковь, про Чайковского уж совсем умолчим... Надо ли нам знать подробности жизни своих кумиров? Не знаю, но, с моей точки зрения, важно иметь такую возможность. Это как свободы. Ими не обязательно пользоваться, но иметь такую возможность жизненно необходимо.*

*История эндоваскулярной хирургии вообще напичкана случайностями, осложнениями, ситуациями, в которых методики применялись вопреки логике. Как мы все помним, Дос-Сантос случайно пунктировал аорту, Соунс случайно попал в коронарную артерию, а опыты Грюнцига на трупах сопровождалась критическими разрушениями атеросклеротических бляшек без особого восстановления просвета сосуда. Тем не менее именно эти осложнения и случайности привели к созданию одной из самых быстроразвивающихся отраслей медицины. И мне кажется, что для того, чтобы двигаться вперед, мы должны больше знать о том, как именно создавались все эти сложные методы, а также о тех людях, которым удалось это совершить.*

*Редакция не изучала источники, которыми пользовался уважаемый Алексей Геннадьевич и, естественно, не несет ответственности за этот альтернативный взгляд на исторические события. Но мы знаем доктора Мизина как очень скрупулезного и ответственного исследователя и с большим удовольствием делимся с читателями его версией нашей с вами общей истории.*

С.А. Абузов



*История эндоваскулярной хирургии*

© Мизин А.Г., 2018

УДК 616.1-089.819.1:616-092.4(091)

**НЕКОТОРЫЕ ИСТОРИИ ПЕРВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
ПО КАТЕТЕРИЗАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ***Мизин А.Г.*БУ Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Окружная клиническая больница»,  
ул. Калинина, 40, Ханты-Мансийск, 628012, Российская ФедерацияМизин Алексей Геннадьевич, специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению,  
orcid.org/0000-0002-7189-115X

В работе предпринята попытка разобраться в событиях, послуживших отправными точками в развитии рентген-эндоваскулярных методов диагностики и лечения. Рассмотрен спорный вопрос о том, кто же в действительности положил начало эндоваскулярным лечебным манипуляциям в XX веке. Основная часть статьи посвящена биографии и научной деятельности известного немецкого хирурга Вернера Форсмана, которого многие считают основоположником метода катетеризации сердца. Упомянуты известные хирурги, с которыми доводилось работать Форсману, а также основные существовавшие на тот момент научные работы, представлявшие интерес для исследователя. Исторический материал изучен на основе различных источников (биографических и автобиографических книг, монографий, статей в научных журналах, интернет-ресурсов) и помогает разобраться в подробностях знаменитого эксперимента, который Форсман провел на самом себе и который предопределил рождение всей инвазивной кардиологии.

**Ключевые слова:** история медицины; Вернер Форсман; катетеризация сердца; эндоваскулярная хирургия.

**Для цитирования:** Мизин А.Г. Некоторые истории первых экспериментов по катетеризации сердечно-сосудистой системы. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 1 (5): 6–19. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-1-5-6-19

**Для корреспонденции:** Мизин Алексей Геннадьевич, E-mail: mizin1@yandex.ru

**SOME STORIES OF THE FIRST EXPERIMENTS  
ON CARDIOVASCULAR CATHETERIZATION***Mizin A.G.*

District Clinical Hospital, Khanty-Mansiysk, 628012, Russian Federation

Mizin Aleksey Gennad'evich, Endovascular Surgeon, orcid.org/0000-0002-7189-115X

The work attempts to make out more detailed understanding of the events that served as a starting point in the development of endovascular methods of diagnosis and treatment. The controversial question of who actually initiated the endovascular therapeutic procedures in the 20th century is considered. The main part of the article is devoted to the biography and scientific activities of the famous German surgeon Werner Forssmann, whom many consider the founder of the cardiac catheterization method. The well-known surgeons, with whom Forssmann worked, as well as the main scientific works being of interest to the researcher and existing at that time are mentioned. Historical material is derived from various sources (biographical and autobiographical books, monographs, articles in scientific journals, Internet resources) and helps to understand the details of the famous experiment, which Forssmann undertook on himself and which determined the birth of the whole invasive cardiology.

**Keywords:** history of medicine; Werner Forssmann; cardiac catheterization; endovascular surgery.

**For citation:** Mizin A.G. Some stories of the first experiments on cardiovascular catheterization. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 1 (5): 6–19. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-1-5-6-19

**For correspondence:** Aleksey G. Mizin, E-mail: mizin1@yandex.ru

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Received October 25, 2017  
Accepted November 1, 2017

Не могу точно объяснить, почему я заинтересовался историей эндоваскулярной хирургии и катетеризации сердца. Специально такой цели я для себя никогда не ставил. Может быть, мне показалось странным то, что из моногра-

фии в монографию, из статьи в статью почти без изменений переходит очень краткая история про первые опыты, проведенные на себе немецким врачом Вернером Форсманом (Werner Forssmann). Может быть, однажды мне случайно

попалось несколько другое описание тех событий и меня сильно удивило отсутствие в отечественной литературе попыток подробнее изложить судьбу людей, начинавших дело, продолжению которого мы с коллегами и наши учителя посвятили свои жизни. Весь материал для этой работы собран из статей, опубликованных в самых разных медицинских журналах, из доступных монографий, в которых анализируется история развития данного метода. Часть информации о героях этого небольшого исторического эссе получена и из немецкоязычной части Википедии.

Считаете ли вы, уважаемые читатели, историю медицины научной дисциплиной или нет, в любом случае предлагаемый вашему вниманию текст ни в коей мере нельзя назвать исследовательской работой. Автор не является специалистом ни по одной исторической дисциплине и не претендует ни на что, кроме роли рассказчика, чуть более глубоко познакомившегося с обсуждаемой темой.

\*\*\*

В отечественных монографиях по рентгенэндоваскулярной хирургии, ангиографии и катетеризации сердца неоднократно, с разной степенью детализации фактов и некоторых драматических эпизодов, упоминался эксперимент самоотверженного молодого немецкого врача Вернера Форсмана (рис. 1), который в 1929 г. впервые с исследовательской целью ввел себе в сердце через вены руки мочеточниковый катетер [1–3]. Это событие считается поворотным моментом, давшим старт всей инвазивной кардиологии. Форсман не только успешно провел опасный эксперимент на себе, но и впослед-

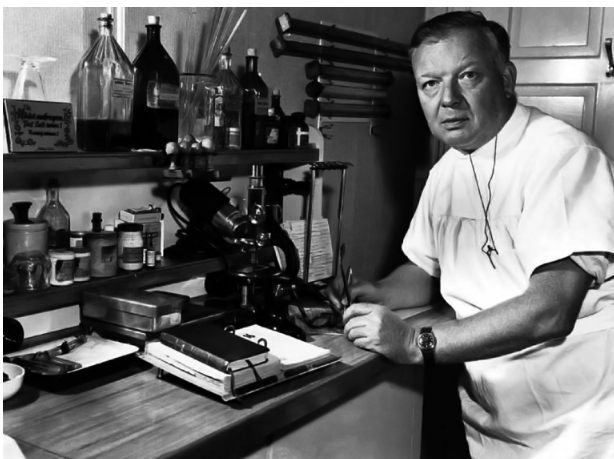


Рис. 1. Вернер Форсман (1904–1979)

ствии получил награду за этот смелый поступок: как известно, он был включен в группу ученых, удостоившихся Нобелевской премии в 1956 г.

У наблюдательного читателя может возникнуть несколько вопросов, в которых захотелось внимательнее разобраться и автору данной статьи. Каковы истоки этого эксперимента? То есть что побудило в общем-то совсем начинающего врача заинтересоваться катетеризацией во времена, когда и очень опытные ученые табуировали любое инвазивное вмешательство в сердце живого человека? Как в действительности происходили события? Разные источники по-разному описывают поступки участников и степень их вовлеченности в эксперимент. Сам эксперимент и реакция на него известных врачей, так или иначе повлиявших на судьбу Форсмана, обросли легендами, с которыми автор не раз сталкивался на дискуссионных площадках современных профессиональных интернет-сообществ. Какой это был человек, врач и ученый – Вернер Форсман? Как сложилась его судьба? Каким образом ужасные события XX века повлияли на него? Как нам относиться к его участию в жизни общества, потерявшего в 30–40-е гг. прошлого столетия многие гуманистические ориентиры? Несмотря на то что премии, даже значительные, являются не мерой истинного масштаба таланта, а лишь временным признанием со стороны профессионального сообщества, Нобелевские медали в общественном сознании стали занимать очень значительное место. Поддаваясь этой моде, автор поставил перед собой задачу понять, каким образом через 27 лет после небольшой публикации на немецком языке признанные ученые решили так высоко оценить первые научные опыты молодого врача.

\*\*\*

Эксперименты, поставленные врачами на себе, случались нередко, заканчивались по-разному и иногда получали очень высокие оценки в профессиональной среде. В недавнем исследовании А.В. Weisse [4] проанализированы все такие события, известные науке начиная с 1800 г. За 200 лет опубликованы результаты по крайней мере 465 подобных экспериментов, 12 исследователей получили Нобелевскую премию. Широко известна история Барри Джеймса Маршалла (Barry James Marshall), который был награжден Нобелевской премией по физиологии и медицине 2005 г. после того, как в 1984 г.

он принял внутрь культуру *Helicobacter pilori*, чтобы продемонстрировать, как она вызывает гастрит и язвенную болезнь желудка. Пятеро из этих нобелевских лауреатов получили премию за работу, напрямую не связанную с их исследованиями на самих себе, однако это не снижает того уважения, которое мы испытываем к самоотверженности и научному азарту исследователей. Отечественные ученые занимают в этом списке 4-е место и составляют 11% в группе таких исследователей.

Не всегда эксперименты, которые врачи проводили на самих себе, были безопасными. Иногда цена оказывалась очень высокой. Разумеется, самым явным неблагоприятным результатом является смерть ученого как прямой результат его собственного эксперимента. Восемь таких смертей известны, причем все они, кроме одной, стали результатом опытов с инфекционными агентами. В одном случае российского ученого Александра Александровича Богданова привела к смерти, вероятно, серьезная иммунологическая реакция на множественные переливания крови, которым он себя подвергал [4]. Некоторые отдаленные последствия подобных экспериментов плохо поддаются причинно-следственному анализу, но не позволяют нам полностью отвергнуть такую связь.

Где же грань между безрассудством и осмысленной готовностью рискнуть своим здоровьем во имя идеи, между наивным любопытством и настоящим исследовательским поиском? Кем в действительности были эти замечательные смельчаки – героями или чудаками? Можно попытаться чуть глубже понять это на примере жизни Вернера Форсмана и его известного на весь мир эксперимента.

\*\*\*

Существует точка зрения, что жизнь Форсмана и его работа не изучались и не документировались независимыми источниками; научное рассмотрение его биографии было фрагментарным [5]. Большая часть подробностей его жизни известна преимущественно из автобиографии [6, 7], поэтому о некоторых моментах деятельности Форсмана, и прежде всего в период прихода к власти национал-социалистов и Второй мировой войны, можно составить представление исключительно по этой его книге. Точный ход прославленного эксперимента также не до конца ясен, так как в своей статье 1929 г. и в воспоминаниях в конце жизни Форс-

ман опубликовал различные версии. Временной критерий не может помочь с выбором более достоверного варианта, поскольку в ранней статье автор мог руководствоваться вполне понятными соображениями осторожности и умалчивать о некоторых поступках своих коллег.

Как указано в немецкоязычной Википедии [5], Вернер Теодор Отто Форсман родился 29 августа 1904 г. в Берлине. Он был единственным ребенком в семье юриста Юлиуса Форсмана и его жены Эмми, домохозяйки, в девичестве Хинденберг. Семья его отца была родом из Финляндии, а мать была из пруссов. Младшая дочь Вернера Форсмана, профессор психиатрии Рената Форсман-Фальк, в своих воспоминаниях [8] уточняет, что семья ее деда происходила из Англии, Голландии, Финляндии и северо-западной России. Отец Форсмана погиб на фронте 16 сентября 1916 г. у деревни Свистельники в Галиции (ныне, вероятно, в составе села Свитанок в Галицком районе Ивано-Франковской области Украины), когда сыну было 12 лет [5]. (Российскому читателю эти бои известны по знаменитой войсковой операции «Брусилловский прорыв» и народной песне «Брала русская бригада галицийские поля» в проникновенном исполнении наших замечательных артистов Ирины Муравьевой, Льва Борисова, Олега Табакова и Юрия Никулина и др.).

Следуя пожеланию своего покойного отца, Вернер поступил в гимназию Асканиш, одну из лучших школ Берлина [8]. По некоторым сведениям, его дядя, врач по профессии, служил подростку образцом для подражания и вдохновил молодого Форсмана на занятия медициной [9]. В 1922 г. тот начал изучать медицину в берлинском Университете Фридриха Вильгельма (Berliner Friedrich-Wilhelm-Universität), сегодняшнем университете им. Гумбольдта (Humboldt-Universität zu Berlin). В состав клинической базы университета входила всемирно известная клиника Шарите (Charité) [8]. Форсман сдал выпускные экзамены в 1928 г., после чего хотел продолжить клиническое образование в университетской больнице, сегодняшней больнице Моабит (Krankenhaus Moabit). Но вакансию отдали другому врачу. По этой причине Форсман сначала стал хирургом частной женской клиники в Шпандау, но уже через три месяца искал новую работу, разочаровавшись в текущей. В 1928 г. (по другим источникам, в 1929 г.) он занял место начинающего врача-хирурга в клинике Августы Виктории (Auguste-Victoria-Klinik),



сегодняшней больнице Вернера Форсмана (Werner-Forßmann-Krankenhaus), в Эберсвальде. Там он работал под руководством ведущего хирурга клиники Ричарда Шнайдера (Richard Schneider), вскоре значительно повлиявшего на судьбу молодого врача [5, 8, 10]. Эберсвальде был провинциальным городком примерно в 45 км к северо-востоку от Берлина. (Для нас этот город примечателен еще тем, что в 1947–1949 гг. вместе с отцом, служившим там в гарнизоне советских войск, жил подросток Володя Высоцкий — учился в школе, занимался музыкой, воспитывал мужской характер в первых мальчишеских дворовых потасовках.)

Больница в Эберсвальде была дополнительной клинической базой учебной программы известного на весь мир хирурга, профессора Эрнста Фердинанда Зауэрбруха (Ernst Ferdinand Sauerbruch) (рис. 2), который внес революционный вклад в хирургию сердца. В 1903 г. во время запланированной операции по поводу констриктивного перикардита возникло опасное кровотечение из не выявленной ранее аневризмы сердца. С кровотечением хирургу удалось справиться, несмотря на существовавшие в то время предубеждения. Зауэрбрух, за работой которого наблюдали многочисленные ученики, ушил поврежденную аневризму, после чего пациентка поправилась [11]. Таким образом, одному из пионеров кардиоторакальной хирургии предстояло встретиться с основоположником инвазивной кардиологии Вернером Форсманом и, как это не раз бывало в последующем между представителями этих специальностей, такие контакты часто носили характер сложного чередования совместной работы и жесткого противостояния. (Многим из нас не раз доводилось наблюдать такие коллизии и среди менее значительных персон современности.) Фердинанд



Рис. 2. Фердинанд Зауэрбрух (1875–1951)

Зауэрбрух — очень противоречивая фигура в истории XX века. Впоследствии он стал главным хирургом Третьего рейха. По легендам, Зауэрбрух успешно удалил зуб Ленину, которого увидел с раздутой щекой на одной из своих лекций задолго до русской революции 1917 г., а в 1940 г. (к сожалению, тоже удачно) удалил опухоль гортани Гитлеру [12].

\*\*\*

Вскоре после начала работы в клинике Августы Виктории Вернер Форсман решил изучить возможности катетеризации сердечных камер [10]. Что побудило его к этому? Вот как он сам пишет об этом в первой своей публикации:

*«Во многих чрезвычайных ситуациях пациентом может угрожать остановка сердечной деятельности из-за болезни сердца, осложнений анестезии или после отравлений, что иногда требует немедленного лечения. В таких случаях единственным средством спасения являются внутрисердечные инъекции, с помощью которых жизнь может быть восстановлена. Тем не менее внутрижелудочковая инъекция всегда будет оставаться опасным мероприятием, так как прокол стенки сердца может привести к повреждению коронарных сосудов и гемоперикарду. Прокол грудной клетки может закончиться смертельным пневмотораксом. Такие риски, скорее всего, заставят врача отложить внутрисердечную инъекцию до последнего момента, и он может потерять самое ценное время для прямой доставки лекарств в сердце. Эти соображения побудили меня искать новый метод, с помощью которого можно было бы получить безопасный доступ к сердцу, поэтому я решил начать изучение правых камер сердца через венозную систему. После успешных испытаний на трупе я осуществил первое исследование на живом человеке в виде эксперимента на себе» [13].*

Желая проверить свою теорию, Форсман представил проект эксперимента своему руководителю, Ричарду Шнайдеру, который категорически запретил подобные исследования. В то время считалось, что любое вторжение в сердце немедленно приведет к смерти пациента. Однако Форсман был осведомлен о работах, в которых сообщалось об инородных телах, случайно попавших или намеренно введенных в сердце животного и не приводивших к развитию каких-либо осложнений [14]. Нельзя исключить также, что Форсманом руководил исследовательский интерес к изучению внутрисердечной гемодинамики и анатомии.

К 1929 г. многие экспериментаторы уже предпринимали неоднократные попытки изучить рентгенанатомию сердечно-сосудистой системы. Контрастные препараты вводились в артерии и вены животных, в трупы людей и в живых пациентов. В 1919 г. С. Neuser выполнил первую ангиографию у живого человека, вводя йодид калия в вены руки и наблюдая под флюороскопией его прохождение по венам руки у одного пациента и по правым отделам сердца у другого [14, 15]. J.A. Sicard и J. Forestier в 1921 г. получили флебограмму пациента с помощью липиодола и затем наблюдали поступление этого контраста в сердце [14, 16]. В 1923 г. J. Verberich и S. Hirsch [14, 17] провели флебографию, используя бромид стронция, а E.D. Osborne et al. — йодид натрия [14, 18]. Первую артериографию у человека с этим же контрастом выполнил В. Brooks в 1924 г. [14, 19]. В 1923 г. С. Dunnet и А. Calm с помощью йодида натрия получили первую ангиограмму легочных артерий [14, 20]. Уже были проведены хорошо всем известные серии экспериментов португальских врачей Е. Moniz по церебральной артериографии [21, 22] и R. Dos Santos по транслюмбальной аортографии [23]. В 1920 г. в Англии был опубликован рентгенанатомический атлас сосудов человека с рисунками исследованных на трупах артерий очень хорошего качества [24]. Всего три года спустя, в 1923 г., были представлены рентгенограммы артерий живых пациентов [25]. Поэтому у молодого ученого вполне могла появиться идея ввести контраст в полости сердца и открыть новую страницу в изучении кардиальной патологии. Об этом же пишет дочь Форсмана в своей статье про отца [8], подчеркивая, что Форсман уже после первого опыта на себе обсуждал публикацию со своим руководителем Шнайдером, который и предложил написать статью в лечебной, а не диагностической парадигме в надежде предотвратить ожидаемую резко негативную реакцию авторитетных коллег. После самовольного опыта Форсмана Шнайдер разрешил выполнить катетеризацию у женщины, которая находилась в шоке и умирала от послеродового сепсиса. Идея заключалась в том, чтобы понаблюдать реакцию на внутрисердечное применение адреналина и строфантина, тем самым подчеркивая терапевтическую ценность процедуры [8, 26]. Возможно также, что сам Форсман первоначально имел в виду диагностическую пользу катетеризации, поскольку к 1929 г.

он определенно мог слышать и читать об успешных катетеризациях сердца у животных. Знал ли он о немногочисленных экспериментах на людях? Что вообще могло быть известно ученым, интересующимся данной проблемой в то время?

\*\*\*

Ровно за 100 лет до описываемых событий в уже упомянутую выше клинику Шарите пригласили на работу очень успешного хирурга Иоганна Фридриха Диффенбаха (Johann Friedrich Dieffenbach) (рис. 3). В 1830 г. он уже возглавил хирургическое отделение клиники. Знаменитый русский хирург Николай Иванович Пирогов учился у него технике операций в 1834 г. Диффенбах был виртуозным и изобретательным хирургом. Огромный опыт позволял ему импровизировать у операционного стола.

Удивительно, но первая попытка катетеризации сердца у человека была описана именно Диффенбахом — причем с лечебной целью. Из экспериментов на животных он знал, что введение инородных тел в крупные сосуды и сердце безопасно. Основываясь на теории, что больные холерой накапливают кровь в сердце, таким образом опустошая периферическое русло и перегружая сердце, Диффенбах в 1833 г. попытался выполнить первую катетеризацию сердца человека, чтобы удалить эту «лишнюю» кровь:

*«У почти умирающего пациента я открыл ... плечевую артерию в верхней трети. Кровь почти не вытекала, я ввел, как и планировал, эластичный катетер в сосуд так, чтобыхватилодлиныпримерно до сердца. Кровь из катетера не поступала. Тоны сердца стали отчетливее и быстрее, и я удалил катетер...» [27, 28].*

В другом источнике указано, что в 1831 г. Иоганн Фридрих Диффенбах пытался стимулировать



Рис. 3. Иоганн Фридрих Диффенбах (1792–1847)

вать сердечную деятельность путем механического раздражения сердечной стенки у пациента, умирающего от холеры. Данные об эксперименте Диффенбаха были опубликованы в 1834 г. и озвучены Рудольфом Вирховом в его лекциях в 1848–49 гг. [29]. Несмотря на то что операция была выполнена у умирающего пациента, а сама теория была ошибочной, по мнению известного американского кардиолога W.J. Rashkind [28], новаторство Диффенбаха в катетеризации сердца человека очевидно. Существует описание и другого эксперимента, проведенного в начале XX века, авторы которого впоследствии даже предъявили Форсману претензии, связанные с научным приоритетом в катетеризации сердца. Но подробнее об этом будет сказано ниже.

\*\*\*

Итак, что нам известно о самом эксперименте? В 1929 г., после того как Ричард Шнайдер отклонил эксперименты на пациенте, Форсман провел катетеризацию своего сердца. Подробности событий, происходивших в те дни в клинике, точно не известны, так как Форсман опубликовал различные версии. В своей автобиографии он рассказал, что обсудил эту идею с операционной сестрой Гердой Дитцен, пояснив ей все детали и предупредив о последствиях процедуры. Ее одобрение было обязательным, поскольку она отвечала за операционные инструменты, необходимые для проведения процедуры. Спустя две недели Герда согласилась и предложила свою полную поддержку. Она даже вызвалась стать первой подопытной для сердечной катетеризации [6, 7, 26].

Дальше история начинает напоминать настоящий триллер. Летним днем 1929 г. Форсман приготовился сделать венесекцию на левой руке Герды. Она хотела сесть на стул, но он объяснил, что лучше будет лечь на операционный стол из-за возможных побочных эффектов местной анестезии. Когда Герда легла на стол, Форсман крепко привязал ее ноги и руки. Незаметно для нее он ввел местный анестетик себе в левую локтевую область. Чтобы выиграть время, необходимое для анестезии, он продолжал готовить левую руку медсестры для разреза. Вскоре Форсман сделал себе венесекцию, ввел четырехфренчевый (тогда было принято обозначать в шарьерах, по имени одного парижского производителя медицинских инструментов) мочеточниковый катетер через левую кубитальную вену на 30 см и прикрыл рану стерильной

тканью. Затем он освободил правую руку Герды и попросил ее вызвать медсестру рентгенкабинета. Только тогда Герда Дитцен заметила, что катетер не в ее руке. Она испугалась и заплакала (или закричала?). Затем он полностью освободил ее и они перешли в рентгенкабинет. Ева, медсестра рентгенкабинета, провела Форсмана за флюороскоп. В этот момент коллега Форсмана Петер Ромайс вбежал в кабинет и попытался вытащить катетер из его вены. Однако Форсман не позволил это сделать [6, 7, 26].

В другой публикации пересказ воспоминаний об этом эпизоде содержит еще более сильные эмоции:

*«Вдруг Ромайс ворвался, его волосы были растрепаны: «Ты идиот, какого черта ты делаешь?» Он был очень решительно настроен вытащить катетер из моей руки. Мне пришлось дать ему несколько пинков по ноге, чтобы успокоить» [14].*

Ева держала зеркало, и Форсман мог видеть флюороскопическое изображение своей груди и левой руки. Он отметил, что катетер достиг области плечевого сустава, после чего продвинул катетер до отметки 60 см и увидел его кончик в полости правого желудочка. Положение катетера было задокументировано на рентгеновском снимке грудной клетки. Вскоре Форсман был вызван к своему очень раздраженному руководителю. Форсману, однако, удалось быстро успокоить его демонстрацией полученного изображения. После заслуженного поздравления ему было разрешено выполнить вторую катетеризацию, на этот раз у смертельно больной пациентки. Молодой ученый ввел катетер в правый желудочек пациентки без рентгенографического контроля, просто измерив расстояние по поверхности тела. Вскрытие показало точное положение катетера в правом желудочке [26].

Другой вариант событий был представлен Форсманом в его первой публикации 1929 г. Он сообщал, что венесекция была выполнена с помощью коллеги, Петера Ромайса. В этом предварительном эксперименте Форсман ввел катетер в вену примерно на 35 см, после чего его коллега остановил эксперимент, опасаясь возможных осложнений. Успешную катетеризацию своего сердца Форсману удалось выполнить только через неделю [5, 13]. Вот как он описывает это в своей статье:

*«Первый раз мой коллега выполнил пункцию моей локтевой вены большой иглой. Далее он должен был ввести мочеточниковый катетер диаметром 4 шарьера через венозную канюлю. Катетер*



был введен без сложностей на расстояние 35 см. Однако на этом этапе мой коллега посчитал, что дальнейшее введение будет слишком опасным и что мы должны прекратить эксперимент. Я вынужден был согласиться. Через неделю я провел еще один эксперимент. Я использовал местный анестетик и, поскольку оказалось слишком трудно сделать пункцию вены самому себе, сделал венесекцию в левом локтевом сгибе и ввел катетер без всякого сопротивления на его полную длину — 65 см. Это расстояние соответствовало расстоянию от левого локтя до сердца, измеренному на поверхности тела. Во время прохождения катетера я испытал лишь легкое ощущение тепла от его скольжения по стенке вены, похожее на ощущение, которое замечают во время внутривенного введения хлорида кальция. При повторных введениях катетера часто возникало препятствие по верхнему краю подключичной вены. В эти моменты я испытывал ощущение тепла позади ключицы и у основания шеи, и в то же время из-за стимуляции блуждающего нерва появлялся слегка раздражающий кашель. Я записал положения катетера, сделал рентгеновские снимки, и мог четко наблюдать продвижение катетера на флюороскопическом экране с помощью зеркала, удерживаемого для меня сестрой» [10, 13].

Расхождения в описании событий касаются только участия в них Петера Ромайса и операционной сестры Герды Дитцен. Какие у Форсмана могли быть на то причины? Вероятно, серьезные и не связанные с забывчивостью. В одной публикации [14] предложена версия событий от кого-то из коллег Форсмана (Ромайса?). Он вроде бы услышал, что Форсман только что покончил с собой, введя катетер через вену в свое сердце. Ворвавшись в комнату Форсмана, он обнаружил экспериментатора, молчащего и бледного, уставившегося в потолок, с простынями, пропитанными кровью, и катетером все еще в руке. Катетер был выдернут, но взбешенный допросом Форсман отказался объяснять, какими были его намерения — суицидальными или исследовательскими. Коллега отметил, что всегда считал Форсмана «довольно странным, своеобразным человеком, одиноким и подавленным, редко контактирующим со своими коллегами; сложно было сказать, задумчив ли он или психически болен». Первоисточник этих воспоминаний мне найти не удалось. Очень осторожно можно предположить, что между Форсманом и Ромайсом существовал длительный конфликт, который повлиял

на достоверность описаний знаменитого эксперимента обоими участниками в разные годы.

В октябре 1929 г. Форсман продолжил прохождение хирургической ординатуры в клинике Шарите в Берлине. Несколько недель спустя, 5 ноября 1929 г., его статья «О зондировании правых отделов сердца» была опубликована в журнале «Клинический еженедельник» (Klinische Wochenschrift) [13]. Внимание к эксперименту молодого врача со стороны средств массовой информации вызвало волнение в клинике. Форсман вынужден был уйти, поскольку не поставил в известность своего нового руководителя, профессора Зауэрбуха, и не получил от него разрешения на эксперимент. По крайней мере это была формальная причина его увольнения [26]. Иногда при описании этого эпизода приводят известную фразу шефа хирургии в Шарите, профессора Зауэрбуха, о том, что Форсман может читать лекции в цирке, но никогда не в уважаемом немецком университете [8]. К счастью, ему разрешили снова работать в Эберсвальде, и в январе 1930 г. Форсман вернулся к Шнайдеру. Для продолжения работы Форсман и Шнайдер связались с несколькими выдающимися врачами. Среди них были кардиолог Вильгельм Гис, прославившийся открытием пучка проводящей системы сердца, и известный хирург Август Бир. Оба они, однако, уже собирались выходить на пенсию и отказались.

Через некоторое время Форсман продолжил исследование, изучая возможности контрастирования сердца. Он предположил, что визуализация сердца может быть значительно улучшена при ангиокардиографии. С помощью Вилли Феликса (Willy Felix) (рис. 4), известного хирурга, который работал в Шарите, Форсман начал эксперименты с кроликами и собаками в городской больнице Нойкёлльна (Städtischen Krankenhaus Neukölln) [5]. Катетеры он вводил через вены шеи, затем заполнял контрастом камеры сердца. Впоследствии Форсман сделал рентгеновские снимки и продемонстрировал, что применение контрастных сред возможно и, по видимому, безвредно для животных. Во время этих исследований он катетеризировал сам себя еще девять раз, надеясь получить документированную ангиографию [8, 26]. Форсман вводил контрастный материал через катетеры диаметром 8 шарьер в собственное правое предсердие, но безрезультатно: рентгеновские изображения приемлемого качества получены не были.



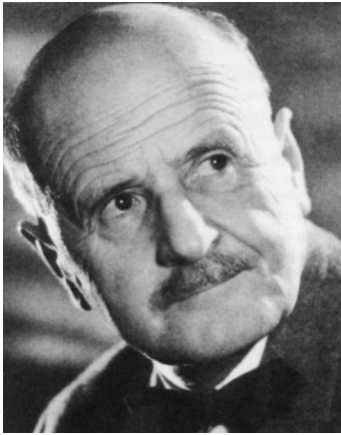


Рис. 4. Вилли Феликс (1892–1962)

Во время инъекций исследователь описывал преходящие головокружения, ощущение тепла во рту, но никаких других побочных эффектов не заметил. Он представил свои результаты перед медицинским обществом Эберсвальде 29 ноября 1930 г., а в следующем году опубликовал их в другом журнале [10]. По другим источникам, Форсман сообщил о результатах своей работы в докладе на конгрессе Германского хирургического общества в 1931 г., где продемонстрировал четырехминутную презентацию [5]. При содействии Феликса Форсман подготовил публикацию для «Мюнхенского медицинского еженедельника» (*Münchener Medizinische Wochenschrift*) [14, 30]. Как и раньше, научное сообщество демонстрировало разные реакции на эксперименты Форсмана – от смеха и недоумения до восхищения.

После того как Форсман добился успехов в контрастной ангиокардиографии, Зауэрбрух снова предложил ему должность в своей клинике, на которую тот согласился [5]. Он оставался там до конца июля 1932 г. и был уволен повторно, по некоторым сведениям из-за того, что не оправдал научных ожиданий своего руководителя. Однако его хирургические навыки были признаны, и он был рекомендован для работы в больнице города Майнца, куда прибыл 31 июля 1932 г. Эта дата имела особое значение в личной жизни исследователя, поскольку именно тогда Форсман встретил доктора Эльсбет Энгель (*Elsbet Engel*). Они поженились в 1933 г. Поскольку мужу и жене не разрешалось работать вместе, оба должны были покинуть больницу. Пара отправилась в Берлин, где Форсман начал свою карьеру в качестве уролога в больнице Рудольфа Вирхова (*Rudolf Virchow Krankenhaus*) [26]. Дочь Форсмана, Рената Форсман-Фальк, объясняет повторное увольнение

отца из Шарите загруженностью клинической работой. У него оставалось мало времени на исследования. Попытки изменить ситуацию оказались безуспешными. Так закончилась мечта об академической карьере в кардиологии, и Форсман продолжил работу в практической медицине хирургом и урологом [8].

Было и еще одно серьезное обстоятельство, повлиявшее на решение профессора Зауэрбруха уволить Вернера Форсмана из Шарите. Два очень влиятельных ученых медицинского сообщества Берлина обвинили Форсмана в плагиате идеи катетеризации сердца.

\*\*\*

Во многих отечественных и зарубежных монографиях развитие нашей специальности, условно объединяющей в России эндоваскулярную хирургию, интервенционную радиологию и инвазивную кардиологию, показано в виде отдельных векторов. Так, история ангиографии начинается с первых работ по катетеризации вен и артерий в 1920-е гг. с описанием революционных экспериментов Антониу Эгаша Мониза (*António Egas Moniz*) и Рейнальдо Дос Сантоса (*Reynaldo Dos Santos*). Внутрисердечные методы диагностики и лечения берут свое начало в самоотверженных опытах Форсмана и большой исследовательской работе американских физиологов Андре Фредерика Курнана (*André Frédéric Cournand*) и Диккинсона Вудраффа Ричардса (*Dickinson Woodruff Richards*). Эндоваскулярному лечению периферических и коронарных артерий, как считается, дали старт дерзкие идеи Чарльза Теодора Доттера (*Charles Theodore Dotter*) и Андреаса Роланда Грюнцига (*Andreas Roland Grüntzig*). Мне представляется, что история небольшого конфликта между Форсманом и двумя видными немецкими врачами позволяет выстроить один вектор или поставить общую точку отсчета, от которой взяли старт все катетерные внутрисосудистые и внутрисердечные направления в диагностике и лечении заболеваний человека. Любая система координат условна, и, вероятно, можно с успехом выстроить другую, но, на мой взгляд, она всегда должна стремиться охватить большую часть истории постепенного развития и накопления знаний и опыта в какой-либо отрасли человеческой деятельности, по возможности без значительного дробления. Тогда и рождение новых идей не будет выглядеть как чудо, а будет подчинено логике прогресса человеческой

мысли. Тогда ученые-новаторы не станут подобны небожителям, а подадут нам пример деятельного ума и сильного характера. А следовательно, и нам может быть подвластно многое.

Идею заглянуть внутрь сердечно-сосудистой системы вряд ли можно назвать очень оригинальной и имеющей одного автора. Изучение природы человека – потребность, вероятно, такая же древняя, как и сам человек. Лишь бы были под рукой необходимые инструменты. Визуализация кровеносных сосудов человека впервые была выполнена в январе 1896 г., через месяц после открытия рентгеновских лучей, когда Эдвард Хашек (Eduard Haschek) и Отто Теодор Линденталь (Otto Theodor Lindenthal) ввели так называемую смесь Тейхмана, состоящую в основном из карбоната кальция, в артерии ампутированной руки. Этот снимок был опубликован [31]. В том же 1896 г. вышла монография о применении рентгеновского излучения в хирургии, автор которой прямо указывает: «Рентгеновизуализация – это новый и доступный метод исследования кровеносных сосудов» [25].

В 1905 г. два немецких врача, Фриц Блайхрёдер (Fritz Bleichröder) и Эрнст Унгер (Ernst Unger), а также немецкий биохимик Вальтер Лёб (Walter Löb) изучали пути введения лекарственных препаратов максимально близко к пораженным органам-мишеням и выполнили, возможно одними из первых, центральные сосудистые катетеризации у человека. Блайхрёдер и Унгер провели более ста экспериментов с катетерами. После серии опытов на животных Блайхрёдер предпринял два эксперимента на себе, в процессе которых Унгер вводил катетер ему в вены руки и ноги [32, 33]. По другим источникам, Унгер провел три процедуры на Блайхрёдере, проходя катетером дважды из его базиллярной вены в подмышечную и один раз через бедренную вену в нижнюю полую. Во время одной из этих процедур у Блайхрёдера появились выраженные боли в груди, в результате чего исследователи сделали вывод, что произошла случайная сердечная катетеризация. Однако они не подтвердили положение катетера рентгеновскими снимками [14].

Блайхрёдер, Унгер и Лёб повторили этот эксперимент на трех добровольцах и безуспешно пытались вводить лекарственные препараты в центральные вены пациенту с абсцессом легкого. Возможно, из-за отсутствия документированного рентгенологического подтверждения,

а также потому, что в 1905 г. они не увидели практической пользы катетеризации, исследователи не опубликовали результаты эксперимента вовремя. В 1912 г., читая доклад на конференции медицинского общества Гуфеланда (Hufeland Medical Society) о результатах экспериментов по внутриаартериальному введению лекарств с помощью катетера, установленного через бедренную артерию на бифуркацию аорты у человека, Блайхрёдер упомянул об экспериментах 1905 г. Но когда ученые опубликовали статью о внутриаартериальной терапии у четырех пациенток с послеродовым сепсисом, они снова не смогли описать свои исследования по катетеризации человека в деталях, отметив только, что тогда использовали катетер, установленный в нижней полой вене для взятия проб крови около устьев печеночных вен для изучения метаболизма [14, 34]. К статье прилагались два комментария: комментарий о значении и областях применения работы был написан Эрнстом Унгером [35], в другом Вальтер Лёб пояснил физико-химические аспекты исследований [36].

Про Вальтера Лёба известно немного. Родился он 7 мая 1872 г. в немецком городе Эльберфельд, умер 3 февраля 1916 г. в Берлине. В период с 1898 по 1906 г. он работал преподавателем физической химии в Боннском университете, затем стал руководителем химического отдела в клинике Рудольфа Вирхова в Берлине [33]. Вероятно, он был признанным ученым. Так, в отечественных библиотеках можно найти его учебники в переводе на русский язык, опубликованные в начале прошлого века [37, 38].

Фриц Блайхрёдер (рис. 5) родился 12 января 1875 г., был немецким врачом еврейского происхождения из успешной семьи банкиров. Он начинал карьеру в Институте патологии клиники

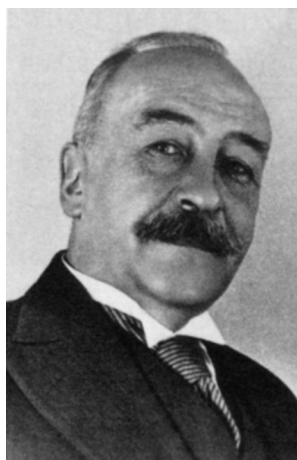


Рис. 5. Фриц Блайхрёдер (1875–1938)

Шарите в Берлине, продолжил в городской больнице для женщин (Städtische Frauenkrankenhaus) в Берлине-Кройцберге. Там он стал заместителем медицинского директора, а в 1910 г. — медицинским директором. Во время Первой мировой войны Блайхрёдер работал фронтовым врачом и был награжден Железным крестом 1-го класса [32].

Эрнст Унгер (рис. 6) — самая значительная фигура из команды трех исследователей. Он родился в Берлине 2 апреля 1875 г. в еврейской семье. В 1892 г. поступил на медицинский факультет университета Фридриха-Вильгельма в Берлине. В октябре 1905 г., вскоре после завершения обучения, Унгер начал частную хирургическую практику в Берлине. Он был успешным хирургом. Его помнят и уважают за новаторский вклад в трансплантацию органов, катетеризацию сосудов, торакальную хирургию, нейрохиргию, организацию службы донорства крови. Первое крупное достижение Унгера относится к 1909 г., когда он пересадил человеческую почку бабуину. В следующем году он сделал попытку пересадки почки молодой женщине. К началу 1910 г. Унгер провел около ста операций по пересадке почек у животных и добился четырехнедельного выживания животных после гомологичных трансплантаций [39]. Уже после экспериментов с Блайхрёдером, в 1914 г., он проводил катетер через локтевую артерию в дугу аорты и вводил столбнячный антитоксин больному столбняком [39, 40]. Вскоре после начала войны частная клиника «Унгер» стала военным госпиталем. После окончания войны Унгер вступил в период высшего профессионального признания. Он стал авторитетным членом многих научных организаций, был назначен казначеем Берлинского медицинского общества. В октябре 1919 г. Унгер получил звание профессора, а в 1920 г. был назначен директором хирургической университетской клиники. До увольнения с больничной должности в 1933 г. он опубликовал восемь различных учебников и пособий. В 1932 г. Унгер организовал первую в Германии центральную службу переливания крови [39].

Когда Вернер Форсман описал свой эксперимент в 1929 г., Эрнст Унгер сразу признал важность этого события, в отличие от других специалистов, которые либо проигнорировали, либо отвергли новый метод, однако появились некоторые разногласия [39]. Унгер обвинил Форсмана в том, что опубликованное исследо-



*Prof. Ernst Unger*

Рис. 6. Эрнст Унгер (1875–1938)

вание было копией работ Блайхрёдера, Унгера и Лёба [14]. Он написал письмо Фердинанду Зауэрбруху, научному руководителю Форсмана, и еще два письма — одно для Форсмана, другое для главного редактора журнала — с требованием немедленной коррекции [32]. После переговоров с главным редактором Вернер Форсман опубликовал короткую статью, озаглавленную «Дополнение» (Nachtrag). Там он пояснял:

*«Профессор Э. Унгер информирует меня о том, что Блайхрёдер, Унгер и Лёб опубликовали в 1912 г. тот же эксперимент, что и я, в статье «Внутриартериальная терапия», в которой они описали предварительные эксперименты по внутриартериальной катетеризации уретральными катетерами. Унгер провел катетер из вены руки к подмышечной вене, и другой — из бедренной до нижней полой вены у пяти человек, включая доктора Блайхрёдера, у которого он достиг правого желудочка сердца, учитывая длину катетера и появление резкой боли, но в публикации в то время этот последний факт авторами был опущен...»* [39, 41].

Необходимо отметить, что и через много лет в своей речи при вручении Нобелевской премии Форсман еще раз подчеркнул вклад предыдущих исследователей, никого из которых к 1956 г. уже не было в живых:

*«В 1912 г. Блайхрёдер, Унгер и Лёб опубликовали работу под названием «Внутриартериальная терапия». В то время она была направлена на специальную химиотерапию послеродового сепсиса. Для того чтобы довести препарат в максимальной возможной концентрации до места, где он был необходим, они хотели установить уретральные катетеры из бедренных артерий на бифуркацию аорты и ввести препарат. После экспериментов*



на животных они провели зондирование вен у четырех человек. Это не вызвало никаких негативных последствий» [42].

Остается неясным, почему Унгер не опубликовал случай катетеризации правого желудочка сердца, о котором упоминал в своем письме к Форсману. Вполне возможно, что операция на сердце была жестким табу в то время. Даже семнадцать лет спустя Форсману пришлось оправдывать свой эксперимент лечением угрожающих жизни состояний. Свои сосудистые интервенции Блайхрёдер и Унгер не рассматривали в кардиологическом контексте [39]. Но нет никаких сомнений, что именно Блайхрёдер, Унгер и Лёб положили начало эндоваскулярным лечебным манипуляциям в XX веке.

\*\*\*

Дальнейшие судьбы трех берлинских врачей — основоположников метода катетеризации сердечно-сосудистой системы, Блайхрёдера, Унгера и Форсмана, сложились не просто поразному, а противоположным образом, что было типично как для значительных, так и для простых граждан Европы 1930–40-х гг., особенно если они были немецкой и еврейской национальностей. Как и у других евреев, у Унгера несчастья начались 30 января 1933 г., когда президент фон Гинденбург назначил Адольфа Гитлера канцлером Германии. Национал-социалисты стали издавать законы и директивы, которые делали жизнь в Германии для евреев и других меньшинств все труднее и невозможнее. Однажды утром в марте 1933 г. штурмовые отряды вошли в госпиталь Рудольфа Вирхова и арестовали женщину, помощницу Унгера, которая была поймана за чтением прокоммунистического журнала *Die Weltbühne* («Мировая сцена»). Унгер добился ее освобождения, обратившись к фон Гинденбургу через госсекретаря Отто Мейснера, которого знал много лет. Вскоре после этого Унгер был уволен и ему запретили входить в больницу, поскольку он обошел официальные каналы, тем самым доказав свою «политическую неблагонадежность». Чтобы избежать дальнейших унижений и репрессий, Унгер мог уехать за границу, как это делали многие. Вскоре после увольнения ему даже предложили должность главного хирурга в университетской клинике Каира, но он отказался. В результате антисемитской пропаганды неуклонно снижалось число пациентов, посещавших еврейских врачей. Такие угрозы, как лишение националь-

ных страховых пособий, внесение в «черный список» пациентов, не соответствующих требованиям, дискриминация со стороны биржи труда или даже утрата разрешения на работу, в итоге привели к катастрофическим последствиям. Несколько «арийских» (нееврейских) консультантов ушли из клиники Унгера, забрав с собой пациентов. Перестали приезжать иностранные больные. Унгер больше не мог работать в клинике. Постановлением от 25 июля 1938 г. он вместе со всеми врачами-евреями был лишен лицензии на медицинскую практику, тем самым потеряв свою профессию. Ему разрешили лечить только еврейских пациентов. Оставшись без частной клиники и увидев, что вся его жизнь разрушена, Унгер посвятил все свои силы и творческие способности развитию унаследованной фермы. Она стала единственной целью, за которую он еще мог держаться перед лицом всех угроз и унижений. В августе 1938 г. доктор Унгер купил подержанный автомобиль для своей дочери Рут. В воскресенье утром 11 сентября, когда он ехал в Картлоу, правая задняя шина лопнула, автомобиль несколько раз перевернулся, Унгер был госпитализирован в районную больницу Пренцлау с переломом основания черепа. Там он умер через два дня, 13 сентября 1938 г. [39].

В 1933 г. Блайхрёдер вместе с 87 его еврейскими коллегами был исключен из Берлинского медицинского общества. В 1938 г. он тяжело заболел и умер в Берлине 8 ноября 1938 г. Был похоронен на еврейском кладбище в Берлине. Сообщается, что все мужчины-евреи были арестованы после траурной церемонии у выхода с кладбища и депортированы в концентрационные лагеря. Возможно, это событие было связано с погромами в ночь с 9 на 10 ноября 1938 г. [32]. К сожалению, Унгер и Блайхрёдер не дожили до вручения Нобелевской премии 1956 г. Но к счастью, они оба скончались за несколько месяцев до распоряжения властей, согласно которому все евреи должны были постоянно носить с собой специальное удостоверение личности с печатью «Еврей» и отпечатками пальцев.

Судьбу Форсмана можно проследить по недавно опубликованной исследовательской работе «Вернер Форсман — лауреат Нобелевской премии и его политические взгляды до и после 1945 г.» [9]. Форсман присоединился к национал-социалистической немецкой рабочей партии (Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei — NSDAP) 1 июля 1932 г. Его решение



было неудивительно, учитывая, что в общей сложности 44,8% немецких врачей стали членами NSDAP. Одной из причин тому, возможно, было ухудшение экономических условий врачей в то время. Таким образом, Форсман вступил в партию очень рано, за год до прихода Гитлера к власти, что может свидетельствовать о свободном выборе, так как он не имел никаких оснований опасаться каких-либо последствий, не вступая в партию. В то время NSDAP не была могущественной организацией. Национал-социалистический союз немецких врачей (Nationalsozialistischer Deutscher Ärztebund – NSDÄB) считался важной врачебной организацией в Третьем рейхе. С 1936 до 1946 г. 31% зарегистрированных врачей присоединились к NSDÄB, а 28% вступили и в NSDAP, и в NSDÄB. Форсман также присоединился к NSDÄB в 1933 г. Кроме того, он был членом «Штурмовых отрядов» (Sturmabteilung – SA) с 1 июня 1933 г. В то время эта организация еще не была военизированной и жесткой структурой. Высшей позицией Форсмана было звание оберфельдфебеля (Sanitätsobertroppführer), то есть по статусу он находился в середине иерархии званий. Форсман был также членом общества немецких урологов (Gesellschaft Reichsdeutscher Urologen). В своих воспоминаниях он утверждает, что ему удалось избежать участия в евгенической стерилизации, описывает эти операции как трудоемкие и скучные. Он явно не отгораживается от идеи стерилизации людей с физическими или психическими недостатками или наследственными заболеваниями, а просто подчеркивает, что ему не нравится сама операция [9].

В одном из частных писем Форсман занимает четкую позицию, соглашаясь с политикой Гитлера, а также очерняя «красных, чернокожих и евреев»; под «красными» он, вероятно, подразумевает коммунистов, а под «чернокожими» – католиков. В другом письме он упоминает о своем приходе в организацию «Немецкие христиане» (Deutsche Christen), которая представляла собой расистское и антисемитское движение с целью привести протестантизм в соответствие с нацистской идеологией. Участие Форсмана в этом движении отражает его политические взгляды в 1933 г. Его раннее членство в NSDAP, а также в других нацистских организациях, таких как NSDÄB, также указывает на близость позиции Форсмана к царившей в то время государственной идеологии. Несмотря

на согласие с нацистской политикой на ранней стадии, Форсман не принимал активного участия в убийстве людей и не играл важной политической роли в организациях. Источники за период 1934–1945 гг. не дают достаточной информации о том, изменил ли он со временем свои политические взгляды и в какой степени [9].

Форсман был призван на военную службу в 1939 г. По его собственным словам, он служил врачом во время Второй мировой войны до нападения на Польшу, после нападения на Норвегию и на Восточном фронте. В 1945 г. он попал в плен к американцам и некоторое время провел в американском лагере для военнопленных. Французской оккупационной администрацией Форсман был отнесен к четвертой категории как «последователь». В результате ему пришлось платить штрафы в размере 15% от месячной заработной платы в течение трех лет.

После 1945 г. источники более достоверны. Анализ автобиографии и переписки Форсмана с коллегами-евреями показывает, что позже он дистанцировался от нацистской идеологии. В связи с этим автор цитируемого исследования делает вывод об изменении идеологической позиции Форсмана, достаточно типичном для большей части немецких врачей того периода. После денацификации, с 1950 по 1957 г., Форсман работал урологом в больнице небольшого немецкого городка Бад-Кройцнах. После неожиданного присвоения ему Нобелевской премии в 1956 г. Вернер Форсман занял должность главного консультанта в хирургическом отделении больницы Дюссельдорфа. Умер он в Шварцвальде (земля Баден-Вюртемберг на юго-западе Германии) от инфаркта миокарда в 1979 г. [9].

\*\*\*

Вернер Форсман работал главным образом в качестве практического хирурга и уролога. Большую часть своей жизни он не принадлежал ни к одному научному коллективу. Количество научных публикаций Форсмана невелико, меньше десяти [5]. Согласно воспоминаниям дочери, он яростно осуждал трансплантацию органов и вступал в публичную полемику с ее сторонниками. Через год после того, как Кристиан Нетлинг Барнард (Christiaan Neethling Barnard) сообщил о первой успешной трансплантации сердца, Форсман подверг его резкой критике, объясняя, что эта операция настолько чудовищна, что он чувствует себя обязанным как лауреат Нобелевской премии по кардиологии выступить

против нее. В редакционной статье «Нравственные потери» он указал на наиболее спорные моменты: потребность в органах приведет к соблазну расширить понятие эвтаназии с последующими аморальными действиями, запрещенная смертная казнь в Европе может быть восстановлена, чтобы обеспечить донорскими органами нуждающихся, этика взаимоотношений врача и пациента очень сильно изменится из-за того, что врач будет действовать как целитель в одном случае и как убийца в другом, конкуренция за донорские органы приведет к произволу, желание славы испортит авторитет медицинской профессии, святость мертвого тела будет нарушена [8]. Известно также крайне негативное отношение Вернера Форсмана к эвтаназии.

Все упомянутые в данной работе исследователи жили в сложное, подчас чудовищное время. Своим самоотверженным трудом и смелыми экспериментами они вдохновили следующие поколения ученых и врачей на поиск новых эффективных способов диагностики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы с помощью катетеров и рентгеновской визуализации. Во времена, когда во многих просвещенных государствах ценность человеческой жизни стала ничтожной, когда во имя утопических идей счастья для всего общества попиралось достоинство отдельного человека, когда медицинские опыты над людьми и переделка ментальной и физической природы человека одобрялись самыми прогрессивными сообществами людей, эти ученые использовали свои тела для собственных научных экспериментов, для поиска ответов на волнующие их вопросы, имеющие значение, по их мнению, для всего человечества. То, что они принадлежали к двум национальностям, противостояние между которыми в XX веке достигло края и перешло за этот край, еще раз демонстрирует нам величие настоящей науки, объединяющей людей для высших, подлинно гуманных целей, а их неизбежные ошибки, заблуждения и прочие недостатки напоминают нам о слабости человеческой природы и необходимости бережно сохранять в себе нравственное начало из самых последних сил.

Тенденция последних лет к проведению исследований, объединяющих большое количество ученых, делает самостоятельное экспериментирование одним человеком в его лаборатории почти чудачеством, неким реликтом прошлого.

Однако прорывы в медицине нечасто осуществляются группами признанных экспертов. Известный американский вирусолог и бактериолог Томас Милтон Риверс (Thomas Milton Rivers) говорил:

*«Великие открытия не производятся комитетами или большими коллективами сотрудников; они происходят в умах отдельных людей. Я не знаю ни одного важного открытия в медицине или биологии за последние сто лет, которое возникло из исследований, организованных большими командами. Вы можете сделать много работы в команде, но открытия все еще рождаются из идей в сознании одного человека. Другими словами, вы можете нанимать людей, но не идеи» [43].*

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

#### Литература [References]

1. Алекян Б.Г. Рентгенэндоваскулярная хирургия: национальное руководство. Т. 1. Врожденные пороки сердца. М.: Литтерра; 2017. [Alekyan B.G. Endovascular surgery: national guide. Vol. 1. Congenital heart disease. Moscow: Litterra; 2017 (in Russ.).]
2. Алекян Б.Г. Рентгенэндоваскулярная хирургия: национальное руководство. Т. 3. Сосудистые, неврологические, хирургические, онкологические, гинекологические и урологические заболевания. М.: Литтерра; 2017. [Alekyan B.G. Endovascular surgery: national guide. Vol. 3. Vascular, neurological, surgical, oncological, gynecological and urological diseases. Moscow: Litterra; 2017 (in Russ.).]
3. Волынский Ю.Д. Изменения внутрисердечной гемодинамики при заболеваниях сердца. Сдавливающий перикардит, врожденные и приобретенные пороки сердца. Л.: Медицина; 1969. [Volynskiy Yu.D. Changes of intracardiac hemodynamics in heart diseases. Compressing pericarditis, congenital and acquired heart diseases. Leningrad: Meditsina; 1969 (in Russ.).]
4. Weisse A.B. Self-experimentation and its role in medical research. *Tex. Heart Inst. J.* 2012; 39 (1): 51–4.
5. Werner Forßmann. Available at: [https://de.wikipedia.org/wiki/Werner\\_Forßmann](https://de.wikipedia.org/wiki/Werner_Forßmann) (accessed November 10, 2017).
6. Forßmann W. Experiments on myself: memoirs of a surgeon in Germany. New York: Saint Martin's Press; 1974.
7. Forßmann W. Selbstversuch. Erinnerungen eines chirurgen. Düsseldorf: Droste Verlag; 1972.
8. Forßmann-Falck R. Werner Forßmann: a pioneer of cardiology. *Am. J. Cardiol.* 1997; 79 (5): 651–60. DOI: 10.1016/S0002-9149(96)00833-8
9. Packy L.M., Krischel M., Gross D. Werner Forßmann — a Nobel Prize winner and his political attitude before and after 1945. *Urol. Int.* 2016; 96 (4): 379–85. DOI: 10.1159/000444648
10. Meyer J.A. Werner Forßmann and catheterization of the heart, 1929. *Ann. Thorac. Surg.* 1990; 49 (3): 497–9.
11. Altman L.K. Who goes first? The story of self-experimentation in medicine. Berkeley: University of California Press; 1998.
12. Перельман М.И. Фердинанд Зауэрбрух (доклад на XV Российском онкологическом конгрессе). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ki-3yQ6Ff54> (дата обращения 13.11.2017). [Perel'man M.I. Ferdinand Sauerbruch (report on

- the 15th Russian Oncological Congress). Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=ki-3yQ6Ff54> (accessed November 13, 2017) (in Russ.).]
13. Forßmann W. Die sondierung des rechten herzens. *Klin. Wschr.* 1929; 8 (45): 2085–7.
  14. Mueller R.L., Sanborn T.A. The history of interventional cardiology: cardiac catheterization, angioplasty, and related interventions. *Am. Heart J.* 1995; 129 (1): 146–72. DOI: 10.1016/0002-8703(95)90055-1
  15. Heuser C. Pielographia con iodure potascio y las inyecciones intravenosas de iodura potascio en radiografia. *Sem. Med.* 1919; 26: 424–7.
  16. Sicard J.A., Forestier J. Roentgenologic exploration of the central nervous system with iodized oil (Lipiodol). *Arch. Neur. Psych.* 1926; 16 (4): 420–34. DOI: 10.1001/archneurpsyc.1926.02200280028003
  17. Berberich J., Hirsch S. Die röntgenographische darstellung der arterien und venen am lebenden menschen. *Klin. Wochenschr.* 1923; 2 (49): 2226–8. DOI: 10.1007/BF01712032
  18. Osborne E.D., Sutherland C.G., Scholl A.J. Jr., Rowntree L.G. Roentgenography of urinary tract during excretion of sodium iodid. *JAMA.* 1923; 80 (6): 368–73. DOI: 10.1001/jama.1923.02640330004002
  19. Brooks B. Intra-arterial injection of sodium iodid: preliminary report. *JAMA.* 1924; 82 (13): 1016–9. DOI: 10.1001/jama.1924.02650390006002
  20. Dunner C., Calm A. Die rontgenologie der gefasse, insbesondere lungengeffasse am lebenden menschen. *Fortschr. Rontgenstr.* 1923; 3: 365.
  21. Moniz E. Confidencias de um investigador científico. Lisbon: Livraria Atica; 1949.
  22. Doby T. Cerebral angiography and Egas Moniz. *AJR.* 1992; 159 (2): 364. DOI: 10.2214/ajr.159.2.1632357
  23. Marconi L., Figueiredo A., Furriel F., Dinis P., Mota A. 1079 Reynaldo dos Santos: from aortography to modern urology. *Eur. Urol. Suppl.* 2013; 12 (1): e1079. DOI: 10.1016/s1569-9056(13)61554-7
  24. Orrin H.C. The X-ray atlas of the systemic arteries of the body. London: Baillière, Tindall and Cox; 1920.
  25. Abrams H.L. History of cardiac radiology. *AJR.* 1996; 167 (2): 431–8. DOI: 10.2214/ajr.167.2.8686621
  26. Heiss H.W., Werner Forssmann: a German problem with the Nobel Prize. *Clin. Cardiol.* 1992; 15 (7): 547–9.
  27. Dieffenbach J.F. Physiologisch-chirurgisch beobachtigen die cholera-kraken. *Cholera Arch.* 1832; 1: 86–105.
  28. Rashkind W.J. Balloon catheter procedures in congenital heart disease. In: Hilger H.H., Hombach V., Rashkind W.J. (Eds.) Invasive cardiovascular therapy. Dordrecht: Springer; 1987.
  29. Stürzbecher H. Die cholera, Dieffenbach und die catheterisierung des herzens 1831. *Dtsch. Med. J.* 1971; 22: S470–1.
  30. Forßmann W. Ueber kontrastdarstellung der hohlen des lebenden rechten herzens und der lungenschlagader. *Munch. Med. Wochenschr.* 1931; 78: 489–92.
  31. Haschek E. Lindenthal O.T. A contribution to the practical use of the photography according to Röntgen. *Wien Klin. Wochenschr.* 1896; 9: 63.
  32. Fritz Bleichröder. Available at: [https://de.wikipedia.org/wiki/Fritz\\_Bleichröder](https://de.wikipedia.org/wiki/Fritz_Bleichröder) (accessed November 13, 2017).
  33. Walter Löb. Available at: [https://de.wikipedia.org/wiki/Walter\\_Löb](https://de.wikipedia.org/wiki/Walter_Löb) (accessed November 13, 2017).
  34. Bleichröder F., Unger E., Löb W. Intraarterielle therapie. *Berlin. Klin. Wochenschr.* 1912; 49: 1502.
  35. Unger E. Bemerkungen zur intraarteriellen therapie. *Berlin. Klin. Wochenschr.* 1912; 49: 1504.
  36. Walter Löb. Bemerkungen zur intraarteriellen therapie. *Berlin. Klin. Wochenschr.* 1912; 49: 1504–5.
  37. Леб В. Введение в биохимию. СПб.: Физика; 1913. [W. Loeb. Introduction to biochemistry. Saint Petersburg: Fizika; 1913 (in Russ.).]
  38. Леб В. Химия биологических процессов. Л.: Гос. изд., 1925. [W. Loeb. Chemistry of biological processes. Leningrad: Gos. izd.; 1913 (in Russ.).]
  39. Winkler E.A. Ernst Unger: a pioneer in modern surgery. *J. Hist. Med. Allied Sci.* 1982; 37 (3): 269–86. DOI: 10.1093/jhmas/XXXVII.3.269
  40. Unger E. Zur Behandlung des tetanus. *Berlin. Klin. Wochenschr.* 1914; 51: 1721.
  41. Forßmann W. Nachtrag. *Klin. Wochenschr.* 1929; 8: 2285.
  42. Forßmann W. The role of heart catheterization and angiocardiology in the development of modern medicine. Nobel lecture. Available at: [https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1956/forssmann-lecture.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1956/forssmann-lecture.html) (accessed November 13, 2017).
  43. Rivers T.M., Benison S. Tom Rivers: reflections on a life in medicine and science. An oral history memoir prepared by Saul Benison. Cambridge (MA): MIT Press; 1967.

Поступила 25.10.2017  
Принята к печати 01.11.2017

*Обзоры*

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.831:616.13/.14-007]-089.819.1

**ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННАЯ ЭМБОЛИЗАЦИЯ АРТЕРИОВЕНОЗНЫХ МАЛЬФОРМАЦИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА***Бабичев К.Н.<sup>1</sup>, Кандыба Д.В.<sup>1,2</sup>, Савелло А.В.<sup>1</sup>, Свистов Д.В.<sup>1</sup>*<sup>1</sup>ФГБУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны России, кафедра нейрохирургии, ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация;<sup>2</sup>ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», ул. Будапештская, 3, лит. А, Санкт-Петербург, 192242, Российская Федерация

Бабичев Константин Николаевич, врач-нейрохирург;

Кандыба Дмитрий Вячеславович, руководитель отдела эндоваскулярной хирургии

Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе,

ассистент кафедры нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова;

Савелло Александр Викторович, доктор мед. наук, зам. начальника кафедры нейрохирургии;

Свистов Дмитрий Владимирович, канд. мед. наук, доцент, начальник кафедры нейрохирургии

В большинстве случаев лечение артериовенозных мальформаций головного мозга основано на комбинировании различных методов, значительная роль в котором отводится внутрисосудистым вмешательствам, выполняемым перед открытым удалением или радиохирургическим облучением. В то же время различные варианты сочетания методов требуют различного подхода к характеру эндоваскулярной интервенции. Поэтому в случае исходно неблагоприятного строения мальформации как для микрохирургического, так и для радикального внутрисосудистого лечения особенности эмболизации должны определяться планом предполагаемого дальнейшего лечения после ее проведения. Таким образом, эмболизация должна быть целенаправленной и соответствовать общей стратегии лечения. Данный подход позволяет снизить риски, связанные с самим эндоваскулярным вмешательством, одновременно улучшая результаты комбинированного лечения. В статье обсуждены технические и тактические особенности предоперационной, предлучевой и паллиативной эмболизации (в частности, в острый период кровоизлияния) в аспекте комбинированного лечения артериовенозных мальформаций головного мозга.

**Ключевые слова:** артериовенозные мальформации головного мозга; внутрисосудистые вмешательства; комбинированное лечение; предоперационная эмболизация; радиохирургия.

**Для цитирования:** Бабичев К.Н., Кандыба Д.В., Савелло А.В., Свистов Д.В. Целенаправленная эмболизация артериовенозных мальформаций головного мозга. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 20–29. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-20-29

**Для корреспонденции:** Бабичев Константин Николаевич, E-mail: k\_babichev@mail.ru

**TARGET EMBOLIZATION OF BRAIN ARTERIOVENOUS MALFORMATIONS***Babichev K.N.<sup>1</sup>, Kandyba D.V.<sup>1,2</sup>, Savello A.V.<sup>1</sup>, Svistov D.V.<sup>1</sup>*<sup>1</sup>Neurosurgery Chair, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, 194044, Russian Federation;<sup>2</sup>Dzhanelidze Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine, Saint Petersburg, 192242, Russian Federation

Konstantin N. Babichev, Neurosurgeon;

Dmitriy V. Kandyba, Head of Endovascular Surgery Department,

Dzhanelidze Saint Petersburg Research Institute of Emergency Medicine;

Assistant Professor for Neurosurgery Chair, Kirov Military Medical Academy;

Aleksandr V. Savello, Dr. Med. Sc., Deputy Chief of Chair;

Dmitriy V. Svistov, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Chief of Chair

Treatment of the brain arteriovenous malformations is carried out by three methods: microsurgical removal, endovascular embolization and radiosurgery. However, in most cases, combined approach is required. The goal of the multimodal treatment is to improve the final outcome. An important role in the combined treatment of brain arteriovenous malformations is assigned to endovascular methods. If it is not possible to achieve radical embolization, the latter must comply with the plan of further treatment. This approach reduces the risks associated with endovascular interventions, improving the results of combined treatment. The article presents the technical aspects and features of preoperative, preradiosurgical and palliative embolizations discussed in the aspect of combined treatment of brain arteriovenous malformations.

**Keywords:** brain arteriovenous malformations; endovascular interventions; combined treatment; preoperative embolization; radiosurgery.



**For citation:** Babichev K.N., Kandyba D.V., Savello A.V., Svistov D.V. Target embolization of brain arteriovenous malformations. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 20–29 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-20-29

**For correspondence:** Babichev Konstantin Nikolaevich, E-mail: k\_babichev@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received December 13, 2017

Accepted December 26, 2017

## Введение

Артериовенозные мальформации (АВМ) головного мозга относятся к разнородной группе пороков развития сосудов головного мозга, представляя собой патологическое соединение между артериями и венами при отсутствии капиллярной сети. АВМ головного мозга – относительно редко встречающаяся патология, распространенность которой составляет 10–18 случаев на 100 тыс. населения с ежегодным выявлением примерно 1–2 случаев на 100 тыс. населения [1, 2].

Клиническая манифестация может быть представлена кровоизлияниями, судорогами, очаговой неврологической симптоматикой или головной болью, нередко случаи асимптомного течения заболевания. Несмотря на разнообразие клинической картины, мальформация в первую очередь рассматривается как потенциальный источник угрожающего жизни кровотечения, единственным возможным методом профилактики которого является полное прекращение кровоснабжения узла и сопутствующих аневризм [1, 2].

Частота кровоизлияний из АВМ в среднем составляет примерно 3% в год. При этом показатель для первичного кровоизлияния ниже (около 2,2% в год), но значительно возрастает частота повторного кровоизлияния, которая в первые недели после разрыва достигает, а в ряде случаев и превышает 15% и постепенно снижается до 4,5% в год [1]. Кровоизлияние из АВМ головного мозга обуславливает летальный исход у 12–66,7% пациентов, а инвалидизация среди выживших отмечается в 23–40% случаев [1, 2]. При этом следует учитывать, что отдаленные показатели летальности и инвалидизации сопоставимы вне зависимости от характера изначальной клинической картины заболевания, а риск кровоизлияния возрастает с течением времени [1].

Лечение АВМ головного мозга осуществляется посредством трех методов: микрохирургического удаления, внутрисосудистого вмеша-

тельства и стереотаксической радиохирургии [3–5]. Большое внимание уделяется комбинированному лечению АВМ, поскольку пациенты нуждаются в нем в большинстве случаев (около 40%) [5, 6]. Целью комбинированного подхода является улучшение конечного прогнозируемого исхода в сравнении с мономодальным лечением по отношению к АВМ конкретной градации [7]. Значительная роль в комбинированном лечении мальформации отводится внутрисосудистым методам.

В зависимости от целей и результатов лечения эндоваскулярные вмешательства подразделяются на излечивающие, предоперационные, предрадиохирургические (предлучевые) и паллиативные [3]. В настоящее время в большинстве случаев вид эмболизации определяется ретроспективно, согласно достигнутому результату и необходимости выбора дальнейшего метода для завершения лечения нерадикально эмболизированных АВМ. Данный подход обуславливает неоправданно сильный уклон в сторону внутрисосудистых вмешательств, тем самым нивелируя преимущества и возможности самого метода, подвергая пациентов дополнительным рискам, связанным как с эмболизацией, так и с необходимостью продолжения лечения посредством других методов.

При этом следует учитывать, что возможность излечения пациентов с помощью только внутрисосудистых методов в среднем не превышает 30% [8–10]. Возможности радикальной окклюзии мальформации благоприятствует сочетание следующих анатомических факторов:

- диаметр образования до 3 см;
- небольшое количество афферентов;
- афферентами являются ветви корковых артерий, они имеют конечный вариант строения;
- поверхностное расположение мальформации;
- локализация образования вне функционально значимой зоны.

Именно при сочетании данных анатомических особенностей отмечается высокая частота

излечивающих эмболизаций. В остальных ситуациях внутрисосудистое вмешательство значительно менее эффективно или для достижения требуемого результата необходимо проведение этапных эмболизаций, требуется применение сложных ассистирующих методов, что увеличивает риск осложнений. Поэтому в большинстве случаев эндоваскулярные методы рассматриваются как составляющая часть комбинированного лечения.

Однако цели эмболизации АВМ перед микрохирургическим или радиохирургическим лечением значительно отличаются друг от друга. Поэтому при исходно неблагоприятных анатомических особенностях АВМ планирование внутрисосудистого вмешательства должно осуществляться с учетом плана дальнейшего лечения [11, 12]. Нет смысла выполнять частичную/субтотальную окклюзию мальформации, не имея стратегии дальнейших действий [11]. Данный подход можно определить как целенаправленную эмболизацию, преднамеренно расширяя понятия и включая в них предоперационную эмболизацию.

В данной статье представлена тактика предоперационной, предрадиохирургической и паллиативной эмболизации.

### Предоперационная эмболизация

Предоперационная эмболизация – это одно из наиболее распространенных эндоваскулярных вмешательств, позволяющее повысить резектабельность АВМ промежуточного и высокого хирургического риска (III–V градаций по шкале Spetzler–Martin [13]). При должном планировании комбинированное лечение позволяет существенно снизить риск интра- и послеоперационных осложнений, что отмечено многими авторами [5, 14–17]. Так, после предварительной эмболизации крупных мальформаций (объемом более 20 см<sup>3</sup>) частота периоперационных осложнений, связанных с удалением АВМ, снижается до 18%, в то время как при аналогичных вмешательствах без эмболизации она достигает 40% [15]. Окклюзия высокопоточковых фистул позволяет устранить или снизить риск гиперперфузионных осложнений, а заполнение мальформации эмболизирующим материалом облегчает диссекцию узла АВМ, уменьшая продолжительность операции и кровопотерю [5, 15, 17].

В то же время при стандартном подходе к эмболизации АВМ, несмотря на последующее ее

удаление, достаточно высокая частота осложнений во многом нивелирует все преимущества комбинированного лечения. Вероятность стойкого неврологического дефицита после стандартной эмболизации составляет 2,5–7,1% [14–16]. А по данным М.К. Morgan et al., отмечены худшие исходы комбинированного лечения в сравнении с только микрохирургическим удалением АВМ головного мозга, что в значительной степени обусловлено развитием большого числа осложнений в ходе эмболизации [18]. Поэтому необходимо изменение тактики эмболизации, предшествующей открытому удалению, с сохранением всех положительных качеств комбинированного лечения, но с меньшей частотой осложнений, связанных с самим внутрисосудистым этапом [12, 19].

Необходимо учитывать, что целью предоперационной эмболизации является снижение рисков, связанных с удалением мальформации. Предикторы неблагоприятного исхода микрохирургического удаления хорошо известны: это большие размеры АВМ, диффузное строение, глубинная локализация, участие перфорирующих артерий, наличие прямых артериовенозных (АВ) фистул, локализация в функционально значимой зоне [5, 15, 20]. Но лишь часть данных предикторов может быть корригируема посредством эмболизации.

Главными мишенями внутрисосудистого вмешательства, предшествующего открытой хирургии, являются:

- афференты, подходящие из глубины условной раны мозга;
- прямые АВ-фистулы, эмболизация которых позволяет перевести мальформацию из разряда высокопоточковой в разряд низкопоточковой.

Необходимость выключения крупных афферентов, подходящих из глубины раны, обусловлена сложностью контроля кровотока из глубинных компартментов мальформации до достижения крупных афферентов в ходе открытого вмешательства, а трудности гемостаза означают высокий риск послеоперационных кровоизлияний. В то же время поверхностно расположенные питающие артерии доступны до начала диссекции, что исключает необходимость их предварительной эмболизации [5].

Эмболизация прямых АВ-фистул за несколько дней до основного вмешательства позволяет снизить вероятность прорыва нормального перфузионного давления в послеоперационном периоде после удаления мальформации.

Так, по данным I. Yuki et al., целенаправленная эмболизация прямых АВ-фистул перед удалением АВМ высокого хирургического риска позволяет снизить частоту осложнений резекции до 5,6%, при том что подавляющее большинство наблюдений относились к АВМ IV–V градации по шкале Spetzler–Martin [17].

Второстепенными, далеко не обязательными целями являются:

- уменьшение размера узла мальформации;
- эмболизация перфорирующих артерий.

Уменьшение АВМ в размерах во многом является «побочным эффектом» предварительной эмболизации. Удаление АВМ осуществляется по границе между веществом головного мозга и узлом мальформации. Несоблюдение данного правила и входение в узел АВМ представляет собой грубое нарушение техники удаления. Контроль поверхностных афферентов в ходе операции и эмболизация глубинных афферентов являются достаточными мерами для значительного снижения давления в узле АВМ и облегчения этапного гемостаза по ходу оперативного вмешательства.

Вовлечение перфорирующих артерий в кровоснабжение АВМ – значимый предиктор осложнений, связанных с удалением мальформации [20]. Но эмболизация перфорантов сопряжена с высокой частотой ишемических нарушений. Поэтому их окклюзия оправдана только при возможности достижения точки безопасно введения эмболизирующего агента – выше базальных ганглиев, что соответствует проекции нижнего края желудочков головного мозга.

Обобщая вышесказанное, перечислим преимущества предоперационной эмболизации. Она позволяет:

- снизить вероятность и интенсивность интраоперационного кровотечения;
- уменьшить вероятность гиперперфузионных осложнений;
- обозначить границы мальформации, особенно в глубине раны;
- сократить длительность операции.

Необходимо учитывать, что принципы предоперационной эмболизации радикально отличаются от других вариантов эмболизации:

- не требуется проникновения материала вглубь узла – нарушается принцип интранидального введения эмболизирующего агента;
- осуществляется проксимальная окклюзия афферента (исключением является эмболизация перфорирующих афферентов);

– как правило, применяются цианокрилаты или микроспираль, что существенно сокращает продолжительность и затратность операции.

Таким образом, предоперационную эмболизацию можно отнести к «порочным» видам внутрисосудистого вмешательства, если в дальнейшем не планируется микрохирургическое удаление. При этом следует избегать агрессивной тактики заведомо нерадикальной эмболизации АВМ, что позволяет снизить риски, связанные с эндоваскулярной интервенцией. На рисунке 1 представлен пример эмболизации артериовенозной мальформации с окклюзией глубоких афферентов и последующим удалением АВМ в ходе одного анестезиологического пособия.

Геморрагические осложнения после эмболизации представляют собой значимый фактор, воздействующий на результат комбинированного лечения [16, 18]. Совмещение эмболизации и удаления АВМ в ходе одного анестезиологического пособия позволяет нивелировать возможность влияния геморрагических осложнений на исход лечения. Исключением являются АВМ с выраженным АВ-шунтированием, когда необходимо время для перестройки церебральной гемодинамики и снижения риска гиперперфузионных осложнений.

#### *Предрадиохирургическая эмболизация*

Эмболизация часто используется в качестве дополнения к стереотаксической радиохирургии. Но в большинстве случаев радиохирургическое вмешательство проводится после исчерпания всех возможностей внутрисосудистого лечения, в качестве «метода спасения» в сложившейся ситуации. В то же время подавляющее большинство публикаций, включая системные обзоры литературы и метаанализы, свидетельствуют о меньшей эффективности радиохирургии после эмболизации [4, 6, 21–23]. Причем данная тенденция особенно отчетливо прослеживается при АВМ крупных размеров, то есть именно в тех ситуациях, в которых наиболее часто выполняются эндоваскулярные вмешательства и которые значительно менее эффективны [23]. По данным С.А. Маряшева и др., шансы облитерации АВМ при отсутствии предшествующей облучению эмболизации в 1,4 раза выше, чем у больных после комбинированного лечения [4].

Данные особенности связаны с несколькими факторами:

- возможность реканализации и/или рекрутирования дополнительных, вторичных источ-



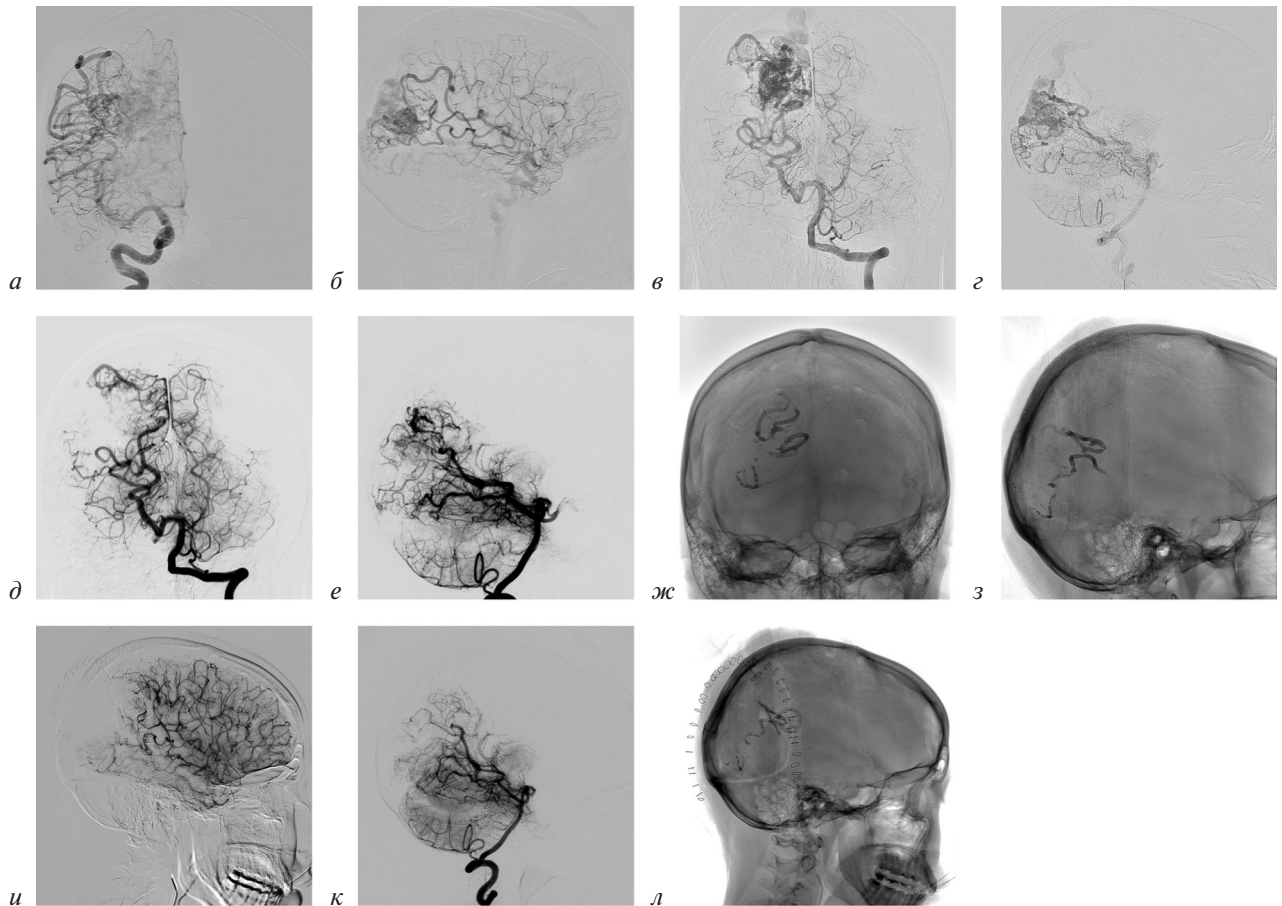


Рис. 1. Комбинированное лечение артериовенозной мальформации головного мозга:

*a–г* – артериовенозная мальформация правой затылочной доли с афферентами из бассейна правой средней и задней мозговых артерий; *д–з* – предоперационная эмболизация глубоких афферентов из бассейна задней мозговой артерии; *и–л* – контрольная селективная церебральная ангиография после микрохирургического удаления

ников в кровоснабжение АВМ после нерадикальной эмболизации [23];

- трудность планирования стереотаксической радиохирургии при большом объеме эмболизирующего материала [22];

- возможный эффект экранирования [24–25].

И все же ряд авторов отмечают положительное влияние эмболизации на эффективность последующего радиохирургического лечения. Можно опередить два положительных эффекта от эмболизации [26–28]:

- окклюзия высокопоточковых фистул, что повышает эффект облучения;

- снижение риска кровоизлияния в ожидании полной облитерации мальформации.

Окклюзия прямых АВ-фистул позволяет устранить эффект радиологической резистентности АВМ головного мозга к проведенному облучению [28]. Доказано позитивное влияние эмболизации на исход облучения крупных мальформаций после облитерации прямых АВ-фистул. Так, облитерация АВМ со средним

размером 4,2 см после окклюзии АВ-фистул достигается в 81% случаев [21], что соответствует частоте облитерации малых АВМ. Данный эффект связан со снижением кровотока по АВМ и дренирующим венам, позволяющим реализовать эффект облучения, который проявляется постепенным сужением просвета сосудов с последующим их тромбированием.

Но наиболее значимым результатом, которого стоит ожидать от предварительной эмболизации, является снижение риска первичного и повторного кровоизлияний до момента полной облитерации мальформации [29, 30]. Особенно это актуально при необходимости длительного этапного радиохирургического лечения. Большая часть кровоизлияний после облучения отмечается в первые 2 года, при этом чаще всего (в 73% случаев) в структуре мальформации выявляются интранидальные аневризмы [4]. В связи с этим большое значение имеют детальная оценка ангиоархитектоники АВМ головного мозга, знание предикторов кровоизлияния.



Вероятность кровоизлияния из мальформации во многом определяется давлением крови в клубке АВМ, которое зависит от характера кровоснабжения и особенностей венозного оттока. Существует корреляция между давлением в афферентных артериях и дренирующих венах мальформации [31]. По данным Y. Miyasaka et al., в афферентных артериях и дренирующих венах ранее разорвавшихся АВМ отмечено более высокое давление по сравнению с мальформациями с торпидным течением заболевания [32]. Чем длиннее афферент, тем сильнее падает давление перед входом в узел АВМ и тем меньше риск разрыва. Нарушение венозного оттока является одним из значимых факторов кровоизлияния из мальформации. При этом следует учитывать обобщенность данного понятия, в которое включены: дренирование в глубокие вены мозга, наличие стеноза дренирующих вен, единственная дренирующая вена, функциональная недостаточность путей венозного оттока [2, 31–34].

Но все-таки наиболее важным предиктором кровоизлияния следует считать поток-зависимые аневризмы, наличие которых сопряжено с увеличением риска разрыва АВМ в 2–4 раза [2, 33, 35]. В зависимости от метода диагностики частота выявления аневризм у пациентов с АВМ варьирует от 2,7 до 58% [2]. Значительную роль в оценке риска кровоизлияния играет локализация аневризм. G. Redekop et al. отметили значительно более частое кровотоечение при аневризмах интранидальной локализации (72%) по сравнению со случаями расположения аневризм на питающих артериях (40%) [35]. При этом интранидальные аневризмы наблюдаются у 12–48% пациентов с аневризмами, сочетающимися с АВМ головного мозга [2, 35].

Можно сделать вывод, что такие морфологические параметры, как глубинная локализация, малые размеры АВМ, расположение в зоне одного сосудистого бассейна, венозный отток в глубокие вены мозга, являются наиболее значимыми предикторами кровоизлияния. Каждый из них представляет собой фактор, способствующий повышению давления в клубке мальформации, а наличие интранидальных аневризм обусловлено сочетанием диспластических изменений сосудов мальформации и повышенным давлением крови в клубке АВМ. Несомненно, не все предикторы кровоизлияния являются корректируемыми (то есть теми, кото-

рые можно было бы устранить в ходе внутрисосудистого вмешательства), но целенаправленная эмболизация интранидальных аневризм, разгрузка венозного русла за счет окклюзии крупных фистул позволяют снизить риск разрыва АВМ, тем самым повысив эффективность комплексного лечения данной патологии [26–30]. Так, по данным H.J. Meisel et al., эмболизация интранидальных аневризм снижает риск кровоизлияния на 24–78% [30], а по данным M.J. Alexander и M.E. Tolbert, частота кровоизлияний из мальформаций после окклюзии интранидальных аневризм уменьшается до 1% в год, что даже ниже, чем риск кровоизлияний из неразорвавшихся АВМ головного мозга [26].

Поэтому предлучевая эмболизация АВМ головного мозга должна быть направлена на устранение «слабых мест» мальформации и выключение прямых АВ-фистул. Под понятием «слабые места» подразумеваются участки АВМ, наличие которых увеличивает вероятность или уже является причиной кровоизлияния:

- интранидальные аневризмы и вариксы;
- аневризмы, расположенные на питающих афферентах;
- компартменты с признаками затруднения венозного оттока.

На рисунке 2 продемонстрирован клинический пример целенаправленной предлучевой эмболизации АВМ с геморрагическим типом течения.

Следует отметить, что частота осложнений целенаправленной предрадиохирургической эмболизации значительно ниже, чем при стандартном вмешательстве. В работе H. Xiaochuan et al. она не превысила 1,2% наблюдений, во всех случаях осложнения были представлены ишемическими нарушениями [28].

Недооценка или невыявление корректируемых предикторов кровоизлияния может привести к тяжелому кровоизлиянию в период ожидания облитерации мальформации после облучения (рис. 3). При этом наличие асимптомных кровоизлияний, выявленных по данным магнитно-резонансной томографии головного мозга, является значимым предиктором симптомного разрыва АВМ головного мозга, повышая риск геморрагической симптомной манифестации более чем в 3 раза [36]. Эти данные свидетельствуют о необходимости выявления данных микрокровоизлияний для идентификации нестабильных АВМ и устранения предикторов кровоизлияния.

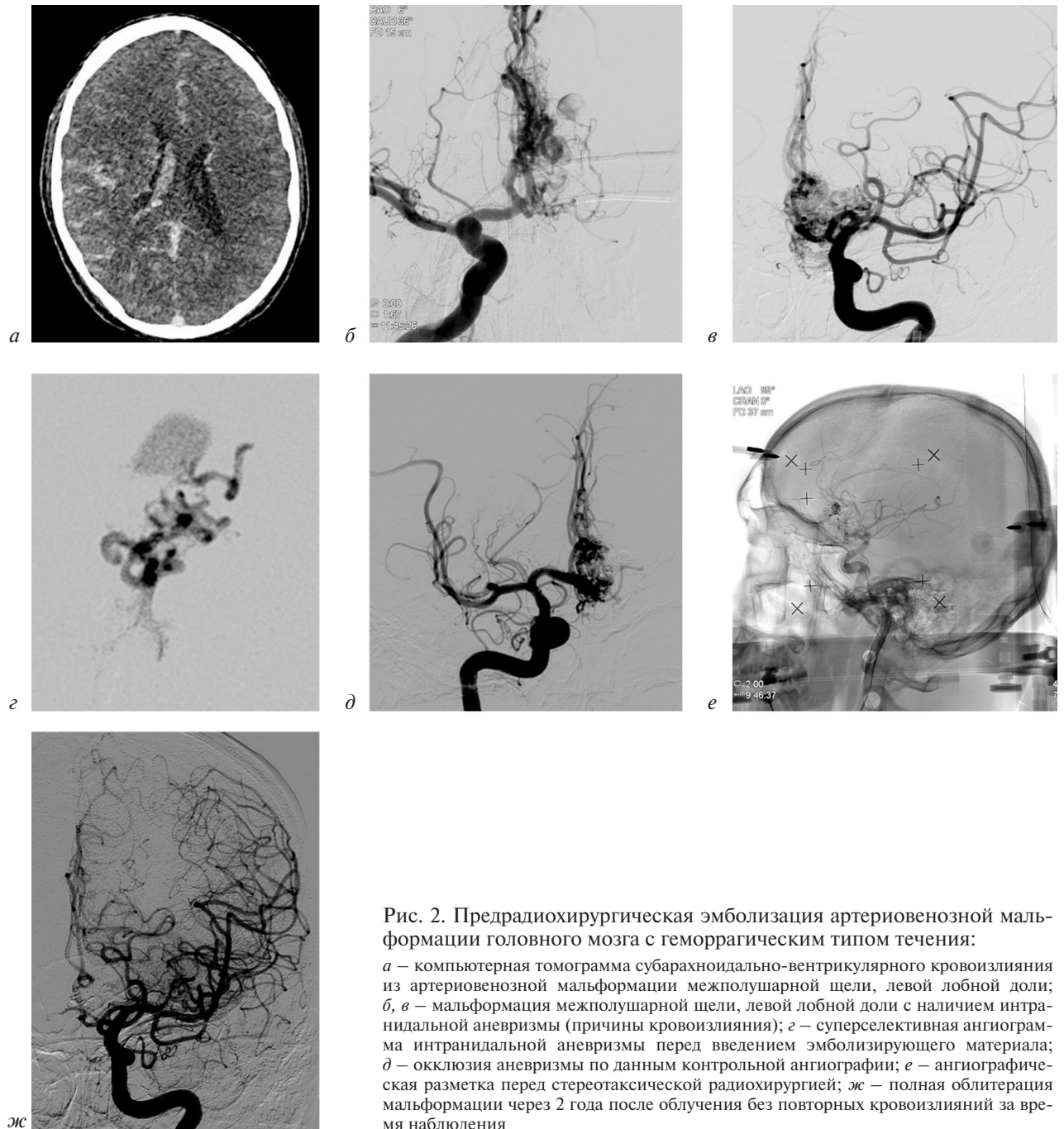


Рис. 2. Предрадиохирургическая эмболизация артериовенозной мальформации головного мозга с геморрагическим типом течения:

*a* – компьютерная томограмма субарахноидально-вентрикулярного кровоизлияния из артериовенозной мальформации межполушарной щели, левой лобной доли; *б, в* – мальформация межполушарной щели, левой лобной доли с наличием интранидальной аневризмы (причины кровоизлияния); *г* – суперселективная ангиограмма интранидальной аневризмы перед введением эмболизирующего материала; *д* – окклюзия аневризмы по данным контрольной ангиографии; *е* – ангиографическая разметка перед стереотаксической радиохирургией; *ж* – полная облитерация мальформации через 2 года после облучения без повторных кровоизлияний за время наблюдения

Несомненно, вопрос о влиянии частичного уменьшения размеров мальформации перед радиохирургическим вмешательством на эффективность комбинированного лечения до конца не решен. Но, возможно, радикально разрешить данные противоречия позволит изменение порядка лечения: в первую очередь – облучение всей мальформации или труднодоступного для эмболизации компартмента, а затем – выполнение внутрисосудистого вмешательства. В любом случае при неблагоприятном строении мальформации при эндоваскулярном лечении

и планировании комбинированного вмешательства необходимо тесное сотрудничество с центрами радиохирургии для выработки единого мнения в каждом конкретном случае.

### Паллиативная эмболизация

Паллиативная эмболизация направлена на снижение риска кровоизлияния и регресса/стабилизации симптомов в случае неоперабельных АВМ головного мозга. В то же время доступность радиохирургического лечения, возможность этапного облучения значительно изменяют

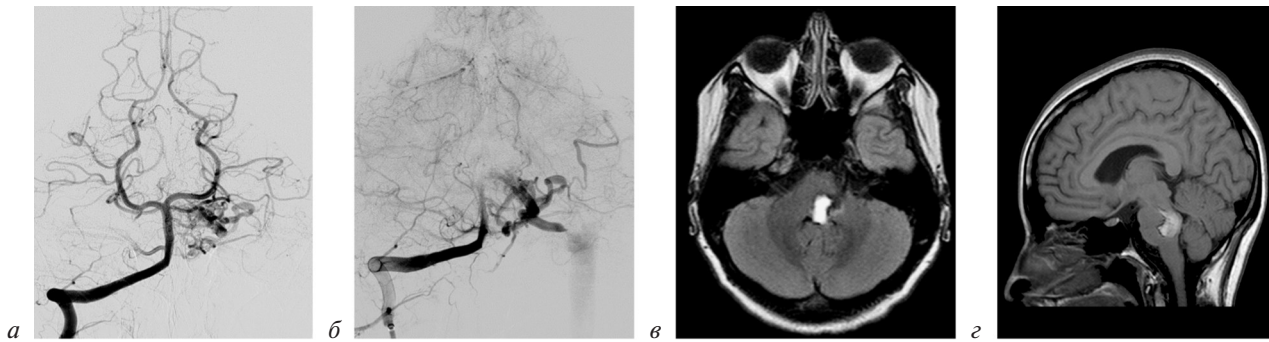


Рис. 3. Кровоизлияние из артериовенозной мальформации головного мозга через 6 мес после радиохирургии:

*а, б* – субтенториальная артериовенозная мальформация с признаками затруднения венозного оттока, стеноз доминантной дренирующей вены; *в, г* – разрыв мальформации с кровоизлиянием в ствол головного мозга через 6 мес после радиохирургии; *д, е* – результат последующей эмболизации с достижением субтотальной окклюзии и облегчением венозного оттока от узла артериовенозной мальформации

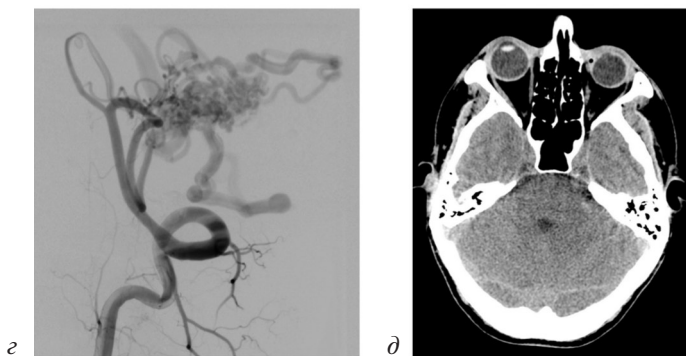
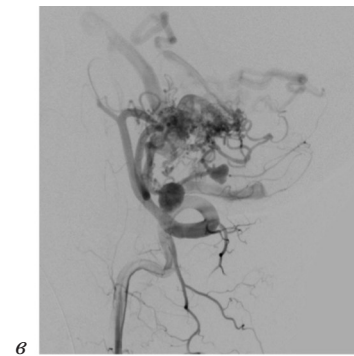
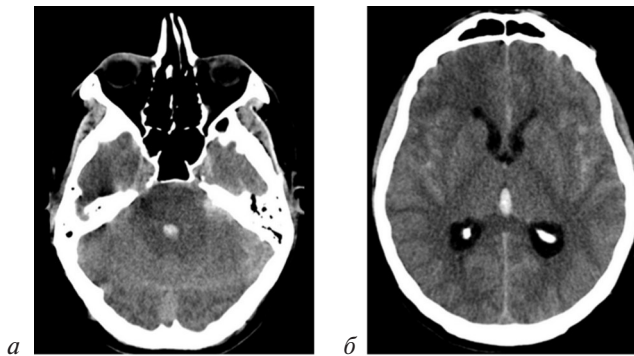
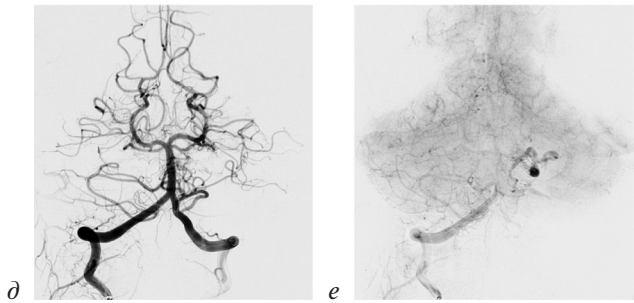


Рис. 4. Целенаправленная эмболизация артериовенозной мальформации головного мозга в острый период кровоизлияния:

*а, б* – субарахноидально – вентрикулярное кровоизлияние вследствие разрыва субтенториальной артериовенозной мальформации головного мозга; *в* – интранидальная аневризма в структуре мальформации; *г* – ангиограмма после эмболизации интранидальной аневризмы; *д* – контрольная компьютерная томограмма на момент выписки пациента из стационара (полная санация желудочков и субарахноидальных цистерн от крови)

представление о неоперабельности АВМ. Поэтому в настоящее время паллиативная эмболизация тождественна предлучевой, главной целью которой является снижение или устранение предикторов кровоизлияния.

Также следует рассматривать данный вид эмболизации в острый период кровоизлияния при высоком риске удаления или невозможности радикальной эмболизации АВМ. Устранение причины кровоизлияния снижает риск повторного разрыва и дает возможность продолжить

основное лечение пациента, особенно в случае необходимости облучения, уже в холодный период кровоизлияния (рис. 4). Такой подход позволяет концентрировать пациентов с АВМ в специализированных центрах, имеющих опыт и оборудование для проведения полноценного лечения данной категории больных.

### Заключение

Таким образом, при необходимости выполнения эмболизации артериовенозной мальфор-



мации и планировании комбинированного подхода эмболизация должна соответствовать плану дальнейшего лечения. Данная тактика позволяет снизить риски внутрисосудистого вмешательства, сохраняя все преимущества, связанные с предварительной эмболизацией, и тем самым улучшая исход комбинированного лечения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература [References]

- Gross B.A., Du R. Natural history of cerebral arteriovenous malformations: a meta-analysis. *J. Neurosurg.* 2013; 118 (2): 437–43. DOI: 10.3171/2012.10.JNS121280
- Da Costa L., Wallace M.C., Ter Brugge K.G., O'Kelly C., Willinsky R.A., Tymianski M. The natural history and predictive features of hemorrhage from brain arteriovenous malformations. *Stroke.* 2009; 40 (1): 100–5. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.524678
- Fiorella D., Albuquerque F.C., Woo H.H., McDougall C.G., Rasmussen P.A. The role of neuroendovascular therapy for the treatment of brain arteriovenous malformations. *Neurosurgery.* 2006; 59 (Suppl. 5): S3-163–77. DOI: 10.1227/01.NEU.0000237544.20452.47
- Маряшев С.А., Голанов А.В., Коновалов А.Н., Яковлев С.Б., Ильялов С.Р., Элиава Ш.Ш. и др. Радиохирургическое облучение пациентов с артериовенозными мальформациями головного мозга на аппарате гамма-нож. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2013; 77 (5): 16–29. [Mariashev S.A., Golanov A.V., Kononov A.N., Iakovlev S.B., I'ialov S.R., Eliava Sh.Sh. et al. Radiosurgical irradiation of patients with cerebral AVM on the Gamma Knife. *Voprosy Neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko (Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko).* 2013; 77 (5): 16–29 (in Russ.).]
- Шехтман О.Д., Маряшев С.А., Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б., Голанов А.В., Шишкина Л.В. Комбинированное лечение артериовенозных мальформаций головного мозга. Опыт НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2015; 79 (5): 4–18. [Shekhtman O.D., Maryashev S.A., Eliava Sh.Sh., Yakovlev S.B., Golanov A.V., Shishkina L.V. et al. Combined treatment of cerebral arteriovenous malformations. Experience of the Burdenko Neurosurgical Institute. *Voprosy Neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko (Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko).* 2015; 79 (5): 4–18 (in Russ.).]
- Russell D., Peck T., Ding D., Chen C.J., Taylor D.G., Starke R.M. et al. Stereotactic radiosurgery alone or combined with embolization for brain arteriovenous malformations: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurosurg.* 2017; May 12: 1–11. DOI: 10.3171/2016.11.JNS162382
- Richling B., Killer M., Al-Schameri A.R., Ritter L., Agic R., Krenn M. Therapy of brain arteriovenous malformations: multimodality treatment from a balanced standpoint. *Neurosurgery.* 2006; 59 (5 Suppl. 3): S148–57; discussion S3–13. DOI: 10.1227/01.NEU.0000237408.95785.64
- Alexander M.D., Cooke D.L., Hallam D.K., Kim H., Hettis S.W., Ghodke B.V. Less can be more: targeted embolization of aneurysms associated with arteriovenous malformations unsuitable for surgical resection. *Interv. Neuroradiol.* 2016; 22 (4): 445–751. DOI: 10.1177/1591019916641316
- Van Rooij W.J., Jacobs S., Sluzewski M., van der Pol B., Beute G.N., Sprengers M.E. Curative embolization of brain arteriovenous malformations with onyx: patient selection, embolization technique, and results. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2012; 33 (7): 1299–304. DOI: 10.3174/ajnr.A2947
- Panagiotopoulos V., Gizewski E., Asgari S., Regel J., Forsing M., Wanke I. et al. Embolization of intracranial arteriovenous malformations with ethylene-vinyl alcohol copolymer (Onyx). *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2009; 30 (1): 99–106. DOI: 10.3174/ajnr.A1314
- Elsenousi A., Aletich V.A., Alaraj A. Neurological outcomes and cure rates of embolization of brain arteriovenous malformations with n-butyl cyanoacrylate or Onyx: a meta-analysis. *J. Neurointerv. Surg.* 2016; 8 (3): 265–72. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011427
- Krings T., Hans F.J., Geibprasert S., Terbrugge K. Partial “targeted” embolisation of brain arteriovenous malformations. *Eur. Radiol.* 2010; 20 (11): 2723–31. DOI: 10.1007/s00330-010-1834-3
- Spetzler R.F., Martin N.A. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J. Neurosurg.* 1986; 65 (4): 476–83. DOI: 10.3171/jns.1986.65.4.0476
- Pasqualin A., Zampieri P., Nicolato A., Meneghelli P., Cozzi F., Beltramello A. Surgery after embolization of cerebral arteriovenous malformation: experience of 123 cases. *Acta Neurochir. Suppl.* 2014; 119: 105–11. DOI: 10.1007/978-3-319-02411-0\_18
- Fischer R.M., Komotar R.J., Otten M.L., Hahn D.K., Fischer L.E., Hwang B.Y. et al. Adjuvant embolization with N-butyl cyanoacrylate in the treatment of cerebral arteriovenous malformations: outcomes, complications, and predictors of neurologic deficits. *Stroke.* 2009; 40 (8): 2783–90. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.539775
- Natarajan S.K., Ghodke B., Britz G.W., Born D.E., Sekhar L.N. Multimodality treatment of brain arteriovenous malformations with microsurgery after embolization with onyx: single-center experience and technical nuances. *Neurosurgery.* 2008; 62 (6): 1213–25, discussion 1225–6. DOI: 10.1227/01.neu.0000333293.74986.e5
- Yuki I., Kim R.H., Duckwiler G., Jahan R., Tateshima S., Gonzalez N. et al. Treatment of brain arteriovenous malformations with high-flow arteriovenous fistulas: risk and complications associated with endovascular embolization in multimodality treatment. Clinical article. *J. Neurosurg.* 2010; 113 (4): 715–22. DOI: 10.3171/2009.9.JNS081588
- Morgan M.K., Davidson A.S., Koustais S., Simons M., Ritson E.A. The failure of preoperative ethylene-vinyl alcohol copolymer embolization to improve outcomes in arteriovenous malformation management: case series. *J. Neurosurg.* 2013; 118 (5): 969–77. DOI: 10.3171/2012.11.JNS112064
- Taylor C.L., Dutton K., Rappard G., Pride G.L., Replogle R., Purdy P.D. et al. Complications of preoperative embolization of cerebral arteriovenous malformations. *J. Neurosurg.* 2004; 100 (5): 810–2. DOI: 10.3171/jns.2004.100.5.0810
- Morgan M.K., Drummond K.J., Grinnell V., Sorby W. Surgery for cerebral arteriovenous malformation: risks related to lenticulostriate arterial supply. *J. Neurosurg.* 1997; 86 (5): 801–5. DOI: 10.3171/jns.1997.86.5.0801
- Blackburn S.L., Ashley W.W. Jr., Rich K.M., Simpson J.R., Drzymala R.E., Ray W.Z. et al. Combined endovascular embolization and stereotactic radiosurgery in the treatment of large arteriovenous malformations. *J. Neurosurg.* 2011; 114 (6): 1758–67. DOI: 10.3171/2011.1.JNS10571
- Pollock B.E., Flickinger J.C., Lunsford L.D., Maitz A., Kondziolka D. Factors associated with successful arteriovenous malformation radiosurgery. *Neurosurgery.* 1998; 42 (6): 1239–44, discussion 1244–7.
- Schwytzer L., Yen C.P., Evans A., Zavoian S., Steiner L. Long-term results of gamma knife surgery for partially embolized arteriovenous malformations. *Neurosurgery.* 2012; 71 (6):



- 1139–47, discussion 1147–8. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182720280
24. Mamlui-Hunter M., Jiang T., Rich K.M., Derdeyn C.P., Drzymala R.E. Effect of liquid embolic agents on Gamma Knife surgery dosimetry for arteriovenous malformations. Clinical article. *J. Neurosurg.* 2011; 115 (2): 364–70. DOI: 10.3171/2011.3.JNS10717
  25. Andrade-Souza Y.M., Ramani M., Beachey D.J., Scora D., Tsao M.N., Terbrugge K., Schwartz M.L. Liquid embolisation material reduces the delivered radiation dose: a physical experiment. *Acta Neurochir. (Wien)* 2008; 150 (2): 161–4, discussion 164. DOI: 10.1007/s00701-007-1482-9
  26. Alexander M.J., Tolbert M.E. Targeting cerebral arteriovenous malformations for minimally invasive therapy. *Neurosurgery.* 2006; 59 (5 Suppl. 3): S178–83, discussion S3–13. DOI: 10.1227/01.NEU.0000238530.44912.01
  27. Le Feuvre D., Taylor A. Target embolization of AVMs: identification of sites and results of treatment. *Interv. Neuroradiol.* 2007; 13 (4): 389–94. DOI: 10.1177/159101990701300411
  28. Xiaochuan H., Yuhua J., Xianli L., Hongchao Y., Yang Z., Youxiang L. Targeted embolization reduces hemorrhage complications in partially embolized cerebral AVM combined with gamma knife surgery. *Interv. Neuroradiol.* 2015; 21 (1): 80–7. DOI: 10.15274/INR-2014-10090
  29. Mjoli N., Le Feuvre D., Taylor A. Bleeding source identification and treatment in brain arteriovenous malformations. *Interv. Neuroradiol.* 2011; 17 (3): 323–30. DOI: 10.1177/159101991101700307
  30. Meisel H.J., Mansmann U., Alvarez H., Rodesch G., Brock M., Lasjaunias P. Effect of partial targeted N-butyl-cyano-acrylate embolization in brain AVM. *Acta Neurochir. (Wien)* 2002; 144 (9): 879–87. DOI: 10.1007/s00701-002-0978-6
  31. Duong D.H., Young W.L., Vang M.C., Sciacca R.R., Mast H., Koennecke H.C. et al. Feeding artery pressure and venous drainage pattern are primary determinants of hemorrhage from cerebral arteriovenous malformations. *Stroke.* 1998; 29 (6): 1167–76.
  32. Miyasaka Y., Kurata A., Irikura K., Tanaka R., Fujii K. The influence of vascular pressure and angiographic characteristics on haemorrhage from arteriovenous malformations. *Acta Neurochir. (Wien)* 2000; 142 (1): 39–43.
  33. Stapf C., Mast H., Sciacca R.R., Choi J.H., Khaw A.V., Connolly E.S. et al. Predictors of hemorrhage in patients with untreated brain arteriovenous malformation. *Neurology.* 2006; 66 (9): 1350–5. DOI: 10.1212/01.wnl.0000210524.68507.87
  34. Stefani M.A., Porter P.J., TerBrugge K.G., Montanera W., Willinsky R.A., Wallace M.C. Angioarchitectural factors present in brain arteriovenous malformations associated with hemorrhagic presentation. *Stroke.* 2002; 33 (4): 920–4. DOI: 10.1161/01.str.0000014582.03429.f7
  35. Redekop G., TerBrugge K., Montanera W., Willinsky R. Arterial aneurysms associated with cerebral arteriovenous malformations: classification, incidence, and risk of hemorrhage. *J. Neurosurg.* 1998; 89 (4): 539–46. DOI: 10.3171/jns.1998.89.4.0539
  36. Guo Y., Saunders T., Su H., Kim H., Akkoc D., Saloner D.A. et al. Silent intralesional microhemorrhage as a risk factor for brain AVM rupture. *Stroke.* 2012; 43 (5): 1240–6. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.647263

Поступила 13.12.2017

Принята к печати 26.12.2017

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.831-005.4-089.819.5

## ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНДОВАСКУЛЯРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

*Анисимов К.В.<sup>1,3</sup>, Манчуров В.Н.<sup>2,3</sup>, Скрыпник Д.В.<sup>2,3</sup>, Шамалов Н.А.<sup>1</sup>, Васильева Е.Ю.<sup>2,3</sup>, Шпектор А.В.<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, 1, Москва, 117997, Российская Федерация;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Делегатская, 20-1, Москва, 127473, Российская Федерация;

<sup>3</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 23 им. И.В. Давыдовского» Департамента здравоохранения г. Москвы, Яузская ул., 11, стр. 1, Москва, 109240, Российская Федерация

Анисимов Кирилл Владимирович, канд. мед. наук, специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению;

Манчуров Владимир Николаевич, канд. мед. наук, ассистент кафедры, специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению;

Скрыпник Дмитрий Владимирович, канд. мед. наук, доцент, заведующий отделением, кардиолог;

Шамалов Николай Анатольевич, доктор мед. наук, профессор, невролог;

Васильева Елена Юрьевна, доктор мед. наук, профессор, главный врач, кардиолог;

Шпектор Александр Вадимович, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой, руководитель Университетской клиники кардиологии

С появлением методов эндоваскулярной тромбэкстракции с доказанной эффективностью в сосудистой неврологии наступила эра фармако-инвазивного подхода к лечению ишемического инсульта. Существенным образом изменились работа скорой медицинской помощи и внутригоспитальная маршрутизация пациентов, которая стала строиться на выявлении больных, подходящих для эндоваскулярного лечения и экстренной транспортировки в рентгеноперационную с минимальными задержками по времени. Широкое применение тромбэкстракции у пациентов с инсультом способствовало развитию эндоваскулярных методов. Появились новые инструменты и варианты их взаимодействия, что расширило спектр хирургических техник. В статье подробно описаны различные эндоваскулярные методики, применяемые при острых окклюзиях крупных церебральных артерий: тромбэкстракция с применением стент-ретривера, тромбoаспирация и комбинированные техники (Solombra, ARTS, SAVE, CAPTIVE).

**Ключевые слова:** ишемический инсульт; окклюзия церебральных артерий; эндоваскулярная реканализация; фармако-инвазивный подход; тромбoэкстракция; тромбoаспирация; комбинированные техники лечения инсульта.

**Для цитирования:** Анисимов К.В., Манчуров В.Н., Скрыпник Д.В., Шамалов Н.А., Васильева Е.Ю., Шпектор А.В. Технические аспекты эндоваскулярного лечения ишемического инсульта. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 30–42. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-30-42

**Для корреспонденции:** Анисимов Кирилл Владимирович, E-mail: anisimov.org@gmail.com

## TECHNICAL ASPECTS OF ENDOVASCULAR TREATMENT FOR ISCHEMIC STROKE

*Anisimov K.V.<sup>1,3</sup>, Manchurov V.N.<sup>2,3</sup>, Skrypnik D.V.<sup>2,3</sup>, Shamalov N.A.<sup>1</sup>, Vasil'eva E.Yu.<sup>2,3</sup>, Shpektor A.V.<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Russian Federation;

<sup>2</sup> Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, 127473, Russian Federation;

<sup>3</sup> Davydovskiy Municipal Clinical Hospital No. 23, Moscow, 109240, Russian Federation

Kirill V. Anisimov, Cand. Med. Sc., Endovascular Surgeon;

Vladimir N. Manchurov, Cand. Med. Sc., Assistant Professor, Endovascular Surgeon;

Dmitriy V. Skrypnik, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Head of Department, Cardiologist;

Nikolay A. Shamalov, Dr. Med. Sc., Professor, Neurologist;

Elena Yu. Vasil'eva, Dr. Med. Sc., Professor, Chief Physician, Cardiologist;

Aleksandr V. Shpektor, Dr. Med. Sc., Professor, Chief of Chair, Head of the University Cardiology Clinic

With the advent of endovascular methods of thrombectomy with proven efficacy the era of pharmacoinvasive approach to the treatment of ischemic stroke has begun in vascular neurology. Significant changes came to the work of ambulance and intrahospital patient routing, which is now based on the identification of patients suitable for endovascular treatment and emergency transportation to the X-ray operating room with minimal time delay. The wide application

of thrombectomy in patients with stroke contributed to the development of endovascular methods. New tools and options for their interaction have appeared that expanded the range of surgical techniques. The article describes in detail the various endovascular methods used in acute occlusions of large cerebral arteries: thrombectomy with the use of stent retriever, thromboaspiration, and combined techniques (Solombra, ARTS, SAVE, CAPTIVE).

**Keywords:** ischemic stroke; cerebral arteries occlusion; endovascular recanalization; pharmacoinvasive approach; thrombectomy; thromboaspiration; combined techniques in the treatment of stroke.

**For citation:** Anisimov K.V., Manchurov V.N., Skrypnik D.V., Shamalov N.A., Vasil'eva E.Yu., Shpektor A.V. Technical aspects of endovascular treatment for ischemic stroke. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 30–42 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-30-42

**For correspondence:** Kirill V. Anisimov, E-mail: anisimov.org@gmail.com

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received February 16, 2018

Accepted March 2, 2018

## Введение

Методика эндоваскулярной реканализации при ишемическом инсульте преодолела долгий путь от простейших и малорезультативных техник воздействия на тромб до современных высокотехнологичных инструментов, позволяющих эффективно извлекать тромботические массы из церебрального сосудистого русла [1–4].

Первым эндоваскулярным методом, применявшимся для лечения ишемического инсульта в острейшем периоде, был селективный (внутриартериальный) тромболизис, при котором введение фибринолитика осуществлялось непосредственно в окклюзированную артерию [5, 6]. При этом использовались фибринолитики, которые в настоящее время запрещены к применению при ишемическом инсульте, — стрептокиназа, урокиназа, рекомбинантная проурокиназа. Доказательная база внутриартериального тромболизиса опиралась на результаты рандомизированных исследований PROACT II [7] и MELT [8], в которых была показана достоверно более высокая частота реканализации при внутриартериальном введении рекомбинантной проурокиназы (r-proUK) и урокиназы (UK) по сравнению с плацебо (гепаринизированным физиологическим раствором). Несмотря на полученные результаты, применение r-proUK и UK для лечения больных с ишемическим инсультом не было одобрено FDA (Food and Drug Administration). В последующем рандомизированных исследований по изучению безопасности и эффективности внутриартериального тромболизиса не проводилось, и сейчас любое внутриартериальное введение фибринолитика (в том числе rt-PA) является применением вне показаний, утвержденных в инструкции к препарату (off-label).

Кроме внутриартериального введения фибринолитика для достижения реканализации предпринимались попытки механического воздействия на тромб при помощи проводников, микрокатетеров, а с появлением интракраниальных баллонных катетеров — посредством баллонных дилатаций. Недостатком таких манипуляций являлась высокая частота эмболизаций дистального артериального русла, в связи с чем даже успешная реканализация не приводила к уменьшению выраженности неврологического дефицита [9].

С появлением интракраниальных стентов изучалась возможность их имплантации непосредственно в место окклюзии в острейшем периоде ишемического инсульта по аналогии с эндоваскулярным лечением инфаркта миокарда. В небольшом пилотном исследовании SARIS (Stent-Assisted Recanalization In acute ischemic Stroke) была показана возможность реканализации острых окклюзий церебральных артерий при использовании самораскрывающегося интракраниального стента Wingspan [10]. Однако стентирование как основная реперфузионная стратегия в острейшем периоде инсульта имеет ряд ограничений. После имплантации стентов пациенты должны получать двойную антиагрегантную терапию, что ограничивает их применение в острейшем периоде ишемического инсульта в связи с повышением риска развития внутричерепных кровоизлияний и требует дальнейшего изучения безопасности [10]. Кроме того, в отличие от инфаркта миокарда, при котором основным патогенетическим механизмом окклюзии являются тромбы, возникающие *in situ*, преобладающая причина острых окклюзий крупных церебральных артерий при инсульте (дистальный отдел внутренней сонной артерии, M1-сегмент средней мозговой артерии) — тромбоэмболы, образующиеся в полостях

сердца (кардиоэмболия), на атеросклеротических поражениях нижележащих отделов брахиоцефальных артерий или дуги аорты (артериоартериальная эмболия) [11, 12]. В связи с этим наиболее предпочтительным представляется метод, который позволил бы извлечь тромбоембол, а не разрушать его баллонным катетером или прижимать к стенке сосуда стентом.

Таким критериям соответствовала тромбэкстракция посредством специализированных устройств [13]. Однако первое поколение тромбэкстракторов (MERCİ, Stryker) характеризовалось относительно небольшой частотой успешных реканализаций (43–55%) [14], а результаты первых рандомизированных исследований IMS III (Interventional Management of Stroke) и SYNTESIS, в которых изучалась эффективность эндоваскулярных методов (в том числе тромбэкстракторов) в сравнении с системным тромболизисом, были разочаровывающими [15, 16].

В 2015 г. произошла настоящая революция в лечении ишемического инсульта, которая радикально изменила подход к оказанию помощи больным с острыми окклюзиями крупных церебральных артерий: сразу пять крупных рандомизированных исследований (MR CLEAN [17], ESCAPE [18], EXTEND-IA [19], SWIFT PRIME [20], REVASCAT [21]) продемонстрировали безопасность и эффективность эндоваскулярной тромбэкстракции у данной категории пациентов. Эндоваскулярным методам лечения был присвоен класс и уровень доказательности IA (рекомендации American Heart Association/American Stroke Association (AHA/ASA), 2015) [13], после чего частота их применения стала прогрессивно расти.

Появление позитивных результатов исследований было связано, в первую очередь, с началом применения в качестве тромбэкстрактора устройства Solitaire AB (EV3/Medtronic), изначально предназначенного для стент-ассистированной эмболизации аневризм церебральных артерий [22]. Представляя собой самораскрывающийся нитиновый стент, устройство обладало дизайном, который позволял раскрыть его в области тромбоза и извлечь с фиксированными тромботическими массами в проводниковый катетер. Успешное использование устройства Solitaire AB в качестве тромбэкстрактора привело к появлению новых инструментов, которые, несмотря на индивидуальные конструктивные особенности, концептуально

представляют собой самораскрывающиеся стенты с возможностью извлечения в раскрытом состоянии (стент-ретриверы). Применение стент-ретриверов позволило не только повысить процент успешных реканализаций (TICI 2b-3) при острых окклюзиях крупных церебральных артерий до 75–90%, но и повлиять на исход заболевания, увеличив долю пациентов с хорошим функциональным восстановлением. Высокая эффективность данных устройств в отношении как успешной реканализации, так и улучшения функционального восстановления была показана в исследованиях MR CLEAN [17], EXTEND-IA [19], SWIFT PRIME [20], REVASCAT [21], а исследование ESCAPE продемонстрировало достоверное снижение частоты летальных исходов [18].

В конце 2017 г. и начале 2018 г. были опубликованы результаты исследований DAWN [23] и DEFUSE 3 [24], показавшие эффективность тромбэкстракции и за пределами 6 ч от начала заболевания (от 6 до 24 ч и от 6 до 16 ч соответственно), опираясь на результаты перфузионной компьютерной и магнитно-резонансной томографии, что нашло отражение в рекомендациях AHA/ASA по лечению инсульта 2018 г. [25]. Столь значительное расширение терапевтического окна для эндоваскулярного вмешательства (при соответствии критериям включения в исследования DAWN и DEFUSE 3) трудно переоценить, так как это увеличивает количество пациентов с ишемическим инсультом, которым необходимо проводить тромбэкстракцию, и дает возможность принять решение о выборе лечебной стратегии при неясном времени начала заболевания и инсульте после сна.

### Техники тромбэкстракции

В классическом варианте *техника тромбэкстракции при помощи стент-ретривера* подразумевает использование баллонного проводникового катетера и включает следующие этапы:

- проводниковый баллонный катетер позиционируют как можно дистальнее в шейном сегменте внутренней сонной артерии;
- комплекс «микрокатетер—микропроводник» заводят за область окклюзии (рис. 1, а);
- извлекают проводник и выполняют контрастирование через микрокатетер для визуализации дистального русла (дистальное контрастирование);
- в микрокатетер заводят стент-ретривер и раскрывают его в области окклюзии (рис. 1, б);



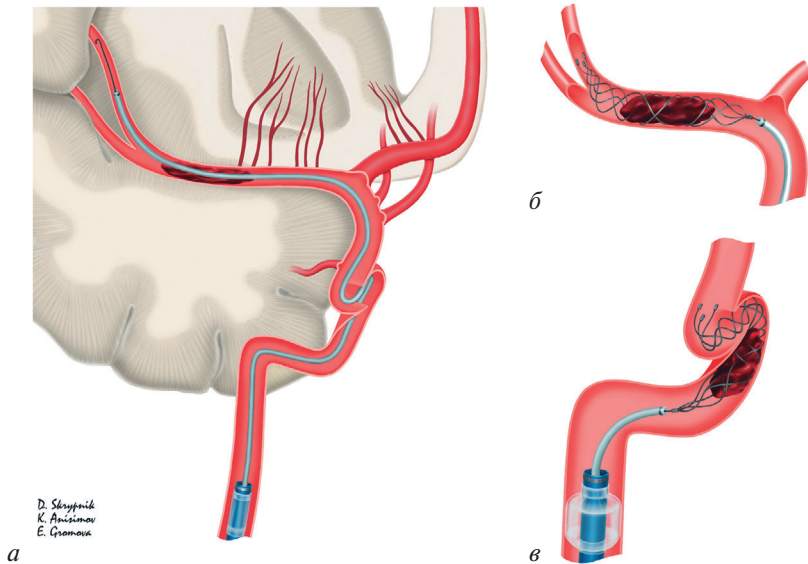


Рис. 1. Этапы тромбэкстракции посредством стент-ретривера:

*a* — заведение комплекса «микрокатетер–микропроводник» за область окклюзии; *б* — заведение стент-ретривера в микрокатетер и раскрытие его в области окклюзии; *в* — извлечение стент-ретривера после начала аспирации

— через 2–4 мин раздувают баллон на проводниковом катетере;

— к проводниковому катетеру подсоединяют аспирационную линию вакуумной помпы или 60-миллилитровый шприц VacLock и начинают аспирацию;

— после начала аспирации извлекают стент-ретривер (движение должно быть как можно более плавным и равномерным, при этом следует избегать резких рывков ретривера) (рис. 1, *в*);

— после извлечения стент-ретривера баллон на проводниковом катетере дефлируют при продолжающейся аспирации;

— после полной дефляции баллона аспирацию из проводникового катетера прекращают и выполняют контрольную ангиографию.

Еще одной параллельно развивающейся эндоваскулярной техникой удаления тромба при острых окклюзиях церебральных артерий является *прямая тромбоаспирация*. Первые поколения тромбоаспирационных катетеров не обладали достаточным просветом для эффективной аспирации. Для реканализации предполагалось использовать сепаратор, с помощью которого оказывалось механическое воздействие на тромб при одновременной аспирации из катетера. Данный подход позволял восстановить проходимость сосуда в области исходной окклюзии, однако приводил к фрагментации тромботических масс и массивной эмболизации дистального церебрального русла. В результате, несмотря на высокую частоту достигаемой реканализации, убедительных клинических результатов показано не было [9]. Тем не менее дальнейшая разработка и внедрение гибких

гидрофильных полимеров с высокой радиальной устойчивостью, применение многосегментарной конструкции, усовершенствование профиля катетеров привели к появлению новых устройств — аспирационных катетеров с широким просветом: ACE64/ACE68 (Penumbra), а позже — SofiaPlus (MicroVention/Terumo), Catalyst 6 (Stryker / Boston Scientific). Инженерные решения, использованные при создании данных катетеров, обеспечили возможность проводить их вплоть до M1-сегмента средней мозговой артерии, располагая непосредственно перед тромбом. Увеличенный просвет катетера существенным образом повысил как площадь контакта с тромбом, так и аспирационную силу (так как аспирационная сила пропорциональна диаметру просвета). Это позволило отказаться от сепаратора и сделало возможным напрямую эвакуировать тромботические массы через просвет катетера или зафиксировать тромб на его кончике за счет аспирационной силы с последующим извлечением через проводниковый катетер. Техники применения аспирационного катетера были опубликованы под названиями FAST (Forced Aspiration Suction Thrombectomy) [26] и ADAPT (A Direct Aspiration first Pass Technique) [27, 28].

Техника прямой тромбоаспирации с использованием широкопросветных аспирационных катетеров состоит из следующих этапов:

— триаксиальную систему (комплекс «микропроводник — микрокатетер — широкопросветный аспирационный катетер») подводят максимально близко к тромбу, при этом в случае хорошей поддержки нет необходимости (в отличие от техник с применением

стент-ретриверов) заводить комплекс «микрокатетер—микропроводник» за окклюзию с риском сместить или фрагментировать тромб (рис. 2, а);

– широкопросветный аспирационный катетер подводят максимально близко к тромбу с небольшим погружением в тромботические массы (рис. 2, б);

– микрокатетер и микропроводник извлекают, широкопросветный аспирационный катетер подключают напрямую к вакуумной помпе;

– начинают аспирацию из широкопросветного аспирационного катетера (отсутствие уверенного тока крови в помпу свидетельствует об obturации катетера тромбом; тромб в этот момент может находиться как внутри просвета катетера, так и на его кончике; если же после начала аспирации в линию без сопротивления сразу поступает кровь, то аспирационный катетер необходимо аккуратно продвинуть вперед, контролируя ток крови в помпу);

– аспирацию продолжают в течение 2–3 мин до появления тока крови в помпу;

– если в течение 2–3 мин аспирации не появляется уверенного тока крови в помпу, аспирационный катетер следует медленно подтягивать, пока он не войдет в проводниковый катетер (необходимо помнить, что в этот момент тромб может быть фиксирован вакуумом на кончике катетера и все движения должны осуществляться как можно плавнее, чтобы предотвратить потенциальное сбрасывание тромба);

– после извлечения аспирационного катетера дополнительно аспирируют 15–20 мл крови из проводникового катетера, после чего выполняют контрольную ангиографию;

– при отсутствии эффекта от аспирации переходят к другой методике тромбоэкстракции с применением стент-ретривера.

Следует отметить, что ADAPT представляет собой не столько самостоятельную эндоваскулярную технику, сколько методологию, предполагающую строить ход операции от более простого метода к более сложному: тромбоаспирация в качестве первого маневра, а при отсутствии эффекта – переход к тромбоэкстракции стент-ретривером или к комбинированным техникам. В исследовании ADAPT-FAST при использовании тромбоаспирации в качестве первого приема для реканализации окклюзированной артерии кровотоки TICI 2b-3 был достигнут в 78% случаев, а общая частота успешной реканализации, включающая случаи использования тромбоэкстрактора, составила 95% [27, 28].

Принцип перехода к использованию стент-ретривера в случае неэффективной аспирации подтолкнул исследователей к разработке комбинированных техник [29]. Одним из первых вариантов комбинированного подхода стала техника *Solumbra* (*Solitaire* + *Penumbra*) [9, 29, 30]. Суть данной техники состоит в том, чтобы извлекать стент-ретривер не в проводниковый, а непосредственно в аспирационный катетер, который следует располагать интракраниально как можно ближе к тромбу.

Техника *Solumbra* состоит из следующих этапов:

– триаксиальную систему (комплекс «микропроводник – микрокатетер – широкопросветный аспирационный катетер») подводят максимально близко к тромбу;

– извлекают микропроводник, после чего выполняют дистальное контрастирование;

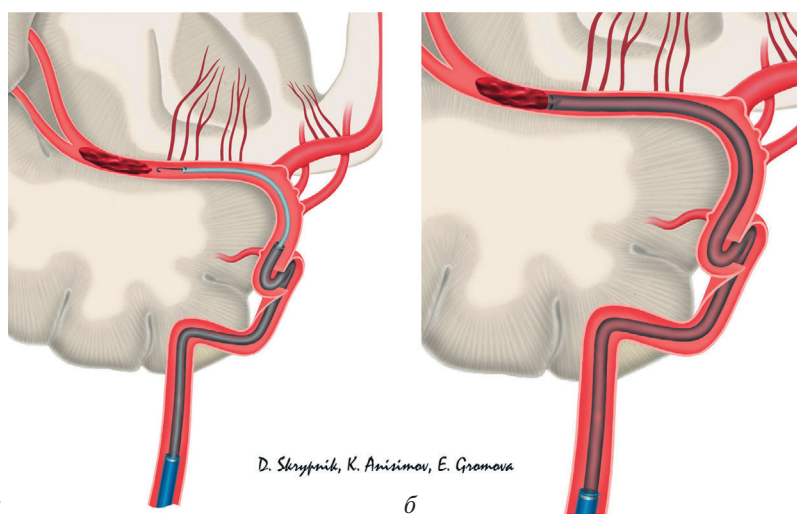


Рис. 2. Этапы прямой тромбоаспирации:

а – проведение триаксиальной системы (комплекс «микропроводник – микрокатетер – широкопросветный аспирационный катетер») максимально близко к тромбу; б – подведение широкопросветного аспирационного катетера максимально близко к тромбу с небольшим погружением в тромботические массы

— в микрокатетер заводят стент-ретривер и раскрывают его в области тромбоза;

— через 2–4 мин начинают аспирацию в помпу из аспирационного катетера, стент-ретривер полностью извлекают через широкопросветный аспирационный катетер при постоянной аспирации.

В теории данный подход предоставляет сразу несколько преимуществ: сокращается расстояние, которое преодолевает стент-ретривер при тромбэкстракции, прежде чем попасть в катетер; аспирация осуществляется в непосредственной близости к тромбу; в случае необходимости облегчается доступ для повторных тромбэкстракций, так как аспирационный катетер уже расположен интракраниально [30].

В последующем появились публикации с критикой данной техники, основным положением которых был риск фрагментации тромба при контакте с краями кончика аспирационного катетера при полном извлечении в него стент-ретривера [31–33]. При этом, как только тромб попадает в просвет аспирационного катетера, аспирационная сила неизбежно падает, что уменьшает ее эффективность. И хотя кровоток TICI 2b все еще может достигаться в большом количестве случаев, фрагментация тромба и дистальная эмболия в мелкие корковые ветви снижает как частоту полной реперфузии (кровоток TICI 3), так и долю пациентов с полным или почти полным регрессом очагового неврологического дефицита [32].

Для снижения риска фрагментации тромба при взаимодействии тромбэкстрактора и аспирационного катетера была предложена *техника ARTS (Aspiration-Retriever Technique for Stroke)* [31]. Суть ее состоит в том, чтобы извлекать экстрактор в аспирационный катетер не полностью, а лишь частично, остановив тракцию в момент появления сопротивления, когда экстрактор с тромбом только начинает входить в аспирационный катетер. Затем следует зафиксировать положение стент-ретривера и извлечь его вместе с аспирационным катетером единым комплексом в проводниковый катетер (рис. 3). При этом тромб оказывается частично погружен в аспирационный катетер с одной стороны и фиксирован стент-ретривером с другой, что позволяет более надежно его удерживать и предотвратить нежелательную дистальную эмболизацию при извлечении.

Данный подход получил развитие в комбинированных *техниках CAPTIVE (Continuous*

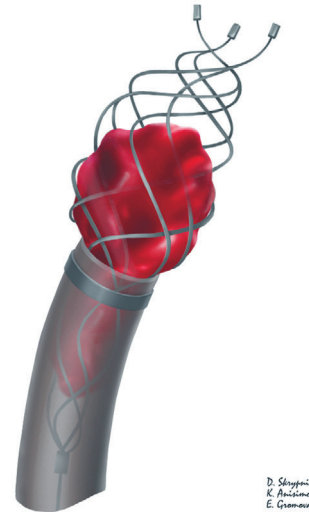


Рис. 3. Техника ARTS: экстрактор извлекают в аспирационный катетер не полностью, а лишь частично. В момент появления сопротивления положение стент-ретривера фиксируют и извлекают его вместе с аспирационным катетером единым комплексом в проводниковый катетер. Данная техника позволяет снизить риск фрагментации тромба при взаимодействии тромбэкстрактора и аспирационного катетера

*Aspiration Prior To Intracranial Vascular Embol-ectomy)* [32] и *SAVE (Stent retriever Assisted Vacuum-locked Extraction)* [34]. Их объединяет общий подход, который заключается в изначальном позиционировании инструментов таким образом, чтобы фиксировать тромб сразу с двух сторон — вакуумом аспирационного катетера проксимально и стент-ретривером дистально, после чего извлекать получившийся комплекс единым блоком в проводниковый катетер.

Основные этапы техники SAVE [34]:

— триаксиальную систему («аспираторный катетер — микрокатетер — микропроводник») заводят в проводниковый катетер;

— комплекс «микрокатетер—микропроводник» заводят за окклюзию (рис. 4, а), микропроводник извлекают и выполняют дистальное контрастирование (на данном этапе аспираторный катетер располагают проксимальнее, на некотором расстоянии от места окклюзии; в случае возникновения сложностей при проведении аспираторного катетера через сифон внутренней сонной артерии можно не заводять его за офтальмический сегмент для экономии времени — провести аспираторный катетер дистальнее возможно будет после раскрытия стент-ретривера, что позволит использовать его как якорь);

— стент-ретривер заводят в микрокатетер и раскрывают так, чтобы проксимальная метка

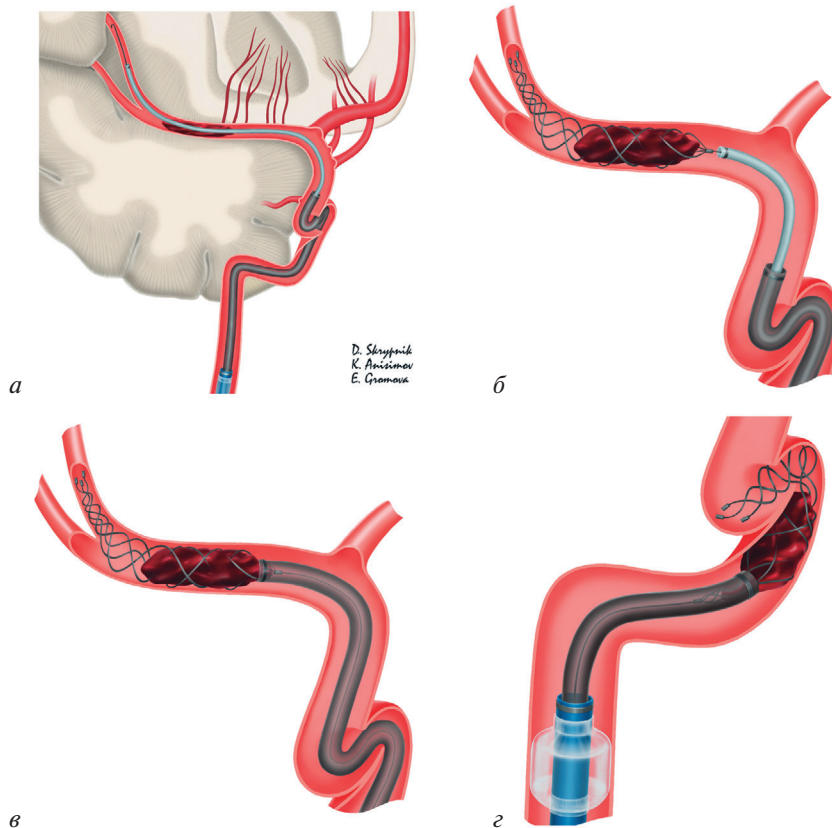


Рис. 4. Этапы комбинированной техники SAVE:

*а* – заведение комплекса «микрокатетер–микропроводник» за окклюзию; *б* – раскрытие стент-ретривера в микрокатетере; *в* – подключение к аспирационному катетеру помпы или шприца VacLock; *г* – извлечение стент-ретривера и аспирационного катетера единым комплексом в проводниковый катетер при продолжающейся аспирации

экстрактора по возможности располагалась непосредственно перед окклюзией или несколько дистальнее (рис. 4, б);

- через 2–3 мин после раскрытия стент-ретривера аспирационный катетер подводят ближе к окклюзии;

- полностью извлекают микрокатетер (для увеличения аспирационной силы, прием bare wire thrombectomy) [35];

- после извлечения микрокатетера к аспирационному катетеру подсоединяют помпу или шприц VacLock; при постоянной аспирации кончик аспирационного катетера проводят непосредственно к месту окклюзии, одновременно слегка натягивая доставочный проводник стент-ретривера (якорная техника) до положения клинча, когда прекращается ток крови в аспирационной линии из аспирационного катетера (рис. 4, в);

- как только ток крови в линии помпы (или в шприце VacLock) сильно замедляется или прекращается, продвижение аспирационного катетера вперед следует остановить, так как в этот момент кончик аспирационного катетера начал погружаться в тромб;

- стент-ретривер и аспирационный катетер плавно извлекают единым комплексом в проводниковый катетер при продолжающейся ас-

пирации (рис. 4, г) (при тракции желательнее избегать погружения стент-ретривера в аспирационный катетер, поскольку при этом фиксированные на нем тромботические массы могут фрагментироваться, вызывая дистальную эмболизацию; для фиксации стент-ретривера можно использовать торкер и вентиль Y-коннектора, что позволит предотвратить нежелательное смещение экстрактора);

- экстракцию осуществляют при одновременной аспирации как из аспирационного катетера, так и из проводникового катетера, после извлечения комплекса «аспираторный катетер – стент-ретривер» дополнительно аспирируют 15–20 мл крови из проводникового катетера, а затем выполняют контрольную ангиографию.

Безопасность и эффективность техники SAVE изучали V. Maus et al. в многоцентровом ретроспективном исследовании, в которое были включены 32 пациента [34]. У всех участников исследования для реканализации использовали технику SAVE. Кровоток mTICI 3 после первого маневра экстракции был достигнут в 72% случаев, при этом среднее время от пункции до реканализации составило  $36 \pm 15,8$  мин. Суммарно кровоток mTICI 3 был достигнут у 78% больных, при этом максимальное количе-



ство экстракций не превышало трех. Кровоток mTICI 2b-3 был достигнут в 100% случаев, а время от пункции до реканализации составило  $44,5 \pm 25,8$  мин. Ни у одного пациента не наблюдалось эмболизации в новую территорию. При выписке была зафиксирована медиана показателя по шкале инсульта NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) [36] 4 балла (0–17 баллов), а по шкале mRS (modified Rankin Scale) [37] результат 2 балла и менее наблюдался у 59% пациентов.

Пожалуй, основным отличием техники CAPTIVE от техники SAVE является начало аспирации из аспирационного катетера непосредственно перед раскрытием стент-ретривера. По мнению авторов, данный прием позволяет снизить вероятность дистальной эмболизации при раскрытии экстрактора в тромбе. После раскрытия стент-ретривера аспирационный катетер продвигают вперед при продолжающейся аспирации до контакта с тромбом.

Другим отличием данных методов является применение аспирации из проводникового катетера в технике SAVE, что обеспечивается выбором проводниковых катетеров большего диаметра и теоретически может уменьшать риск дистальных эмболий при извлечении комплекса «экстрактор – аспирационный катетер» в проводниковый катетер.

В остальном обе методики очень похожи в техническом исполнении и в небольших исследованиях показывали высокую частоту успешной реканализации с кровотоком mTICI 2b-3 (100%) [32, 34]. R.A. McTaggart et al. [32] опубликовали результаты одноцентрового ретроспективного исследования, в котором сравнили безопасность и эффективность стандартной техники экстракции (баллонный проводниковый катетер + стент-ретривер) и техники CAPTIVE. Основную группу составили 39 пациентов (CAPTIVE), группу контроля – 57 больных (стандартная техника). Было показано, что при использовании техники CAPTIVE частота реканализации mTICI 2c-3 достигалась достоверно чаще, чем при применении традиционной техники тромбоэкстракции стент-ретривером (79,5% против 40%,  $p < 0,001$ ), время от пункции до реканализации было короче (14 против 31 мин,  $p < 0,0001$ ), а выраженность неврологического дефицита к моменту выписки из стационара – ниже (3 против 10 баллов по шкале NIHSS,  $p < 0,005$ ). Кровоток mTICI 3 в группе CAPTIVE был достигнут в 33% случаев,

а в группе контроля – в 17%. Частота эмболий в новую территорию в группе CAPTIVE составила 5%, а в группе контроля – 11%.

Еще одним примером совместного применения аспирационного катетера и тромбоэкстрактора является техника PROTECT (PROximal balloon Occlusion Together with direct Thrombus aspiration during stent retriever thrombectomy) [38]. Для защиты от дистальной эмболии С. Maegerlein et al. использовали как аспирацию из широкопросветного катетера, так и контроль за кровотоком при помощи баллонного проводникового катетера. В небольшом ретроспективном исследовании данная техника показала высокую эффективность в отношении достижения кровотока TICI 2b-3 (100%), при этом среднее время от пункции до реканализации составило 29 мин [38].

### Дополнительные приемы повышения эффективности тромбоэкстракции

#### Активное раскрытие ретривера (*push and fluff*)

Кроме различных комбинаций использования стент-ретривера и аспирационного катетера также описаны технические приемы, которые могут повысить эффективность отдельных этапов тромбоэкстракции и тем самым улучшить результативность всей процедуры.

Одним из таких приемов является способ раскрытия тромбоэкстрактора, получивший название *push and fluff* [39]. Стандартная техника заключается в стягивании микрокатетера со стент-ретривера, что приводит к пассивному раскрытию устройства, которое, следуя памяти формы, стремится принять конфигурацию, заданную при производстве. Под воздействием радиальной силы стент-ретривера тромботические массы прижимаются к стенке сосуда с частичной протрузией тромба через страты устройства, что фиксирует тромб и позволяет извлекать его вместе с экстрактором в проводниковый катетер [40].

Альтернативная техника *push and fluff* была предложена для стент-ретриверов с закрытым дизайном ячейки и предполагает следующую последовательность при раскрытии устройства:

- стент-ретривер раскрывают примерно на треть с помощью стандартной техники (активным стягиванием микрокатетера с проксимальной порции ретривера до хорошей апозиции со стенкой сосуда);

- тракцию микрокатетера останавливают и начинают активно подавать вперед доставочный

проводник стент-ретривера (так как на данном этапе стент-ретривер частично раскрыт в сосуде, он не будет продвигаться вперед, а прилагаемое усилие будет передаваться на микрокатетер; стент-ретривер будет активно раскрываться, а микрокатетер – пассивно стягиваться: маневр active push);

– в момент, когда раскрытие стент-ретривера дойдет до проксимальной части тромба, можно оказать дополнительное толкающее воздействие на всю систему (подать вперед микрокатетер и доставочный проводник ретривера всем комплексом: маневр fluff).

При использовании данного приема стент-ретривер раскрывается с большей радиальной силой, что позволяет добиться лучшего раскрытия и обеспечить более полное сцепление экстрактора с тромбом.

D.C. Haussen et al. изучили данный способ раскрытия стент-ретривера как на потоковой модели, так и в клинической практике [39]. В модели *in vitro* было показано, что при использовании стандартной техники раскрытия экстрактора максимальный диаметр устройства составил 1,9 мм, а длина – 42,8 мм, в то время как при применении техники push and fluff – 3,3 и 34,1 мм соответственно (то есть продемонстрированы увеличение диаметра на 75% и укорочение длины на 25%). Средняя площадь ячейки составила 2,4 мм<sup>2</sup> при использовании стандартной техники и 3,7 мм<sup>2</sup> в случаях применения push and fluff (на 51% больше) [39].

Для оценки безопасности и эффективности данного приема в клинической практике было проведено одноцентровое ретроспективное исследование, в которое включили 151 пациента с острой проксимальной окклюзией крупных церебральных артерий [39]. Основную группу составили 70 больных, у которых для раскрытия стент-ретривера применялся маневр push and fluff; в группу контроля вошел 81 пациент, у которых использовалась стандартная техника раскрытия тромбэкстрактора. Во всех случаях применялся стент-ретривер с закрытым дизайном ячейки Trevo ProVue (Stryker / Boston Scientific), который характеризуется хорошей рентгеноконтрастностью и позволяет визуально контролировать раскрытие. Было продемонстрировано, что использование техники push and fluff ассоциировано с более высокой частотой реперфузии после первого маневра (54% против 36%,  $p=0,03$ ), а также достижения кровотока mTICI 3 (58% против 40%,  $p=0,03$ ). Многофак-

торный анализ показал, что применение техники push and fluff является независимым фактором, ассоциированным с меньшим числом экстракций ( $p=0,01$ ), высокой частотой реканализации после первого подхода ( $p=0,01$ ) и достижения кровотока mTICI 3 ( $p<0,01$ ). Количество внутримозговых кровоизлияний носило единичный характер и достоверно не различалось между двумя группами. Авторы пришли к выводу, что активный способ раскрытия стент-ретривера с закрытым дизайном ячейки push and fluff является безопасным и эффективным. Однако следует тщательнее планировать позиционирование стент-ретривера в связи с его укорочением при использовании маневра push and fluff [39].

### *Прием bare wire thrombectomy*

При раскрытии стент-ретривера большинство производителей рекомендуют оставлять микрокатетер у проксимальной метки экстрактора с последующим извлечением единым комплексом. Однако в последнее время все большее распространение получает прием bare wire thrombectomy, суть которого заключается в полном извлечении микрокатетера перед выполнением тромбэкстракции. Данный прием может повысить эффективность аспирации как из баллонного проводникового катетера при использовании классической техники, так и из аспирационного катетера в случае применения комбинированных методик.

O. Nikoubashman et al. показали, что наличие микрокатетера внутри проводникового или аспирационного катетера существенно ограничивает в них ток жидкости и, следовательно, снижает аспирационную силу [35]. При этом чем меньше просвет наружного катетера, тем сильнее проявляется данный отрицательный эффект. Например, если оставить микрокатетер внутри катетера дистального доступа 5F (например, Sophia 5, MicroVention/Terumo), то снижение потока составит 65% по сравнению с пустым катетером [35]. Если же оставить микрокатетер внутри более крупного проводникового катетера (7F и 8F), то поток снижается на 20 и 5% соответственно.

Извлечение микрокатетера представляется простейшим способом увеличить аспирационную силу при проведении тромбэкстракции. Это позволит повысить эффективность реверса кровотока во время аспирации из баллонного проводникового катетера при классической

технике экстракции и обеспечить более надежную фиксацию тромба вакуумом в комбинированных методиках. В исследовании O. Nikoubashman et al. данный прием был выполнен при 302 экстракциях у 117 пациентов без каких-либо технических трудностей или осложнений, что дает основание судить о безопасности такого подхода. Однако предположения о потенциальной пользе от этого приема основываются только на теоретических предпосылках. Для подтверждения клинической значимости требуются результаты крупных рандомизированных исследований. Тем не менее все чаще сообщения о полном извлечении микрокатетера можно встретить в описании различных комбинированных техник, где данный прием является частью методики (SAVE, CAPTIVE, PROTECT) [32, 34, 38].

### Выбор проводникового катетера

В работе J.Y. Chueh et al. [41] на потоковой модели было показано, что при тромбоэкстракции образуется более тысячи эмболов, большую часть которых составляют эмболы очень малых размеров (менее 20 мкм). Несмотря на малый размер, множественные мелкие эмболы, закрывая микроциркуляторное русло на обширной территории, могут приводить к таким же клиническим последствиям, как и крупные эмболы, окклюзирующие сосуд большого диаметра. И если крупные эмболы еще могут быть доступны для повторных экстракций (или локального фибринолиза), то множественная дистальная эмболизация микроциркуляторного русла остается за пределами возможностей хирургического лечения.

Баллонный проводниковый катетер используется для контроля над кровотоком при тромбоэкстракции: инфляция баллона останавливает антеградный ток крови, а аспирация из проводникового катетера обеспечивает его реверс. Исследования, проведенные как на потоковых моделях, так и на животных, показали, что применение баллонного проводникового катетера позволяет существенно снизить риск развития дистальных эмболий при тромбоэкстракции стент-ретривером [33, 41–43]. В то же время использование проводникового катетера без баллона достоверно повышает риск возникновения как крупных (более 1000 мкм), так и мелких (менее 50 мкм) эмболов [41].

По данным регистра NASA (North American Solitaire Stent-Retriever Acute Stroke Registry) [44],

применение баллонного проводникового катетера ассоциировано с сокращением времени процедуры, высокой частотой успешной реканализации и лучшими клиническими результатами по сравнению с проводниковым катетером без баллона. И хотя количество зарегистрированных эмболий достоверно не различалось между двумя группами, следует помнить о низкой чувствительности современных методов визуализации к выявлению мелких эмболов (менее 20 мкм).

В соответствии с имеющимися данными, при классической тромбоэкстракции стент-ретривером рекомендуется использовать баллонный проводниковый катетер. Однако в случае применения тромбоаспирации или комбинированных техник вопрос о выборе проводникового катетера остается открытым, так как контроль над кровотоком теоретически может осуществляться при помощи аспирационного катетера, расположенного максимально близко к области тромботической окклюзии. И хотя риск фрагментации тромба при контакте с краями проводникового катетера в момент извлечения тромботических масс сохраняется, убедительных данных о преимуществе баллонных проводниковых катетеров над безбаллонными при совместном использовании с широкопросветными аспирационными катетерами на сегодняшний день нет. Имеются данные об эффективности как техник с применением баллонного проводникового катетера (SAVE [34], PROTECT [38]), так и техник, где используется безбаллонный проводниковый катетер (CAPTIVE [32], ARTS [31], ADAPT [28]).

Следует помнить, что для аспирационных катетеров с широким просветом, например Ace64/Ace68 (Penumbra), SofiaPlus (Microvention/Terumo), Catalyst 6 (Stryker / Boston Scientific), потребуется баллонный проводниковый катетер с большим внутренним диаметром, например Cello 9F (EV3/Medtronic), Merci 9F, Flowgate 8F (Stryker / Boston Scientific). При этом практически весь просвет проводникового баллонного катетера будет заполнен аспирационным катетером. И хотя антеградный ток крови будет ограничен баллоном, добиться реверса кровотока в момент извлечения комплекса «аспираторный катетер – стент-ретривер» не удастся, поскольку аспирация из проводникового катетера будет практически невыполнима.

Использование безбаллонного проводникового катетера с диаметром внутреннего

просвета 8F или 9F позволит выполнять аспирацию при извлечении комплекса «аспирационный катетер – тромбэкстрактор», но вопрос о снижении риска дистальной эмболизации при таком подходе остается открытым, так как сохраняется антеградный кровоток (он ограничен лишь диаметром проводникового катетера), а большая разница между диаметрами аспирационного и проводникового катетеров хоть и снижает, но не исключает вероятности фрагментации тромба в момент его извлечения в проводниковый катетер.

Также следует отметить, что на выбор проводникового катетера влияют и анатомические особенности брахиоцефальных артерий, которые могут ограничивать применение катетеров с большим наружным диаметром.

### Заключение

С появлением методов эндоваскулярной тромбэкстракции с доказанной эффективностью в сосудистой неврологии наступила эра фармако-инвазивного подхода к лечению ишемического инсульта. Существенным образом изменились работа скорой медицинской помощи и внутригоспитальная маршрутизация больных, которая стала строиться на выявлении пациентов, подходящих для эндоваскулярного лечения и экстренной транспортировки в рентгеноперационную с минимальными задержками по времени. Широкое применение тромбэкстракции у больных с инсультом способствовало развитию эндоваскулярных методов. Появились новые инструменты и варианты их взаимодействия, что расширило спектр хирургических техник. Разнообразие видов технического выполнения тромбэкстракции, с одной стороны, позволяет более дифференцированно подойти к выбору эндоваскулярной методики в каждом конкретном случае, а с другой – неизбежно вызывает вопрос о том, какой из подходов является более безопасным и эффективным. Стоит ли сразу применять более сложную технику, требующую взаимодействия большого количества инструментов (SAVE, CAPTIVE, ARTS) или строить ход операции, начиная с простого метода и переходя к сложным приемам только при его неэффективности (классическая тромбэкстракция стент-ретривером, ADAPT)? Первые результаты пилотных исследований комбинированных техник выглядят обнадеживающе и все чаще в мировой практике применяются различные варианты комбинаций

тромбэкстрактора и аспирационного катетера как методы первой линии. Тем не менее для ответа на вопрос, какая техника является наиболее эффективной, требуются крупные рандомизированные исследования, а пока единственным эндоваскулярным методом с классом и уровнем доказательности IA остается классическая тромбэкстракция при помощи стент-ретривера [13].

Идеальная методика эндоваскулярного лечения инсульта должна быть максимально проста, легковоспроизводима, она должна способствовать достижению кровотока TICI 3 с первого подхода благодаря полному устранению тромботической окклюзии без фрагментации тромба и дистальной эмболизации. Однако ни одна из существующих техник тромбэкстракции не является абсолютно эффективной, и так или иначе иногда приходится менять интервенционную тактику. Именно поэтому необходимо иметь в арсенале несколько эндоваскулярных техник вне зависимости от того, какая из них используется в качестве метода первой линии.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература [References]

1. Крылов В.В., Володюхин М.Ю. К вопросу об организации рентгенхирургической помощи пациентам с острым ишемическим инсультом. *Нейрохирургия*. 2017; 2: 60–5. [Krylov V.V., Volodyukhin M.Y. Organization of interventional surgery for patients with acute ischemic stroke. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2017; 2: 60–5 (in Russ.).]
2. Савелло А.В., Свистов Д.В., Сорокоумов В.А. Эндоваскулярные методы лечения ишемического инсульта: современное состояние и перспективы. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2015; 7 (4): 42–9. DOI: 10.14412/2074-2711-2015-4-42-49 [Savello A.V., Svistov D.V., Sorokoumov V.A. Endovascular treatments for ischemic stroke: present status and prospects. *Neurologiya, Neurosikhhiatriya, Psikhosomatika (Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics)*. 2015; 7 (4): 42–9 (in Russ.). DOI: 10.14412/2074-2711-2015-4-42-49]
3. Володюхин М.Ю., Хасанова Д.Р., Демин Т.В., Загидуллин Б.И., Мусин Ш.Г., Шарафутдинов М.Р. Энтериальная реперфузионная терапия у пациентов с острым ишемическим инсультом. *Медицинский совет*. 2015; 10: 4–5. DOI: 10.21518/2079-701X-2015-10-4-5 [Volodyukhin M.Y., Khasanova D.R., Demin T.V., Zagidullin B.I., Musin S.G., Sharafutdinov M.R. Intra-arterial reperfusion therapy in patients with acute ischemic stroke. *Meditsinskiy Sovet (Medical Council)*. 2015; 10: 4–5 (in Russ.). DOI: 10.21518/2079-701X-2015-10-4-5]
4. Савелло А.В., Свистов Д.В. Эндоваскулярные вмешательства в остром периоде ишемического инсульта: результаты последних клинических исследований и практическая перспектива. *Эндоваскулярная хирургия*. 2015; 2 (3): 15–23. [Savello A.V., Svistov D.V. Endovascular interventions in acute stroke: last randomized controlled trials review and practical perspectives. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2015; 2 (3): 15–23 (in Russ.).]



5. Zeumer H., Hacke W., Kolmann H.L., Poeck K. Local fibrinolysis in basilar artery thrombosis (author's transl.). *Dtsch. Med. Wochenschr.* 1982; 107 (19): 728–31.
6. Zeumer H., Hacke W., Ringelstein E.B. Local intraarterial thrombolysis in vertebrobasilar thromboembolic disease. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 1983; 4 (3): 401–4.
7. Furlan A., Higashida R., Wechsler L., Gent M., Rowley H., Kase C. et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. Prollyse in Acute Cerebral Thromboembolism. *JAMA.* 1999; 282 (21): 2003–11.
8. Ogawa A., Mori E., Minematsu K., Taki W., Takahashi A., Nemoto S. et al. Randomized trial of intraarterial infusion of urokinase within 6 hours of middle cerebral artery stroke: the middle cerebral artery embolism local fibrinolytic intervention trial (MELT) *Japan. Stroke.* 2007; 38 (10): 2633–9. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.488551
9. Spiotta A.M., Chaudry M.I., Hui F.K., Turner R.D., Kellogg R.T., Turk A.S. et al. Evolution of thrombectomy approaches and devices for acute stroke: a technical review. *J. Neurointerv. Surg.* 2015; 7 (1): 2–7. DOI: 10.1136/neurintsurg-2013-011022
10. Levy E.I., Siddiqui A.H., Crumlish A., Snyder K.V., Hauck E.F., Fiorella D.J. et al. First Food and Drug Administration-approved prospective trial of primary intracranial stenting for acute stroke: SARIS (stent-assisted recanalization in acute ischemic stroke). *Stroke.* 2009; 40 (11): 3552–6. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.561274
11. Valante R., Blimhena I., Miglâne E., Millers A., Balodis A., Pūcite E. Ischemic stroke due to middle cerebral artery M1 segment occlusion: Latvian Stroke Register Data. *J. Latv. Acad. Sci.* 2015; 69 (5): 274–7. DOI: 10.1515/prolas-2015-0042
12. Caplan L., Chung C.S., Wityk R.J., Glass T.A., Tapia J., Pazdera L. et al. New England medical center posterior circulation stroke registry: I. Methods, data base, distribution of brain lesions, stroke mechanisms, and outcomes. *J. Clin. Neurol.* 2005; 1 (1): 14–30. DOI: 10.3988/jcn.2005.1.1.14
13. Powers W.J., Derdeyn C.P., Biller J., Coffey C.S., Hoh B.L., Jauch E.C. et al. 2015 American Heart Association/American Stroke Association Focused Update of the 2013 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2015; 46 (10): 3020–35. DOI: 10.1161/STR.0000000000000074
14. Smith W.S., Sung G., Saver J., Budzik R., Duckwiler G., Liebeskind D.S. et al. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke. Final results of the Multi MERCI trial. *Stroke.* 2008; 39 (4): 1205–12. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.497115
15. Ciccone A., Valvassori L., Nichelatti M., Sgoifo A., Ponzio M., Sterzi R., Boccardi E. Endovascular treatment for acute ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368 (10): 904–13. DOI: 10.1056/NEJMoa1213701
16. Broderick J.P., Palesch Y.Y., Demchuk A.M., Yeatts S.D., Khatri P., Hill M.D. et al. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368 (10): 893–903.
17. Berkhemer O.A., Fransen P.S., Beumer D., van den Berg L.A., Lingsma H.F., Yoo A.J. et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (1): 11–20. DOI: 10.1056/NEJMoa1411587
18. Goyal M., Demchuk A.M., Menon B.K., Eesa M., Rempel J.L., Thornton J. et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (11): 1019–30. DOI: 10.1056/NEJMoa1414905
19. Campbell B.C., Mitchell P.J., Kleinig T.J., Dewey H.M., Churilov L., Yassi N. et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (11): 1009–18. DOI: 10.1056/NEJMoa1414792
20. Saver J.L., Goyal M., Bonafe A., Diener H.C., Levy E.I., Pereira V.M. et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (24): 2285–95. DOI: 10.1056/NEJMoa1415061
21. Jovin T.G., Chamorro A., Cobo E., de Miquel M.A., Molina C.A., Rovira A. et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372 (24): 2296–306. DOI: 10.1056/NEJMoa1503780
22. Castano C., Serena J., Dávalos A. Use of the new Solitaire (TM) AB device for mechanical thrombectomy when Merci clot retriever has failed to remove the clot. A case report. *Interv. Neuroradiol.* 2009; 15 (2): 209–14. DOI: 10.1177/159101990901500212
23. Nogueira R.G., Jadhav A.P., Haussen D.C., Bonafe A., Budzik R.F., Bhuva P. et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378 (1): 11–21. DOI: 10.1056/NEJMoa1706442
24. Albers G.W., Marks M.P., Kemp S., Christensen S., Tsai J.P., Ortega-Gutierrez S. et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. *N. Engl. J. Med.* 2018; 378 (8): 708–18. DOI: 10.1056/NEJMoa1713973
25. Powers W.J., Rabinstein A.A., Ackerson T., Adeoye O.M., Bambakidis N.C., Becker K. et al. 2018 Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2018; 49 (3): e46–110. DOI: 10.1161/STR.0000000000000158
26. Kang D.H., Hwang Y.H., Kim Y.S., Park J., Kwon O., Jung C. Direct thrombus retrieval using the reperfusion catheter of the penumbra system: forced-suction thrombectomy in acute ischemic stroke. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2011; 32 (2): 283–7. DOI: 10.3174/ajnr.A2299
27. Turk A.S., Frei D., Fiorella D., Mocco J., Baxter B., Siddiqui A. et al. ADAPT FAST study: a direct aspiration first pass technique for acute stroke thrombectomy. *J. Neurointerv. Surg.* 2014; 6 (4): 260–4. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011125
28. Turk A.S., Spiotta A., Frei D., Baxter B., Fiorella D. et al. Initial clinical experience with the ADAPT technique: a direct aspiration first pass technique for stroke thrombectomy. *J. Neurointerv. Surg.* 2014; 6 (3): 231–7. DOI: 10.1136/neurintsurg-2013-010713
29. Lee J.S., Hong J.M., Lee S.J., Soo J.I., Cheol L.Y., Yong K.S. The combined use of mechanical thrombectomy devices is feasible for treating acute carotid terminus occlusion. *Acta Neurochir. (Wien)* 2013; 155 (4): 635–41. DOI: 10.1007/s00701-013-1649-5
30. Deshaies E.M. Tri-axial system using the Solitaire-FR and Penumbra Aspiration Microcatheter for acute mechanical thrombectomy. *J. Clin. Neurosci.* 2013; 20 (9): 1303–5. DOI: 10.1016/j.jocn.2012.10.037
31. Massari F., Henninger N., Lozano J.D., Patel A., Kuhn A.L., Howk M. et al. ARTS (Aspiration-Retriever Technique for Stroke): initial clinical experience. *Interv. Neuroradiol.* 2016; 22 (3): 325–32. DOI: 10.1177/1591019916632369
32. McTaggart R.A., Tung E.L., Yaghi S., Cutting S.M., Hemendinger M., Gale H.I. et al. Continuous aspiration prior to intracranial vascular embolectomy (CAPTIVE): a technique which improves outcomes. *J. Neurointerv. Surg.* 2017; 9 (12): 1154–9. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012838
33. Yoo A.J., Andersson T. Thrombectomy in acute ischemic stroke: challenges to procedural success. *J. Stroke.* 2017; 19 (2): 121–30. DOI: 10.5853/jos.2017.00752
34. Maus V., Behme D., Kabbasch C., Borggrefe J., Tsogkas I., Nikoubashman O. et al. Maximizing first-pass complete reperfusion with SAVE. *Clin. Neuroradiol.* 2017; Feb. 13. DOI: 10.1007/s00062-017-0566-z
35. Nikoubashman O., Alt J.P., Nikoubashman A., Büsen M., Heringer S., Brockmann C. et al. Optimizing endovascular stroke treatment: removing the microcatheter before clot retrieval with stent-retrievers increases aspiration flow. *J. Neurointerv. Surg.* 2017; 9 (5): 459–62. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012319
36. Lyden P. Using the National Institutes of Health Stroke Scale: a cautionary tale. *Stroke.* 2017; 48 (2): 513–9. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.015434
37. Wilson J.T., Hareendran A., Grant M., Baird T., Schulz U.G., Muir K.W., Bone I. Improving the assessment of outcomes

- in stroke: use of a structured interview to assign grades on the modified Rankin Scale. *Stroke*. 2002; 33 (9): 2243–6.
38. Maegerlein C., Mönch S., Boeckh-Behrens T., Lehm M., Hedderich D.M., Berndt M.T. et al. PROTECT: PProximal balloon Occlusion TogEther with direCt Thrombus aspiration during stent retriever thrombectomy – evaluation of a double embolic protection approach in endovascular stroke treatment. *J. Neurointerv. Surg.* 2017; Dec. 8: PII: neurintsurg-2017-013558. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013558
  39. Haussen D.C., Rebello L.C., Nogueira R.G. Optimizing clot retrieval in acute stroke: the push and fluff technique for closed-cell stentriever. *Stroke*. 2015; 46 (10): 2838–42. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010044
  40. Nogueira R.G., Lutsep H.L., Gupta R., Jovin T.G., Albers G.W., Walker G.A. et al. Trevo versus Merci retrievers for thrombectomy revascularisation of large vessel occlusions in acute ischaemic stroke (TREVO 2): a randomised trial. *Lancet*. 2012; 380 (9849): 1231–40. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61299-9
  41. Chueh J.Y., Puri A.S., Wakhloo A.K., Gounis M.J. Risk of distal embolization with stent retriever thrombectomy and ADAPT. *J. Neurointerv. Surg.* 2016; 8 (2): 197–202. DOI: 10.1136/neurintsurg-2014-011491
  42. Chueh J.Y., Kühn A.L., Puri A.S., Wilson S.D., Wakhloo A.K., Gounis M.J. Reduction in distal emboli with proximal flow control during mechanical thrombectomy: a quantitative in vitro study. *Stroke*. 2013; 44 (5): 1396–401. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.670463
  43. Mordasini P., Frabetti N., Gralla J., Schroth G., Fischer U., Arnold M., Brekenfeld C. In vivo evaluation of the first dedicated combined flow-restoration and mechanical thrombectomy device in a swine model of acute vessel occlusion. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2011; 32 (2): 294–300. DOI: 10.3174/ajnr.A2270
  44. Nguyen T.N., Malisch T., Castonguay A.C., Gupta R., Sun C.H., Martin C.O. et al. Balloon guide catheter improves revascularization and clinical outcomes with the Solitaire device: analysis of the North American Solitaire Acute Stroke Registry. *Stroke*. 2014; 45 (1): 141–5. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.002407

Поступила 16.02.2018

Принята к печати 02.03.2018

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.132.2-089-073.756.8(048.8)

## ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЧРЕСКОЖНЫХ КОРОНАРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Кочергин Н.А.<sup>1</sup>, Кочергина А.М.<sup>1,2</sup>, Ганюков В.И.<sup>1</sup>, Окунев И.М.<sup>2</sup>, Барбараш О.Л.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» Сибирского отделения РАН, Сосновый б-р, 6, Кемерово, 650002, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Ворошилова, 22а, Кемерово, 650056, Российская Федерация

Кочергин Никита Александрович, мл. науч. сотр.;

Кочергина Анастасия Михайловна, канд. мед. наук, науч. сотр.;

Ганюков Владимир Иванович, доктор мед. наук, заведующий лабораторией;

Окунев Игорь Михайлович, клинический ординатор;

Барбараш Ольга Леонидовна, доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, директор института

Коронарография рутинно используется в инвазивной диагностике и лечении венечных артерий, однако даже для самого опытного оператора она имеет ряд ограничений. В частности, коронароангиография недостаточно информативна при пограничных стенозах (50–70%), а также при выборе тактики в случаях диффузного поражения коронарных артерий, стертой клинической симптоматики, наличия тромбов в просвете коронарной артерии, бифуркационного и/или стволового поражения. Значительно возросла техническая сложность чрескожных коронарных вмешательств: от первоначально применявшихся однососудистых стентирований в проксимальных сегментах до используемых сегодня сложных методик стентирования ствола левой коронарной артерии, бифуркационных поражений, многососудистых эндоваскулярных процедур. В сложившейся ситуации технологии внутрисосудистой визуализации являются необходимыми для персонализированного принятия решения о тактике реваскуляризации и оптимизации результатов лечения. Оптическая когерентная томография (ОКТ) – это новый внутрисосудистый метод, дающий возможность не только оценить внутреннюю морфологию коронарной артерии, но и оптимизировать результаты стентирования.

В данной статье представлен обзор литературы по сравнению основных методов внутрисосудистой визуализации (внутрисосудистое ультразвуковое исследование и ОКТ), а также приведен клинический случай стентирования поражений передней межжелудочковой, 1-й и 2-й диагональных артерий с последующим ОКТ-контролем, позволившим выявить такие предикторы тромбоза и рестеноза, как неполная аппозиция стента и диссекция типа А по дистальной кромке стента, что потребовало дополнительных манипуляций.

**Ключевые слова:** чрескожные коронарные вмешательства; оптическая когерентная томография; бифуркационный стеноз.

**Для цитирования:** Кочергин Н.А., Кочергина А.М., Ганюков В.И., Окунев И.М., Барбараш О.Л. Оптическая когерентная томография при проведении чрескожных коронарных вмешательств. Обзор литературы и клинический пример. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 43–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-43-49

**Для корреспонденции:** Кочергин Никита Александрович, E-mail: nikotwin@mail.ru

## OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY DURING PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTIONS. A REVIEW AND A CLINICAL CASE

Kochergin N.A.<sup>1</sup>, Kochergina A.M.<sup>1,2</sup>, Ganyukov V.I.<sup>1</sup>, Okunev I.M.<sup>2</sup>, Barbarash O.L.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, 650002, Russian Federation;

<sup>2</sup>Kemerovo State Medical University, Kemerovo, 650056, Russian Federation

Nikita A. Kochergin, Junior Researcher;

Anastasiya M. Kochergina, Cand. Med. Sc., Researcher;

Vladimir I. Ganyukov, Dr. Med. Sc., Head of Laboratory;

Igor' M. Okunev, Resident Physician;

Ol'ga L. Barbarash, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS, Head of the Institute

Coronary angiography is routinely used for the invasive diagnosis and treatment of coronary artery disease. But even for most experienced angiographer, it has major limitations for decision. In particular, coronary angiography is not adequate for intermediate lesions (50–70%). Angiography is least accurate for decision making in a complex setting, for example, unclear clinical settings, acute coronary syndromes, the presence of thrombus, diffuse disease, bifurcation, left main coronary artery disease. Furthermore, the complexity of percutaneous coronary intervention (PCI) has increased significantly over time, from the original simple, isolated target lesion in the proximal coronary segment of coronary arteries to the current disease scenarios such as distal left main bifurcation and multivessel disease. In this context, intravascu-

lar imaging has emerged as a critical tool to enable physicians to deliver more precise and optimal treatment during PCI, thereby providing superior clinical outcomes. Optical coherence tomography (OCT) is a new intravascular method that makes it possible not only to evaluate the internal morphology of the coronary artery, but also to optimize the results of stenting.

This article presents a literature review comparing the main methods of intravascular imaging (intravascular ultrasound and OCT). A clinical case is also given of the anterior interventricular artery, first and second diagonal branches lesions stenting followed by OCT control, which allowed to detect such predictors of thrombosis and restenosis, as the partial stent apposition and type A distal stent edge dissection, that required additional manipulations.

**Keywords:** percutaneous coronary interventions; optical coherent tomography; bifurcation stenosis.

**For citation:** Kochergin N.A., Kochergina A.M., Ganyukov V.I., Okunev I.M., Barbarash O.L. Optical coherence tomography during percutaneous coronary interventions. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 43–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-43-49

**For correspondence:** Nikita A. Kochergin, E-mail: nikotwin@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received February 19, 2018

Accepted March 2, 2018

## Введение

Коронарография является «золотым стандартом» в диагностике ишемической болезни сердца. Однако данный метод имеет ряд ограничений при оценке пограничных стенозов (50–70%), бифуркационных поражений венечных артерий [1]. Поэтому существует необходимость использования дополнительных методов внутрисосудистой визуализации.

Основными методами внутрисосудистой визуализации является внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) и оптическая когерентная томография (ОКТ). ОКТ позволяет получить схожие по точности с ВСУЗИ сведения о локализации атеросклеротической бляшки и особенностях ее структуры. Кроме того, ОКТ обеспечивает большую точность при определении наличия тромбов в просвете сосуда. Ряд исследований показали, что ВСУЗИ позволяет выявить лишь 7% случаев мальаппозиции (неполного раскрытия/прилегания балок) стентов [2, 3]. Метод ОКТ имеет существенное преимущество перед ВСУЗИ, так как обладает

более высокой разрешающей способностью, а также позволяет выявить пролабирование атеросклеротических масс через балки стентов при их имплантации [3]. Более того, ОКТ позволяет визуализировать краевые диссекции более точно, чем ВСУЗИ [4], тем самым обеспечивая возможность профилактики отсроченных тромбозов. Основные преимущества и недостатки двух внутрисосудистых методов представлены в таблице 1.

*Основные функции оптической когерентной томографии:*

- 1) диагностика и планирование вмешательства:
  - определение значимости пограничных поражений,
  - качественная и количественная оценка поражения,
  - выбор тактики стентирования (при бифуркационных стенозах),
  - подбор оптимального баллона (размер, тип),
  - подготовка пораженного участка (преддилатация, применение ротаблатора);

Таблица 1

**Сравнительная характеристика двух методик интракоронарной визуализации [5]**

Методика	Преимущества	Недостатки
ВСУЗИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– глубина прохождения сигнала</li> <li>– выявление ремоделирования и образования бляшки</li> <li>– послойная визуализация бляшки</li> <li>– не требуется «вытеснения» крови</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ограниченное осевое разрешение (более 100 мкм)</li> <li>– недостаточная разрешающая способность при наличии тромба и кальцинозе</li> <li>– сложность интерпретации результатов</li> </ul>
ОКТ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокое осевое разрешение (более 10 мкм)</li> <li>– высокая частота получаемых данных</li> <li>– быстрота исследования</li> <li>– простота интерпретации полученных результатов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– требуется «вытеснение» крови</li> <li>– ограниченная глубина прохождения сигнала</li> <li>– необходимость введения контрастного препарата</li> <li>– наличие относительных значений, требующих клинического подтверждения</li> </ul>

Примечание. ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование; ОКТ – оптическая когерентная томография.



2) оптимизация результатов чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ):

- выявление краевой диссекции,
- выявление мальаппозиции стента,
- компретация боковой ветви при бифуркационном стентировании (необходимость киссинг-дилатации).

Долгосрочное преимущество применения ОКТ состоит в визуализации после имплантации стента и возможности выявления неполного раскрытия, поломки балок, перекрытия балок, причин рестеноза. Высокая разрешающая способность ОКТ помогает определить аппозицию стентов после их имплантации. В частности, ОКТ может показывать и количественно оценивать прилегание балок стентов [5]. В ряде исследований было продемонстрировано, что неполное прилегание стента к стенке артерии является независимым предиктором тромбоза стента [6, 7]. С тех пор как была установлена связь между поздним тромбозом и дефектами аппозиции стента, приоритетная роль ОКТ как способа профилактики указанного осложнения не вызывает сомнений [8]. Недавнее исследование, в котором было проведено сравнение ОКТ и ВСУЗИ в отношении точности выявления мальаппозиции балок стента, доказало преимущество ОКТ над ультразвуком [9].

В первую очередь, ОКТ позволяет четко дифференцировать границы поражения артерии, а также точно измерить минимальный просвет, размер атеросклеротической бляшки, что особенно важно при определении тактики в отношении пограничных стенозов. Метод позволяет оценить протяженность поражения, выявить нестабильные бляшки, определить степень кальциноза, наличие изъязвления, пристеночного тромбоза или диссекции интимы вблизи бляшки. Кроме того, ОКТ предоставляет информацию об эффективности выполненного стентирования, визуализируя резидуальный просвет артерии и аппозицию стента. При проведении процедуры ОКТ можно обнаружить неполное покрытие пораженного участка артерии, потребность в имплантации второго стента, уточнить протяженность перекрытия стентов при выполнении методики overlap [2].

### **Доказательная база оптической когерентной томографии**

Согласно европейским рекомендациям, ОКТ может использоваться для оценки целевых

стенозов и обеспечения контроля имплантации стента (класс IIb, уровень доказательности C) [10]. Рекомендации по применению различных методик внутрисосудистой визуализации представлены в таблице 2.

Первым исследованием, в котором ОКТ была применена прижизненно, стало исследование ATLANTA (Assessment of The Latest Non-Thrombogenic Angioplasty stent), где с помощью ОКТ изучалась реакция на разрабатываемый стент с лекарственным покрытием [11].

На сегодняшний день проспективных рандомизированных клинических исследований, изучающих применение ОКТ для оптимизации ЧКВ, нет. Однако ряд публикаций показали пользу методики для принятия тактических решений в определенных клинических ситуациях [12–16]. В пилотном исследовании с участием 90 пациентов находки на ОКТ определили показания к дополнительным вмешательствам, таким как имплантация дополнительного стента, потребность в баллонной ангиопластике, у 32% больных; через 6 мес наблюдения свобода от любых кардиоваскулярных событий составила 98%.

G.T. Stefano et al. [13] описали 150 случаев выполнения ОКТ перед плановыми ЧКВ. У 82% пациентов результаты ОКТ так или иначе изменили выбранную тактику. В половине случаев неверно был определен размер (длина) стента, в четверти случаев – диаметр стента, у более чем половины больных размер баллона для постдилатации также был изменен с учетом результатов ОКТ. ОКТ, выполненная после ЧКВ, в 55% случаев показала необходимость дополнительного проведения баллонной дилатации (наиболее частый вид вмешательств), а также выявила мальаппозицию стента или потребность в дополнительных стентах ввиду краевой диссекции [13].

В работе F. Prati et al. [14] изучены результаты отдаленного периода (12 мес) наблюдения 335 пациентов. В одной группе выполняли ЧКВ с ОКТ для контроля успешности процедуры, в группе сравнения ОКТ-контроль не проводили. Согласно протоколу исследования, были предусмотрены следующие действия: 1) в случае выявления краевой диссекции протяженностью более 20 мм и сужения площади просвета артерии менее 4 мм<sup>2</sup> выполняли имплантацию дополнительного стента; 2) при неполном раскрытии стента осуществляли

**Рекомендации по применению различных методик интракоронарной визуализации в зависимости от клинической ситуации [5]**

Рекомендации для использования ВСУЗИ	Класс (уровень доказательности)	Применима ли ОКТ?	Преимущества ОКТ	Недостатки ОКТ
Манипуляции на дистальном сегменте ствола левой коронарной артерии	IIa (B)	В случае устьевого поражения – нет	Высокое пространственное разрешение с возможностью улучшения качества изображения	При большом диаметре сосуда возможны затруднения визуализации; отсутствуют исследования по тематике
Сопровождение при имплантации стента	IIb (B)	Да	Точность выполняемых измерений (протяженность поражения, площадь просвета артерии); риск-стратификация периоперационных осложнений (особенно при технически трудных вмешательствах или в сложных клинических ситуациях); наиболее точно выявляются мальаппозиция стента и краевые диссекции	Методика неприменима при устьевых поражениях; нет доказательной базы эффективности ОКТ-контроля при ЧКВ; необходимо дополнительное введение контрастного вещества; увеличение продолжительности процедуры
Определение патогенеза рестеноза в стенте / тромбоза стента	IIa/IIb (C)	Да	Визуализация недостаточно расправленных балок стентов, участков перекрытия при имплантации нескольких стентов, поломок и неисправностей конструкции стентов, неоатеросклероза	Недостаточная доказательная база
Дифференциальная диагностика коронарной болезни трансплантированного сердца	IIa (B)	Предварительно	Более точная диагностика повреждения интимы на ранних стадиях	Клинико-прогностическая роль недостаточно определена

постдилатацию с применением жесткого баллона с давлением 18 атм и выше либо полужесткого баллона диаметром на 0,25 мм больше с давлением 14 атм и выше; 3) мальаппозиция стента на протяжении более чем 20 мм подразумевала последующую дилатацию жестким или полужестким баллоном; 4) при наличии тромба в просвете стентированного сосуда выполняли постдилатацию жестким или полужестким баллоном того же диаметра в течение 60 с. Суммарно в 35% случаев был выявлен субоптимальный результат. Группа ЧКВ с ОКТ-контролем демонстрировала достоверно меньшие в сравнении с контрольной группой показатели летальности от любых сердечно-сосудистых причин на 1-летнем этапе наблюдения (1,2% против 4,5%,  $p=0,01$ ), частоты фатального инфаркта миокарда (6,6% против 13%,  $p=0,006$ ), нефатального инфаркта миокарда и повторной реваскуляризации (9,6% против 14,8%,  $p=0,044$ ) [14].

### Оптическая когерентная томография при устьевых и бифуркационных поражениях

Стентирование при устьевых и бифуркационных поражениях относится к технически сложным процедурам. При таких поражениях неправильная тактика стентирования может привести к компретации боковых ветвей коронарной артерии, а также существенно усложнить последующие вмешательства [15]. Компретация боковых ветвей, в свою очередь, чревата потребностью в имплантации дополнительных стентов, необходимостью применения сложных методик стентирования и, как следствие, повышением риска рестенозов и иных осложнений. Изолированное применение коронароангиографии не позволяет должным образом визуализировать устьевые и бифуркационные поражения. В этих случаях находит свое применение ОКТ [16].

Устьевые поражения нередко являются более кальцинированными и, соответственно, ригидными при проведении процедуры. Подобные вмешательства достоверно чаще ассоциированы с рядом периоперационных и отдаленных осложнений. При устьевом поражении требуется высокоточное позиционирование стента без компрометации боковых ветвей, что трудно выполнимо при простом ангиографическом контроле [17].

При проведении процедуры на бифуркационных стенозах ОКТ применяется для получения следующих важных данных: 1) распространение поражения на устье боковой ветви; 2) структурные особенности атеросклеротической бляшки; 3) анатомический тип картины; 4) различия в диаметре между проксимальным и дистальным сегментами сосуда.

При бифуркационных стенозах ОКТ позволяет оценить состояние боковых ветвей и обеспечить принятие решения о необходимости выполнения стентирования, а также определить наиболее оптимальную технику. После процедуры применение ОКТ дает возможность своевременно выявить возникшую диссекцию, недостаточно расправленные балки стента, участки бляшки, не прикрытые имплантированным стентом. Все эти сведения крайне важны для своевременного предотвращения ранних и отдаленных осложнений стентирования [18].



Рис. 1. Исходная коронарограмма левой коронарной артерии: стрелками указаны стенозы передней межжелудочковой и диагональных артерий

## Клинический пример

Пациент И., 61 год, госпитализирован в плановом порядке в клинику со стабильной ишемической болезнью сердца для проведения коронароангиографии. Из факторов кардиоваскулярного риска: длительный анамнез артериальной гипертензии, гиперхолестеринемия, сахарный диабет 2-го типа, ожирение. По коронароангиографии выявлено бифуркационное поражение передней межжелудочковой артерии, значимые стенозы 1-й и 2-й диагональных артерий (рис. 1).

Больному выполнено провизиональное стентирование с имплантацией двух стентов с лекарственным покрытием. С целью полного покрытия устья пораженной боковой ветви первый стент  $3,5 \times 24$  мм (9 атм) установлен из передней межжелудочковой артерии во 2-ю диагональную ветвь с киссинг-постдилатацией. После этого имплантирован второй стент  $2,75 \times 18$  мм (12 атм) в 1-ю диагональную артерию от устья (Т-стентирование) с последующей финальной киссинг-постдилатацией (рис. 2).

После ЧКВ проведена ОКТ с контролем имплантированных стентов. В передней межжелудочковой артерии дистальнее стента выявлена диссекция протяженностью 4 мм, не лимитирующая кровоток (резидуальная площадь просвета  $5,1 \text{ мм}^2$ , площадь стеноза в сегменте 59%). Дополнительный стент решено не имплантировать.



Рис. 2. Коронарограмма после чрескожного коронарного вмешательства: стрелками указаны имплантированные стенты



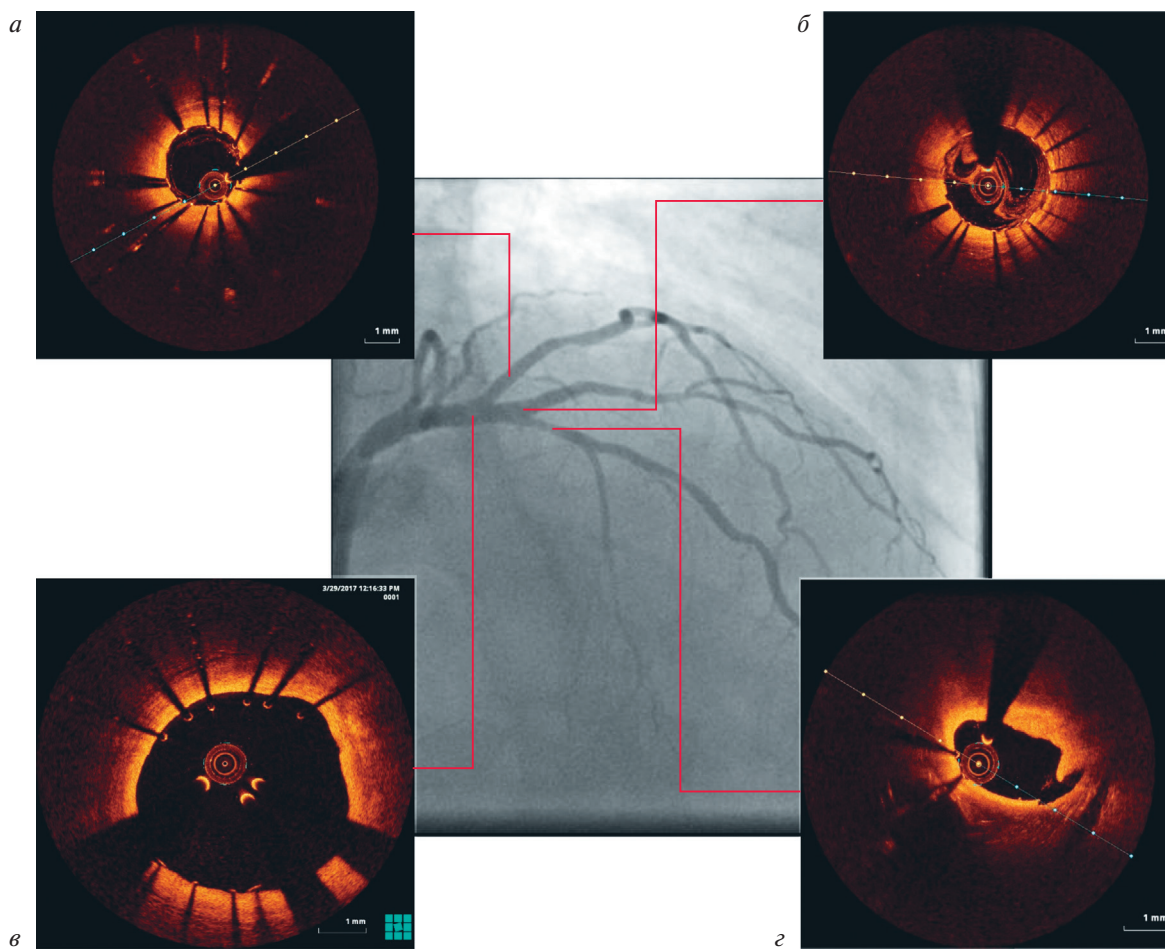


Рис. 3. Оптические когерентные томограммы после стентирования:

*а, б* – полная аппозиция стентов; *в* – неполная аппозиция стента; *г* – диссекция передней нисходящей артерии дистальнее стента

В диагональных ветвях достигнута полная аппозиция стентов. В проксимальном сегменте передней нисходящей артерии выявлена неполная аппозиция стента, потребовавшая дополнительной постдилатации жестким баллоном (рис. 3). На контрольной ОКТ визуализируется полная аппозиция стента в передней межжелудочковой артерии.

Пациент в удовлетворительном состоянии выписан из клиники на 2-е сутки после ЧКВ. Через 6 мес после вмешательства не зарегистрировано никаких неблагоприятных кардиоваскулярных событий.

Таким образом, ОКТ позволила выявить такие предикторы тромбоза и рестеноза, как неполная аппозиция стента и диссекция типа А по дистальной кромке стента, что потребовало дополнительных манипуляций. Кроме того, ОКТ подтвердила полное покрытие бифуркации стентами, что крайне важно при бифуркационном стентировании с использованием двухстенновой методики.

## Заключение

Рутинное применение ОКТ не является целесообразным. Вместе с тем для некоторых клинических ситуаций диагностическая способность данной методики незаменима и позволяет существенно улучшить результаты лечения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература [References]

1. Корок Е.В., Сумин А.Н. Актуальные вопросы диагностики ИБС в Материалах Российского конгресса кардиологов (г. Екатеринбург, 20–23 сентября 2016). *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017; 1: 131–40. DOI: 10.17802/2306-1278-2017-1-131-140 [E.V. Korok, A.N. Sumin. Current issues of CHD diagnosis in materials of the Russian Cardiology Congress (Ekaterinburg, 20–23 September 2016). *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2017; 1: 131–40 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2017-1-131-140]
2. Witzenbichler B., Maehara A., Weisz G., Neumann F.J., Rinaldi M.J., Metzger D.C. et al. Relationship between intravascular ultrasound guidance and clinical outcomes after



- drug-eluting stents: the assessment of dual antiplatelet therapy with drug-eluting stents (ADAPT-DES) study. *Circulation*. 2014; 129 (4): 463–70. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003942
3. Lotfi A., Jeremias A., Fearon W.F., Feldman M.D., Mehran R., Messenger J.C. et al. Expert consensus statement on the use of fractional flow reserve, intravascular ultrasound, and optical coherence tomography: a consensus statement of the Society of Cardiovascular Angiography and Interventions. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2014; 83 (4): 509–18. DOI: 10.1002/ccd.25222
  4. Radu M.D., Raber L., Heo J., Gogas B.D., Jørgensen E., Kelbæk H. et al. Natural history of optical coherence tomography-detected nonflow-limiting edge dissections following drug-eluting stent implantation. *EuroIntervention*. 2014; 9 (9): 1085–94. DOI: 10.4244/EIJV9I9A183
  5. Price M.J. (Ed.) *Intravascular imaging: OCT and IVUS*. Interventional Cardiology Clinics. 1st ed. Elsevier; 2015.
  6. La Manna A., Prati F., Capodanno D., Di Salvo M., Sanfilippo A., Barrano G. et al. Head-to-head comparison of early vessel healing by optical coherence tomography after implantation of different stents in the same patient. *J. Cardiovasc. Med. (Hagerstown)* 2011; 12 (5): 328–33. DOI: 10.2459/JCM.0b013e3283406428
  7. Hariki H., Shinke T., Otake H., Shite J., Nakagawa M., Inoue T. et al. Potential benefit of final kissing balloon inflation after single stenting for the treatment of bifurcation lesions – insights from optical coherence tomography observations. *Circ. J.* 2013; 77 (5): 1193–201. DOI: 10.1253/circj.CJ-12-0848
  8. Chamié D., Bezerra H.G., Attizzani G.F., Yamamoto H., Kanaya T., Stefano G.T. et al. Incidence, predictors, morphological characteristics, and clinical outcomes of stent edge dissections detected by optical coherence tomography. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2013; 6 (8): 800–13. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.03.019
  9. Kubo T., Akasaka T., Shite J., Suzuki T., Uemura S., Yu B. et al. OCT compared with IVUS in a coronary lesion assessment: the OPUS-CLASS study. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2013; 6 (10): 1095–104. DOI: 10.1016/j.jcmg.2013.04.014
  10. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. Heart J.* 2014; 35 (37): 2541–619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278
  11. Tamburino C., La Manna A., Di Salvo M.E., Sacchetta G., Capodanno D., Mehran R. et al. First-in-man 1-year clinical outcomes of the Catania Coronary Stent System with Nanothin Polyzene-F in de novo native coronary artery lesions: the ATLANTA (Assessment of The LAtest Non-Thrombogenic Angioplasty stent) trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2009; 2 (3): 197–204. DOI: 10.1016/j.jcin.2008.12.006
  12. Imola F., Mallus M.T., Ramazzotti V., Manzoli A., Pappalardo A., Di Giorgio A. et al. Safety and feasibility of frequency domain optical coherence tomography to guide decision making in percutaneous coronary intervention. *EuroIntervention*. 2010; 6 (5): 575–81. DOI: 10.4244/EIJV6I5A97
  13. Stefano G.T., Bezerra H.G., Mehanna E., Yamamoto H., Fujino Y., Wang W. et al. Unrestricted utilization of frequency domain optical coherence tomography in coronary interventions. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2013; 29 (4): 741–52. DOI: 10.1007/s10554-012-0135-0
  14. Prati F., Di Vito L., Biondi-Zoccai G., Occhipinti M., La Manna A., Tamburino C. et al. Angiography alone versus angiography plus optical coherence tomography to guide decision-making during percutaneous coronary intervention: the Centro per la Lotta contro l'Infarto-Optimisation of Percutaneous Coronary Intervention (CLI-OPCI) study. *EuroIntervention*. 2012; 8 (7): 823–9. DOI: 10.4244/EIJV8I7A125
  15. Viceconte N., Chan P.H., Barrero E.A., Ghilencea L., Lindsay A., Foin N., Di Mario C. Frequency domain optical coherence tomography for guidance of coronary stenting. *Int. J. Cardiol.* 2013; 166 (3): 722–8. DOI: 10.1016/j.ijcard.2011.11.090
  16. Raber L., Radu M.D. Optimising cardiovascular outcomes using optical coherence tomography-guided percutaneous coronary interventions. *EuroIntervention*. 2012; 8 (7): 765–71. DOI: 10.4244/EIJV8I7A118
  17. Yu K., Hundal H., Zynda T., Seto A. Three-dimensional optical coherence tomography reconstruction of bifurcation stenting using the Szabo anchor-wire technique. *World J. Cardiol.* 2017; 9 (4): 384–90. DOI: 10.4330/wjc.v9.i4.384
  18. Fujino Y., Bezerra H.G., Attizzani G.F., Wang W., Yamamoto H., Chamié D. et al. Frequency domain optical coherence tomography assessment of unprotected left main coronary artery disease – a comparison with intravascular ultrasound. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2013; 82 (3): E173–83. DOI: 10.1002/ccd.24843

Поступила 19.02.2018

Принята к печати 02.03.2018

*Оригинальные статьи*

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.824-005-089.819.5-037

**ШКАЛА ПРЕВИЗ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКОГО ИСХОДА ПРИМЕНЕНИЯ РЕНТГЕНОХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВОТОКА***Володюхин М.Ю.<sup>1</sup>, Хасанова Д.Р.<sup>1</sup>, Дёмин Т.В.<sup>1</sup>, Хайруллин Р.Н.<sup>1</sup>, Загидуллин Б.И.<sup>2</sup>, Мусин Ш.Г.<sup>2</sup>, Шарафутдинов М.Р.<sup>2</sup>*<sup>1</sup>ГАУЗ «Межрегиональный клиничко-диагностический центр», ул. Карбышева, 12а, Казань, 420116, Республика Татарстан, Российская Федерация;<sup>2</sup>ГАУЗ «Больница скорой медицинской помощи», Набережночелнинский п-т, 18, Набережные Челны, 423803, Республика Татарстан, Российская Федерация

Володюхин Михаил Юрьевич, канд. мед. наук, заведующий отделением;

Хасанова Дина Рустемовна, доктор мед. наук, профессор;

Дёмин Тимур Викторович, заведующий отделением;

Хайруллин Рустем Наилевич, доктор мед. наук, генеральный директор;

Загидуллин Булат Искандерович, канд. мед. наук, заведующий отделением;

Мусин Шамиль Гайсаевич, канд. мед. наук, заведующий отделением;

Шарафутдинов Марат Рашидович, специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению

**Цель.** Целью данной работы явилось определение прогностической значимости разработанной в нашей клинике шкалы ПРЕВИЗ (Прогностическая клиничко-ВИзуализационная шкала) для оценки вероятности клинического исхода при применении рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока у пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне.**Материал и методы.** В анализируемую группу вошли 33 пациента с объемом ишемического повреждения головного мозга, оцененным по шкале DWI ASPECT не менее чем на 5 баллов, у которых использование рентгенохирургических методов позволило эффективно восстановить церебральный кровоток на уровне TICI 2b-3. Группу контроля составили 33 больных со схожими объемами ишемического повреждения головного мозга, получавшие только базисную терапию остро́го ишемического инсульта без применения реперфузионных методов восстановления церебрального кровотока.**Результаты.** У пациентов, набравших 4 балла по шкале ПРЕВИЗ, во всех случаях наблюдался неблагоприятный неврологический исход после применения рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока. Среди больных, набравших 3 балла, благоприятный исход отмечен в 55,5% случаев, неблагоприятный – в 44,5%. Если состояние пациента оценивалось в 0–1 или 2 балла, то вероятность благоприятного исхода составляла 100 и 85,7% соответственно. Проведенный ROC-анализ продемонстрировал высокую прогностическую значимость шкалы ПРЕВИЗ (площадь под ROC-кривой для данной шкалы составила 87,5%).**Заключение.** Использование разработанной шкалы ПРЕВИЗ позволяет прогнозировать вероятность клинического исхода при применении рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока у пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне.**Ключевые слова:** острый ишемический инсульт; рентгенохирургические методы восстановления церебрального кровотока; эндоваскулярная реперфузионная терапия.**Для цитирования:** Володюхин М.Ю., Хасанова Д.Р., Дёмин Т.В., Хайруллин Р.Н., Загидуллин Б.И., Мусин Ш.Г., Шарафутдинов М.Р. Шкала ПРЕВИЗ для прогнозирования клинического исхода применения рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 50–7. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-50-57**Для корреспонденции:** Володюхин Михаил Юрьевич, E-mail: voloduckin@mail.ru**THE PREVIZ SCALE TO PREDICT THE CLINICAL OUTCOME OF THE USE OF ENDOVASCULAR METHODS TO RESTORE CEREBRAL BLOOD FLOW***Volodyukhin M.Yu.<sup>1</sup>, Khasanova D.R.<sup>1</sup>, Demin T.V.<sup>1</sup>, Khayrullin R.N.<sup>1</sup>, Zagidullin B.I.<sup>2</sup>, Musin Sh.G.<sup>2</sup>, Sharafutdinov M.R.<sup>2</sup>*<sup>1</sup>Interregional Clinical Diagnostic Center, Kazan, 420087, Republic of Tatarstan, Russian Federation;<sup>2</sup>Emergency Hospital, Naberezhnye Chelny, 423803, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Mikhail Yu. Volodyukhin, Cand. Med. Sc., Head of Department;

Dina R. Khasanova, Dr. Med. Sc., Professor;

Timur V. Demin, Head of Department;

Rustem N. Khayrullin, Dr. Med. Sc., Director General;  
Bulat I. Zagidullin, Cand. Med. Sc., Head of Department;  
Shamil G. Musin, Cand. Med. Sc., Head of Department;  
Marat R. Sharafutdinov, Endovascular Surgeon

**Objective.** This work was aimed to determine the predictive significance of the PREVIZ Scale developed in our clinic to assess the probability of clinical outcome when applying endovascular surgical methods for cerebral blood flow restoring in patients with acute ischemic stroke in the carotid basin.

**Material and methods.** The analyzed group consisted of 33 patients with the volume of ischemic brain damage assessed as no less than 5 points according to DWI ASPECT Scale, in whom the use of endovascular techniques helped to restore cerebral blood flow at TICI 2b-3 level. The control group included 33 patients with a similar volume of ischemic brain damage, who received only basic therapy of acute ischemic stroke without the use of reperfusion methods of cerebral blood flow restoration.

**Results.** In patients who scored 4 PREVIZ points, in all cases, there was an adverse neurological outcome after application of endovascular methods of cerebral blood flow restoration. Among the patients who scored 3 points, a favorable outcome was recorded in 55.5% of cases, unfavorable – in 44.5%. If the patient's condition was estimated to be 0–1 or 2 points, the probability of a favorable outcome was 100% and 85.7%, respectively. The ROC analysis demonstrated a high prognostic value of the PREVIZ Scale (the area under the ROC curve for this scale was 87.5%).

**Conclusion.** The use of the developed PREVIZ Scale allows to predict the probability of clinical outcome when applying endovascular methods for cerebral blood flow restoring in patients with acute ischemic stroke in the carotid basin.

**Keywords:** acute ischemic stroke; endovascular methods for restoring cerebral blood flow; endovascular reperfusion therapy.

**For citation:** Volodyukhin M.Yu., Khasanova D.R., Demin T.V., Khayrullin R.N., Zagidullin B.I., Musin Sh.G., Sharafutdinov M.R. The PREVIZ Scale to predict the clinical outcome of the use of endovascular methods to restore cerebral blood flow. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 50–7 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-50-57

**For correspondence:** Mikhail Yu. Volodyukhin, E-mail: voloduckin@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received February 22, 2018

Accepted March 2, 2018

## Введение

Опубликованные в 2015 г. исследования (MR CLEAN, ESCAPE, EXTEND IA, SWIFT-PRIME, REVASCAT) продемонстрировали, что применение рентгенохирургических методов (РХМ) позволяет восстанавливать церебральный кровоток у 88–100% пациентов с острым ишемическим инсультом (ОИИ) при окклюзии крупной церебральной артерии в каротидном бассейне [1]. Однако клиническая эффективность при использовании РХМ составляет 33–53%. Таким образом, более чем у половины больных восстановление церебрального кровотока остается бесполезным, что требует более тщательного отбора пациентов для выполнения данных вмешательств. Учитывая urgency заболевания и необходимость принятия быстрого и правильного решения при выборе дальнейшей тактики лечения, практическому врачу необходимо иметь на вооружении простой и эргономичный способ отбора пациентов с ОИИ для проведения рентгенохирургической процедуры.

Целью данной работы явилось определение прогностической значимости разработанной в нашей клинике шкалы ПРЕВИЗ (Прогностическая клиничко-Визуализационная шкала) для оценки вероятности клинического исхода при применении рентгенохирургических методов

восстановления церебрального кровотока у пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне.

## Материал и методы

В период с 2007 по 2016 г. у 121 пациента с ОИИ в каротидном бассейне в двух лечебных учреждениях Республики Татарстан (Межрегиональном клиничко-диагностическом центре г. Казани и Больнице скорой медицинской помощи г. Набережные Челны) были применены рентгенохирургические методы восстановления церебрального кровотока. Алгоритм обследования больных, типы использованных РХМ и послеоперационное ведение были описаны в ранее опубликованных нами работах [2].

Критериями включения пациентов в анализируемую рентгенохирургическую (РХ) группу стали объем ишемического повреждения головного мозга, оцененный при поступлении по шкале DWI ASPECT на 5 и более баллов, и эффективное восстановление кровотока при применении РХМ на уровне mTICI 2b-3 (modified Treatment In Cerebral Ischemia). Численность РХ-группы составила 33 пациента. В группу контроля (консервативная группа – КГ) вошли 33 больных со схожими объемами ишемического повреждения головного мозга, получавшие только базисную терапию ОИИ без применения

Исходные данные пациентов рентгенохирургической и консервативной групп

Параметр	Рентгенохирургическая группа	Консервативная группа	<i>p</i>
Возраст, лет	71 [58;75]	68 [61;74]	0,22
NIHSS, баллов	17 [14;19]	16 [14;18]	0,16
Женский пол, <i>n</i> (%)	11 (33,3)	14 (42,4)	0,46
Сопутствующая патология, <i>n</i> (%)			
фибрилляция предсердий	7 (21,2)	10 (30,3)	0,42
артериальная гипертензия	21 (63,6)	18 (54,5)	0,45
сахарный диабет	4 (12,1)	1 (3,0)	0,20

реперфузионных методов восстановления кровотока. Пациенты обеих групп были сопоставимы по полу, возрасту, наличию сопутствующей патологии и степени неврологического дефицита по шкале NIHSS (табл. 1).

Оценку функциональных исходов на 30-е сутки в обеих группах проводили по модифицированной шкале Рэнкина (mRS). В зависимости от неврологических исходов больные рентгенохирургической и консервативной групп были разделены на подгруппы с благоприятным неврологическим исходом (mRS 0–2, по 18 случаев в каждой группе) и неблагоприятным неврологическим исходом (mRS 3–6, по 15 случаев в каждой группе).

Проведен анализ влияния на результаты клинических исходов при применении РХМ восстановления церебрального кровотока различных факторов: половой принадлежности, наличия сопутствующей патологии (фибрилляции предсердий, артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца и диабета), возраста, неврологического статуса пациента и объема ишемического повреждения головного мозга. Статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью пакета компьютерных прикладных программ MS Excel, STRINF<sup>1</sup>, Statistica 7.0 (StatSoft, 2004 г.), MedCalc 15.10.

### Результаты

Анализ влияния половой принадлежности пациентов и наличия сопутствующей патологии (фибрилляции предсердий, артериальной гипертензии, диабета, ишемической болезни сердца) на неврологические исходы в РХ-группе выявил увеличение количества пациентов с фибрилляцией предсердий в подгруппе неблагоприятного клинического исхода, однако достоверной разницы получено не было ( $p = 0,13$ ). Статистически значимого влияния артериальной гипертензии, диабета и ишемической болезни сердца на клинические исходы при применении РХМ выявлено не было (табл. 2).

Средний возраст больных с благоприятным неврологическим исходом в РХ-группе составил 63 года, неблагоприятный неврологический исход наблюдался при среднем возрасте 72 года ( $p = 0,001$ ) (рис. 1, а). Прогностическая значимость возрастного барьера для пациентов с благоприятным клиническим исходом составляла 70 лет (чувствительность 72,73%, специфичность 87,50%) (табл. 3).

Средняя степень неврологического дефицита по шкале NIHSS при поступлении среди больных РХ-группы с благоприятным клиническим исходом составляла 15 баллов. У пациентов КГ данный показатель был достоверно ниже и составлял 12,5 балла ( $p = 0,005$ ) (рис. 1, б). У больных с неблагоприятным неврологическим исходом в РХ-группе неврологический дефицит при поступлении был оценен в среднем на 19 баллов, а в КГ – на 15 баллов ( $p = 0,002$ ). Прогностическая значимость порогового значения степени неврологического дефицита для благоприятного неврологического исхода после применения РХМ восстановления церебрального кровотока составляла 15 баллов (чувствительность 75%, специфичность 93,75%) (см. табл. 3).

Объем ишемического повреждения головного мозга, оцененный по шкале DWI ASPECT, у больных РХ-группы с благоприятным неврологическим исходом в среднем составил 7,58 балла, при неблагоприятном исходе – 6,45 балла ( $p = 0,05$ ). У пациентов КГ с благоприятным неврологическим исходом данный показатель был достоверно выше и в среднем составил 9,25 балла, при неблагоприятном исходе – 7,04 балла ( $p = 0,04$ ) (рис. 1, в). Выявлена достоверная

<sup>1</sup>Свидетельство о регистрации № 2010617487 от 12.11.2010 г.



Таблица 2

**Влияние пола и сопутствующей патологии на неврологический исход у пациентов рентгенохирургической группы, n (%)**

Фактор	Благоприятный исход (mRS 0–2), n = 18	Неблагоприятный исход (mRS 3–6), n = 15	p
Женский пол	4 (23,5)	7 (43,8)	0,14
Фибрилляция предсердий	2 (11,8)	5 (31,3)	0,13
Артериальная гипертензия	12 (70,6)	9 (56,3)	0,69
Сахарный диабет	2 (1,8)	2 (12,5)	0,84
Ишемическая болезнь сердца	4 (23,5)	5 (31,3)	0,47

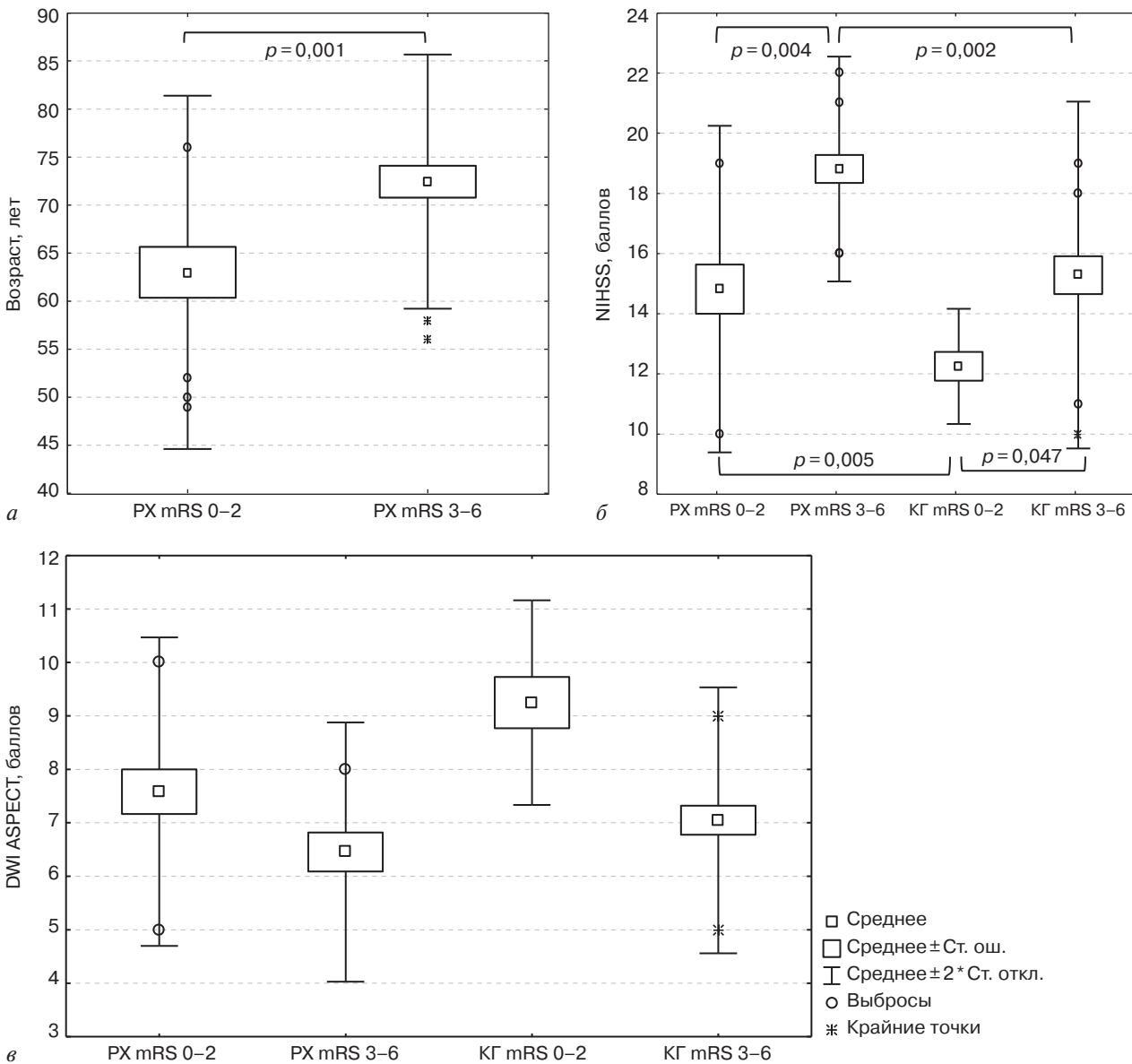


Рис. 1. Диаграммы размаха:

а – возраста пациентов РХ-группы при благоприятном и неблагоприятном неврологическом исходе; б – степени выраженности неврологического дефицита по шкале NIHSS при поступлении у пациентов обеих групп при благоприятном и неблагоприятном неврологическом исходе; в – объема ишемического повреждения головного мозга по шкале DWI ASPECT у пациентов обеих групп с благоприятным и неблагоприятным неврологическим исходом.

PX mRS 0–2 – пациенты рентгенохирургической группы с благоприятным неврологическим исходом; PX mRS 3–6 – пациенты рентгенохирургической группы с неблагоприятным неврологическим исходом; КГ mRS 0–2 – пациенты консервативной группы с благоприятным неврологическим исходом; КГ mRS 3–6 – пациенты консервативной группы с неблагоприятным неврологическим исходом

Таблица 3

**Пороговые значения различных показателей у пациентов с благоприятным неврологическим исходом после применения рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока, %**

Показатель	Чувствительность	Специфичность	ПЦПР	ПЦОР
<b>NIHSS</b>				
менее 12 баллов	16,67	100,00	100,00	61,54
<b>12–15 баллов</b>	<b>75,00</b>	<b>93,75</b>	<b>90,00</b>	<b>83,33</b>
15–18 баллов	91,67	56,25	61,11	90,00
18–20 баллов	100,00	18,75	48,00	100,00
<b>Возраст</b>				
менее 50 лет	15,38	100,00	100,00	59,26
50–60 лет	36,36	87,50	66,67	66,67
<b>60–70 лет</b>	<b>72,73</b>	<b>87,50</b>	<b>80,00</b>	<b>82,35</b>
70 лет и более	36,36	12,50	22,22	22,22
<b>DWI ASPECT</b>				
более 9 баллов	25,00	100,00	100,00	55,00
<b>8–9 баллов</b>	<b>58,33</b>	<b>72,73</b>	<b>52,17</b>	<b>70,00</b>
6–7 баллов	33,33	54,55	44,44	42,86
5–6 баллов	41,67	27,27	38,46	30,00
<b>ПРЕВИЗ</b>				
0 баллов	8,33	100,00	100,00	50,00
1 балл	33,33	100,00	100,00	57,89
<b>2 балла</b>	<b>33,33</b>	<b>90,91</b>	<b>80,00</b>	<b>55,56</b>
3 балла	25,00	72,73	50,00	47,06
4 балла	0,00	27,27	0,00	20,00

Примечание. ПЦПР – прогностическая ценность положительного результата; ПЦОР – прогностическая ценность отрицательного результата.

разница в объеме ишемического повреждения головного мозга у больных с благоприятным и неблагоприятным неврологическим исходом в РХ-группе и КГ ( $p = 0,05$  и  $p = 0,02$  соответственно). Прогностически значимый показатель объема ишемического повреждения головного мозга по шкале DWI ASPECT для благоприятного неврологического исхода у пациентов РХ-группы составил 8 и более баллов (чувствительность 58,33%, специфичность 72,73%) (см. табл. 3).

Исходя из полученных данных нами разработана Прогностическая клиничко-Визуализационная шкала – ПРЕВИЗ (англ. *previse* – предвидеть) для оценки вероятности благоприятного клинического исхода при применении РХМ восстановления церебрального кровотока. В данной шкале балльная оценка была присвоена трем факторам: возраст, неврологический дефицит, объем ишемического повреждения головного мозга (табл. 4). Пациенты с суммарным баллом неврологического дефицита по шкале NIHSS менее 15 получали по шкале ПРЕВИЗ 0 баллов, если суммарный балл по NIHSS превышал 15 баллов – 2 балла. Больные старше 70 лет получали 1 балл, моложе 70 лет – 0 баллов. Если объем ишемического повреждения головного

мозга по шкале DWI ASPECT оценивался в 5–7 баллов, в шкале ПРЕВИЗ это соответствовало 1 баллу, при объеме зоны ишемии 8–10 баллов – 0 баллов.

Среди пациентов РХ-группы, набравших по шкале ПРЕВИЗ 4 балла, во всех случаях наблюдался неблагоприятный неврологический исход. Среди больных, получивших 3 балла, благоприятный исход отмечен в 55,5% наблюдений. Если пациент набирал 0–1 или 2 балла, то вероятность благоприятного исхода составляла 100 и 85,7% соответственно (табл. 5). Про-

Таблица 4

**Параметры шкалы ПРЕВИЗ**

Параметр	Оценка, баллов
<b>Неврологический дефицит (NIHSS)</b>	
менее 15 баллов	0
15 баллов и более	2
<b>Возраст</b>	
менее 70 лет	0
70 лет и более	1
<b>Объем ишемического повреждения головного мозга (DWI ASPECT)</b>	
8–10 баллов	0
5–7 баллов	1

Таблица 5

**Частота благоприятного и неблагоприятного неврологического исхода при применении рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока в зависимости от балльной оценки по шкале ПРЕВИЗ**

Оценка по шкале ПРЕВИЗ	Число пациентов, <i>n</i>	Исход mRS 0–2, <i>n</i> (%)	Исход mRS 3–6, <i>n</i> (%)
0 баллов	2	2 (100,0)	0 (0,0)
1 балл	5	5 (100,0)	0 (0,0)
2 балла	7	6 (85,7)	1 (14,3)
3 балла	9	5 (55,6)	4 (44,4)
4 балла	10	0 (0,0)	10 (100,0)
Всего	33	18 (54,5)	15 (45,5)

веденный ROC-анализ выявил высокую прогностическую значимость шкалы ПРЕВИЗ (AUROC 0,875) (рис. 2).

Пороговое значение показателя по шкале ПРЕВИЗ у пациентов с благоприятным неврологическим исходом составило 2 балла (чувствительность 33,00%, специфичность 90,91%). При показателях по шкале ПРЕВИЗ 3 балла прогностическая ценность положительного результата составила 50,00%, а при оценке по шкале ПРЕВИЗ 4 балла – равнялась нулю (см. табл. 3).

Анализ подгруппы пациентов, набравших 3 балла по шкале ПРЕВИЗ, продемонстрировал, что у 4 больных с неблагоприятным неврологическим исходом объем ишемического повреждения по шкале DWI ASPECT составлял 5–7 баллов, благоприятный исход наблюдался у всех пациентов, набравших третий балл из-за возраста более 70 лет (табл. 6).

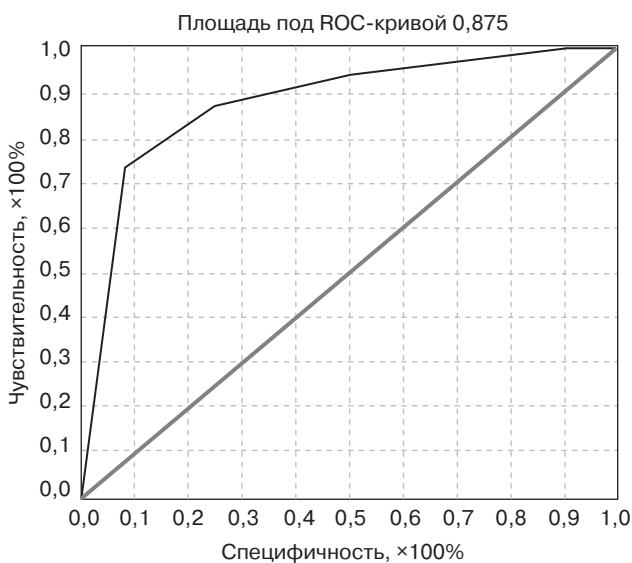


Рис. 2. Графическая кривая показателя ROC-анализа шкалы ПРЕВИЗ

Таблица 6

**Клинические исходы у пациентов, набравших 3 балла по шкале ПРЕВИЗ**

Показатель по шкале ПРЕВИЗ	Исход mRS 0–2	Исход mRS 3–6
Возраст старше 70 лет	5	–
DWI ASPECT 5–7 баллов	–	4

### Обсуждение

Несмотря на успешное восстановление церебрального кровотока при применении РХМ у пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне, благоприятный неврологический исход наблюдается не более чем у половины прооперированных больных. Учитывая высокую стоимость расходного материала для выполнения РХМ восстановления церебрального кровотока, остается актуальным вопрос о поиске предикторов благоприятного клинического исхода для повышения эффективности их применения. При этом метод дифференцированного отбора должен быть эргономичен и прост при использовании в рутинной клинической практике.

Одной из главных задач при применении любого метода реперфузионной терапии ОИИ является оценка объема необратимо поврежденной ткани головного мозга. Согласно современным отечественным и зарубежным рекомендациям, отбор пациентов для выполнения РХМ должен осуществляться по данным нативной рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) [3, 4]. Недостатками РКТ являются задержка визуализации ишемического повреждения на 2–3 ч, сложность и субъективность оценки ишемических изменений в первые часы инсульта. Магнитно-резонансная томография (МРТ) в режиме DWI (diffusion weighted imaging) позволяет визуализировать и оценивать очаг

ишемического повреждения с первых минут инсульта, поэтому мы в своей работе наряду с нативной РКТ, рекомендованной протоколом обследования пациента с ОИИ, использовали МРТ.

Результаты проведенного нами анализа продемонстрировали, что пол больного, наличие сопутствующей патологии не влияют на клинические исходы при применении РХМ восстановления церебрального кровотока. Достоверное влияние на клиническую эффективность РХМ оказывали возраст пациента, неврологический дефицит при поступлении, оцененный по шкале NIHSS, и объем ишемического повреждения головного мозга, определенный по шкале DWI ASPECT. На основании полученных данных нами была разработана шкала ПРЕВИЗ, учитывающая эти три фактора.

Ранее зарубежными авторами предлагались различные шкалы прогноза вероятности клинических исходов при использовании РХМ: THRIVE (Total Health Risks In Vascular Events score), HIAT (Houston Intra-Arterial Therapy), SPAN (Stroke Prognostication using Age and NIH Stroke Scale). Недостатками данных шкал являлось отсутствие учета объема ишемического повреждения головного мозга [1, 5–7]. Прототипом разработанной нами шкалы послужила прогностическая шкала NAV (NIHSS, Age, Volume) [8]. В ней учитывался возраст пациента, степень неврологического дефицита при поступлении и степень ишемии головного мозга, оцененная по данным РКТ. В отличие от шкалы NAV, в предлагаемой нами шкале оценка объема ишемического повреждения осуществляется по данным МРТ. В шкале NAV ишемическому повреждению давалась балльная оценка при объеме более и менее 50% объема бассейна средней мозговой артерии (СМА). Ранее опубликованные нами данные демонстрировали, что при ишемическом повреждении более 50% объема бассейна СМА выполнение эндоваскулярной реперфузионной терапии противопоказано в связи с высоким риском геморрагических осложнений и высокой летальностью [2]. Поэтому балльная оценка в разработанной нами шкале ПРЕВИЗ осуществляется для объемов ишемии только более 50% объема бассейна СМА (более 5 баллов по шкале DWI ASPECT).

Ретроспективный анализ показал высокую прогностическую значимость шкалы ПРЕВИЗ (площадь под ROC-кривой 0,875). Частота благоприятного клинического исхода при приме-

нении РХМ у пациентов, набравших 0–2 балла, составляла 85,7–100%. У больных, получивших третий балл за счет возраста более 70 лет, вероятность благоприятного исхода при применении РХМ также была высока – таким пациентам необходимо экстренное выполнение РХМ восстановления церебрального кровотока. Частота благоприятного клинического исхода среди больных, набравших 4 балла или получивших третий балл за счет объема ишемического повреждения (5–7 баллов по шкале DWI ASPECT), была крайне низка – в таких случаях следует воздержаться от выполнения вмешательства.

Недостатком данного исследования является небольшое количество пациентов в анализируемых группах, поэтому требуется дальнейшее изучение предлагаемой прогностической шкалы. Однако полученные достоверные данные позволяют рекомендовать применение шкалы ПРЕВИЗ при отборе больных с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне для выполнения рентгенохирургических вмешательств с целью повышения клинической эффективности РХМ восстановления церебрального кровотока.

### Заключение

Применение разработанной в нашей клинике шкалы ПРЕВИЗ позволяет прогнозировать вероятность клинического исхода при использовании рентгенохирургических методов восстановления церебрального кровотока у пациентов с острым ишемическим инсультом в каротидном бассейне.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Jayaraman M., Hussain M., Abruzzo T., Albani B., Albuquerque F.C., Alexander M.J. et al. Embolectomy for stroke with emergent large vessel occlusion (ELVO): report of the Standards and Guidelines Committee of the Society of NeuroInterventional Surgery. *J. Neurointerv. Surg.* 2015; 7 (5): 316–321. DOI: 10.1136/neurintsurg-2015-011717
2. Володохин М.Ю., Хасанова Д.Р., Дёмин Т.В., Загидуллин Б.И., Мусин Ш.Г., Шарафудинов М.Р. Клиническая эффективность применения внутриартериальных методов восстановления церебрального кровотока у пациентов с острым ишемическим инсультом. *Эндоваскулярная хирургия.* 2016; 2 (3): 71–7.
3. Савелло А.В., Вознюк И.А., Свистов Д.В. Внутрисосудистое лечение ишемического инсульта в острейшем периоде (клинические рекомендации). СПб.; 2015.
4. Powers W., Derdeyn C., Biller J., Coffey C.S., Hoh B.L., Jauch E.C. et al. 2015 American Heart Association/American



- Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015; 46 (10): 3020–35. DOI: 10.1161/STR.0000000000000074
5. Almekhlafi M.A., Davalos A., Bonafe A., Chapot R., Gralla J., Pereira V.M. et al. Impact of age and baseline NIHSS scores on clinical outcomes in the mechanical thrombectomy using solitaire FR in acute ischemic stroke study. *Am. J. Neuroradiol.* 2014; 35 (7): 1337–40. DOI: 10.3174/ajnr.A3855
  6. Flint A.C., Cullen S.P., Faigeles B.S., Rao V.A. Predicting long-term outcome after endovascular stroke treatment: the Total Health Risks in Vascular Events Score. *Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (7): 1192–6. DOI: 10.3174/ajnr.A2050
  7. Ishkanian A.A., McCullough-Hicks M.E., Appelboom G., Piazza M.A., Hwang B.Y., Bruce S.S. et al. Improving patient selection for endovascular treatment of acute cerebral ischemia: a review of the literature and an external validation of the Houston IAT and THRIVE predictive scoring systems. *Neurosurg. Focus*. 2011; 30 (6): E7. DOI: 10.3171/2011.3.FOCUS1144
  8. Fargen K., Chaudry I., Turner R., Bennett J.A., Turk A., Mocco J. A novel clinical and imaging based score for predicting outcome prior to endovascular treatment of acute ischemic stroke. *J. Neurointerv. Surg.* 2013; 5 (1): i38–43. DOI: 10.1136/neurintsurg-2012-010513
  2. Volodyukhin M.Yu., Khasanova D.R., Demin T.V., Zagidulin B.I., Musin S.G., Sharafutdinov M.R. Clinical efficacy of intra-arterial methods of cerebral blood flow restoration in patients with acute ischemic stroke. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2016; 2 (3): 71–7 (in Russ.).
  3. Savello A.V., Voznyuk I.A., Svistov D.V. Intravascular treatment of ischemic stroke in the acute period (clinical guidelines). Saint-Petersburg; 2015 (in Russ.).
  4. Powers W., Derdeyn C., Biller J., Coffey C.S., Hoh B.L., Jauch E.C. et al. 2015 American Heart Association/American Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015; 46 (10): 3020–35. DOI: 10.1161/STR.0000000000000074
  5. Almekhlafi M.A., Davalos A., Bonafe A., Chapot R., Gralla J., Pereira V.M. et al. Impact of age and baseline NIHSS scores on clinical outcomes in the mechanical thrombectomy using solitaire FR in acute ischemic stroke study. *Am. J. Neuroradiol.* 2014; 35 (7): 1337–40. DOI: 10.3174/ajnr.A3855
  6. Flint A.C., Cullen S.P., Faigeles B.S., Rao V.A. Predicting long-term outcome after endovascular stroke treatment: the Total Health Risks in Vascular Events Score. *Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (7): 1192–6. DOI: 10.3174/ajnr.A2050
  7. Ishkanian A.A., McCullough-Hicks M.E., Appelboom G., Piazza M.A., Hwang B.Y., Bruce S.S. et al. Improving patient selection for endovascular treatment of acute cerebral ischemia: a review of the literature and an external validation of the Houston IAT and THRIVE predictive scoring systems. *Neurosurg. Focus*. 2011; 30 (6): E7. DOI: 10.3171/2011.3.FOCUS1144
  8. Fargen K., Chaudry I., Turner R., Bennett J.A., Turk A., Mocco J. A novel clinical and imaging based score for predicting outcome prior to endovascular treatment of acute ischemic stroke. *J. Neurointerv. Surg.* 2013; 5 (1): i38–43. DOI: 10.1136/neurintsurg-2012-010513

### References

1. Jayaraman M., Hussain M., Abruzzo T., Albani B., Albuquerque F.C., Alexander M.J. et al. Embolectomy for stroke with emergent large vessel occlusion (ELVO): report of the Standards and Guidelines Committee of the Society of NeuroInterventional Surgery. *J. Neurointerv. Surg.* 2015; 7 (5): 316–321. DOI: 10.1136/neurintsurg-2015-011717

Поступила 22.02.2018

Принята к печати 02.03.2018

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616-005.4-089.819.5

## БИОРАССАСЫВАЮЩИЕСЯ КАРКАСЫ ABSORB BVS И СТЕНТЫ С ЛЕКАРСТВЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ФОРМАМИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С 12-МЕСЯЧНЫМ НАБЛЮДЕНИЕМ

Юлдашев Н.П.<sup>1</sup>, Гил Р.<sup>2,3</sup>, Бил Я.<sup>2</sup><sup>1</sup>АО «Республиканский специализированный центр кардиологии» Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, ул. Осие, 4, Ташкент, 100052, Республика Узбекистан;<sup>2</sup>Центральная клиническая больница Министерства внутренних дел и администрации, отделение инвазивной кардиологии, Варшава, Республика Польша;<sup>3</sup>Медицинский исследовательский центр им. М. Моссакковского Польской академии наук, Варшава, Польша

Юлдашев Набижон Примович, канд. мед. наук, заведующий отделением;

Гил Роберт, MD, PhD, профессор, заведующий отделением;

Бил Яцек, MD, PhD, FESC, кардиолог

**Цель.** Оценка непосредственной и долгосрочной (12 мес) клинической и ангиографической эффективности ре-васкуляризации миокарда с использованием биорассасывающихся сосудистых каркасов (БСК) по сравнению со стентами с лекарственным покрытием (СЛП) второго поколения у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца (ИБС).

**Материал и методы.** Исследуемую популяцию составили 179 пациентов с различными формами ИБС, из которых 76 были со стабильной стенокардией, 33 – с нестабильной (прогрессирующей) стенокардией и 70 – с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. В зависимости от типа имплантатов больные были разделены на две группы: 1-я группа – 88 случаев имплантации биорассасывающегося сосудистого каркаса Absorb BVS, 2-я группа – 91 случай имплантации СЛП.

**Результаты.** Непосредственный ангиографический успех (диаметр стеноза менее 10%, кровотоков TIMI 3) отмечен в 100% случаев в обеих группах. Непосредственно после имплантации коронарного протеза каких-либо существенных осложнений выявлено не было. На исходном (госпитальном) этапе различий между группами не отмечено, выявлена лишь очень низкая частота перипроцедурных инфарктов миокарда (1,1 и 2,2% в группах БСК и СЛП соответственно). Результаты, зафиксированные в течение 12 мес после вмешательства, в обеих группах были хорошими при довольно низкой суммарной составляющей серьезных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (6,8% против 7,6% в группах БСК и СЛП соответственно). Не было случаев смерти. Тем не менее в 1-й группе отмечен единичный случай с определенным тромбозом (пациент самостоятельно прекратил прием клопидогрела). Клинически подтвержденный инфаркт миокарда зарегистрирован только в 2 случаях в группе БСК и в 1 случае в группе СЛП. В течение 12 мес клинически обусловленная частота реваскуляризации целевых поражений была относительно низкой – 2,3% против 4,4% в 1-й и 2-й группах соответственно ( $p > 0,05$ ).

**Заключение.** Наши результаты показали, что соответствующий выбор пациентов, хорошая подготовка участка-поражения и оптимизация процедуры имплантации дают хорошие ангиографические и клинические результаты. Существующая потребность в интервенционном лечении ИБС обуславливает необходимость использования биорассасывающихся сосудистых каркасов наравне с классическими стентами с лекарственным покрытием.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца; реваскуляризация миокарда; биорассасывающиеся сосудистые каркасы; стенты с лекарственным покрытием.

**Для цитирования:** Юлдашев Н.П., Гил Р., Бил Я. Биорассасывающиеся каркасы Absorb BVS и стенты с лекарственным покрытием у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца: сравнительный анализ с 12-месячным наблюдением. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 58–66. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-58-66

## ABSORB BIORESORBABLE VASCULAR SCAFFOLDS AND DRUG-ELUTING STENTS IN PATIENTS WITH VARIOUS FORMS OF CORONARY HEART DISEASE: COMPARATIVE ANALYSIS WITH A 12-MONTH OBSERVATION

Yuldashev N.P.<sup>1</sup>, Gil R.J.<sup>2,3</sup>, Bil J.<sup>1</sup><sup>1</sup>Republican Specialized Center of Cardiology, Tashkent, 100052, Republic of Uzbekistan;<sup>2</sup>Department of Invasive Cardiology, Central Clinical Hospital, Warsaw, Republic of Poland;<sup>3</sup>Mossakowski Medical Research Centre, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Republic of Poland

Nabizhon P. Yuldashev, Cand. Med. Sc., Head of Department;  
Robert J. Gil, MD, PhD, Professor, Head of Department;  
Jacek Bil, MD, PhD, FESC, Cardiologist

**Objective.** To evaluate short- and long-term (12 months) clinical and angiographic efficacy of myocardial revascularization with the use of bioresorbable vascular scaffolds (BVS) compared to drug-eluting stents (DES) of the second generation in patients with various forms of coronary heart disease (CHD).

**Material and methods.** The study population was made up of 179 patients with various forms of CHD, including 76 with stable angina, 33 with unstable (progressive) angina, and 70 with ST elevation myocardial infarction. Depending on the type of implant the patients were divided into two groups: the 1st group – 88 cases of Absorb BVS implantation, the 2nd group – 91 cases of DES implantation.

**Results.** The immediate angiographic success (stenosis diameter <10%, TIMI 3) was marked in 100% of cases in both groups. Immediately after implantation of the coronary prosthesis, no significant complications were detected. During in-hospital phase, differences between groups were not observed, only a very low incidence of periprocedural myocardial infarction was revealed (1.1% and 2.2% in BVS and DES groups, respectively). Results recorded within 12 months after the intervention were good in both groups with a fairly low total component of major adverse cardiovascular events (6.8% vs. 7.6% in BVS and DES groups, respectively). There were no cases of death. However, in the 1st group a single case of thrombosis was marked (the patient stopped taking Clopidogrel independently). Clinically confirmed myocardial infarction was registered only in 2 cases in BVS group, and in 1 case in DES group. For 12 months, the frequency of clinically conditioned target lesion revascularizations was relatively low – 2.3% vs. 4.4% in the 1st and 2nd groups, respectively ( $p > 0,05$ ).

**Conclusion.** Our results showed that appropriate selection of patients, good preparation of the lesion site and optimization of the implantation procedure give good angiographic and clinical results. The existing need for interventional treatment of CHD require the use of the bioresorbable vascular scaffolds on a par with classical drug-eluting stents.

**Keywords:** coronary heart disease; myocardial revascularization; bioresorbable vascular scaffolds; drug-eluting stents.

**For citation:** Yuldashev N.P., Gil R.J., Bil J. Absorb bioresorbable vascular scaffolds and drug-eluting stents in patients with various forms of coronary heart disease: comparative analysis with a 12-month observation. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 58–66 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-58-66

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received January 17, 2018

Accepted February 6, 2018

## Введение

В прошлом столетии одним из важнейших достижений кардиологии была разработка Андреасом Грюнцигом методики чрескожной транслюминальной баллонной коронарной ангиопластики (ТБКА), которая позволила исключить поражения коронарной артерии с минимальным хирургическим травмированием, путем эндоваскулярного вмешательства. Практический интерес к интервенционной кардиологии значительно возрос с появлением коронарных протезов – стентов. Использование метода стентирования на фоне неудовлетворительных ангиографических результатов процедуры ТБКА (резкое падение, остаточный стеноз или рассечение коронарной артерии) значительно снижало частоту осложнений эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Кроме того, введение процедуры стентирования существенно улучшило не только непосредственные, но и долгосрочные результаты эндоваскулярного лечения сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с ТБКА [2]. В начале нового века в клиническую практику широко и успешно были внедрены стенты с антипролиферативным покрыти-

ем. Но, несмотря на большое количество достижений в этой области, по-прежнему существует ряд нерешенных проблем: развитие неоинтимальной гиперплазии внутри стента, тромбоз стента, неоатеросклероз с последующим появлением позднего и очень позднего тромбоза [3, 4].

В этом аспекте недавно предложенные биорассасывающиеся сосудистые каркасы (БСК) в качестве альтернативы классическим стентам с лекарственным покрытием (СЛП) выглядят очень интересными и многообещающими. Тем более что этот «временный стент» (коронарный каркас) должен восстанавливать нормальную реактивность сосудистой стенки, уменьшать атеросклеротический процесс и тем самым улучшать позитивное ремоделирование [2].

Цель нашего исследования состояла в том, чтобы оценить непосредственную и долгосрочную (12-месячную) клиническую и ангиографическую эффективность реваскуляризации миокарда с использованием саморассасывающихся (биорассасывающихся) каркасов по сравнению с СЛП второго поколения у пациентов с различными формами ишемической болезни сердца (ИБС).

## Материал и методы

### *Изучаемая популяция*

Это было ретроспективное открытое клиническое исследование, проведенное в одном из высокоинвазивных кардиологических центров Узбекистана. В исследование вошли больные с имплантированными БСК и СЛП второго поколения, которым интервенционные вмешательства выполнены в период с августа 2014 г. по август 2016 г. Исследуемую популяцию составили 179 пациентов с различными формами ИБС, из которых 76 были со стабильной стенокардией, 33 – с нестабильной (прогрессирующей) стенокардией и 70 – с инфарктом миокарда с подъемом сегмента *ST* (ИМп*ST*). Больных с ИМп*ST* включали в исследование спустя несколько дней от начала острой фазы (минимум 5 сут и максимум 14 сут после начала ИМп*ST*).

В зависимости от типа имплантатов пациенты были разделены на две группы: 1-я группа – 88 случаев имплантации биорассасывающегося сосудистого каркаса Absorb BVS, 2-я группа – 91 случай имплантации СЛП.

Обследование больных осуществляли по специально разработанному протоколу, одобренному советом Центра. Перед включением пациента в исследование с ним проводили разъяснительную беседу, после которой он подписывал информированное согласие.

#### *Критерии включения в исследование:*

– наличие документированной безболезненной ишемии, стабильной или нестабильной (прогрессирующей) стенокардии и/или инфаркта миокарда в анамнезе;

– возраст пациентов 18–75 лет;

– выявленное поражение коронарной артерии *de novo* с гемодинамически значимым стенозом (по количественной оценке коронарографии диаметр 70% и более).

#### *Основные критерии исключения:*

– ранее проведенное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) со стентированием или аортокоронарным шунтированием в анамнезе;

– тяжелая сопутствующая патология сердечно-сосудистой системы (аневризма аорты, клапанная патология, требующая хирургической коррекции, выраженная систолическая дисфункция левого желудочка (фракция выброса менее 35%), декомпенсированная сердечная недостаточность, кардиогенный шок);

– невозможность принимать двойную антиагрегантную терапию в течение 12 мес;

– бифуркационные поражения или поражение левой основной коронарной артерии;

– высокий уровень риска ЧКВ по шкале SYNTAX (более 22 баллов);

– отказ больного или его несогласие на обработку персональных данных.

### *Используемые импланты*

В 1-й группе применяли биорезорбируемый сосудистый каркас Absorb BVS (Abbott Vascular, Чикаго, Иллинойс). Он состоит из поли-1-лактида (PLLA), покрытого смесью из антипролиферативного лекарственного средства эверолимус в концентрации 100 мг/см<sup>2</sup> (Novartis Pharmaceuticals Corporation, Базель, Швейцария) и поли-d,l-лактидного полимера (PDLLA) в соотношении 1:1. Как PLLA, так и PDLLA полностью биологически рассасываются. Сообщается, что PDLLA полностью резорбируется через 9 мес, а PLLA – примерно через 36 мес, конечным продуктом их разложения является молочная кислота. Для имплантации использовались БСК диаметром 2,5, 3,0 и 3,5 мм.

Во 2-й группе имплантировали СЛП второй генерации: EES-36, SES-30, ZES-28, BES-9 и PES-6 [1, 5].

### *Техника процедуры*

Коронарную ангиографию (КАГ) проводили в лаборатории катетеризации, оборудованной ангиографической системой Allura CV-20 (Philips Company, Нидерланды), в соответствии с местными стандартами посредством радиального доступа с использованием шести или семи направляющих катетеров.

Селективную катетеризацию коронарных артерий выполняли с помощью направляющих катетеров Judkins и Amplatz. Применяли контрастный агент Unigexol-350 (Unique Pharmaceutical Laboratories, Индия). Вся информация хранили на жестком диске компьютерной системы с последующим экспортом для обработки и хранения в системе Xcelera локальной компьютерной сети в лаборатории катетеризации.

### *Ангиографический анализ*

Для визуализации обработанного поражения выбирали две ортогональные проекции. Все записи выполняли после внутрикоронарного введения нитроглицерина (200 мкг). Количественный коронарный ангиографический анализ был осуществлен с использованием версии 5 (версия для медикаментов для одного сосуда) Medis



QCA двумя независимыми исследователями (NJ, RJG). Калибровку катетера выполняли во всех случаях. При проведении КАГ высчитывали следующие параметры: длина поражения, диаметр целевого сосуда, минимальный диаметр просвета, диаметр (объем) стеноза и острое сужение просвета [2].

При имплантации Absorb BVS придерживались следующих рекомендаций:

– подготовка участка поражения путем преддилатации баллоном в соотношении к диаметру сосуда 1:1;

– подбор правильного диаметра каркаса с целью избежать чрезмерного растяжения сосуда с учетом ограничения каркасов;

– проведение постдилатации с помощью баллонного катетера высокого давления.

Фармакологическое лечение проводили в соответствии с самыми последними рекомендациями. Все пациенты получали ацетилсалициловую кислоту (75 мг в сутки) и клопидогрел (75 мг в сутки) по меньшей мере за 72 ч до ЧКВ. Прием двойной антиагрегантной терапии рекомендовали всем больным в течение 1 года.

Уровень содержания в крови тропонина I измеряли обычно перед процедурой у всех пациентов. Послепроцедурную оценку проводили только в клинически подозрительных случаях (жалобы пациентов, изменения электрокардиографических показателей).

#### *Оценка пациентов*

Во время госпитализации, а также через  $6 \pm 0,5$  мес и через  $12 \pm 0,5$  мес проводили сбор информации: оценивали стенокардию, собирали данные о неблагоприятных событиях и любых последующих вмешательствах на коронарных артериях, информацию о применяемых медикаментах.

Данные КАГ обсуждались коллегиально, при этом определялись: тип коронарного кровоснабжения (правый, левый, сбалансированный), количество пораженных коронарных артерий, локализация и тип стенозирующего сегмента. Для определения риска ЧКВ высчитывали балл по шкале SYNTAX в индивидуальном порядке с помощью онлайн-калькулятора. Качество жизни пациентов оценивали с использованием анкеты SF-36.

#### *Конечные точки исследования*

Первичной конечной точкой был кумулятивный показатель всех серьезных неблагопри-

ятных сердечно-сосудистых событий (major adverse cardiac events – MACE), включая сердечную смерть, инфаркт миокарда и клинически обусловленную реваскуляризацию целевого поражения (РЦП).

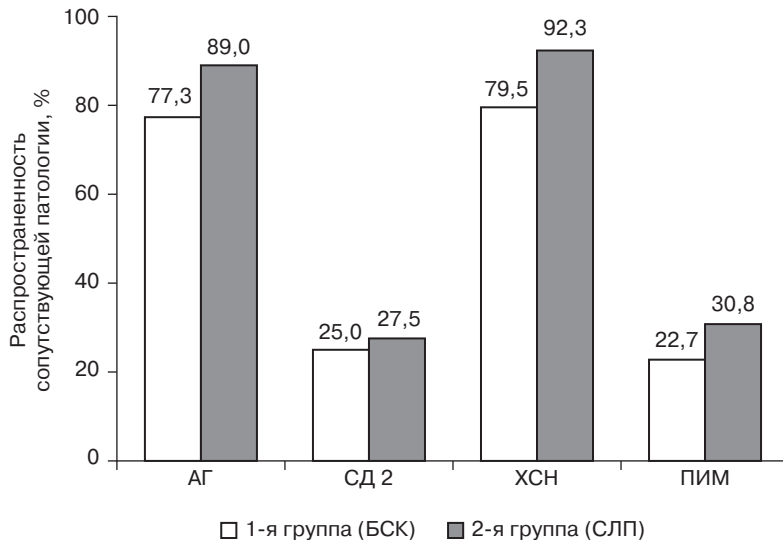
Вторичными конечными точками считали сердечную смерть, летальность от всех причин, инфаркт миокарда, РЦП, реваскуляризацию целевого сосуда (РЦС), тромбоз стента. Показатель «сердечная смерть» охватывал все смертельные случаи, обусловленные острым инфарктом миокарда, внезапной сердечной смертью, прогрессированием сердечной недостаточности и проведением каких-либо сердечных процедур. Все случаи признавали сердечными, если не была установлена другая причина. Инфаркт миокарда фиксировали в соответствии с третьим универсальным определением [3]. В качестве клинически обусловленной РЦП принимали повторное вмешательство в участке целевого поражения из-за наличия симптоматического стеноза диаметром 50% во время наблюдения. РЦС определяли как любую реваскуляризацию любого сегмента индексной коронарной артерии.

#### *Статистический анализ*

Статистические методы анализа применяли с использованием программы Statistica 6.0. Чтобы установить однородность сравниваемых групп, использовали метод проверки статистических гипотез об извлечении образцов из одной и той же популяции. Проверку однородности по качественным характеристикам проводили с помощью описательной статистики, по нормальности распределения – с использованием тестов Колмогорова–Смирнова и Лиллиефорса. Для установления взаимосвязи между отдельными клиническими признаками определяли коэффициенты корреляции ( $r$  и  $t$ ). Значение различий между качественными характеристиками образцов каждой категории получали путем расчета критерия  $\chi^2$ . Достоверность различий между сравниваемыми группами по определенному признаку оценивали с использованием  $t$ -критерия Стьюдента (при значении  $p < 0,05$ ). Значения приведены в виде: среднее  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ).

#### **Результаты**

Средний возраст исследуемой популяции составил  $54,4 \pm 10,2$  года; мужчин в ней было 151, женщин – 28. На начальном этапе группы были



Распределение пациентов в зависимости от распространенности сопутствующей патологии.

АГ – артериальная гипертензия; СД 2 – сахарный диабет 2-го типа; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ПИМ – перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе; БСК – биорассасывающиеся сосудистые каркасы; СЛП – стенты с лекарственным покрытием

сопоставимы по антропометрическим, клинико-лабораторным и функциональным параметрам, а также по нозологической структуре. Единственное существенное различие ( $p < 0,001$ ) между группами было обнаружено в возрастном аспекте (см. рисунок, табл. 1, 2).

Количественная и качественная ангиографическая характеристика сравниваемых групп пациентов не выявила каких-либо статистически значимых различий, за исключением среднего диаметра огибающей артерии, который оказался незначительно больше в группе БСК (табл. 3).

В таблице 4 представлены данные по технике имплантации, из которых видно, что в группе БСК количество пораженных сегментов коронарного русла составило 143, в группе СЛП – 148, при этом в 1-й группе было установлено 123 импланта (1,39 на 1 больного), а во 2-й группе –

109 (1,19 на 1 больного). По времени экспозиции стентов в анализируемых группах была выявлена достоверная разница ( $p < 0,05$ ), при этом в группе БСК временные затраты оказались больше.

Непосредственный ангиографический успех (диаметр стеноза менее 10%, кровотоков TIMI 3) отмечен в 100% случаев в обеих группах пациентов. Непосредственно после имплантации коронарного протеза каких-либо существенных осложнений выявлено не было.

В таблице 5 показана динамика клинических результатов. Как видно, на исходном (госпитальном) этапе каких-либо различий между группами не отмечено, выявлена лишь очень низкая частота перипроцедурных инфарктов миокарда (1,1 и 2,2% в группах БСК и СЛП соответственно). В 1 случае в группе БСК перипроцедурный инфаркт миокарда был обуслов-

Таблица 1

Базовые клинические характеристики пациентов ( $n = 179$ )

Параметр	Значение
Возраст, лет	54,4 ± 10,2
Женский пол, $n$ (%)	28 (15,6)
Артериальная гипертензия, $n$ (%)	149 (83,2)
Дислипидемия, $n$ (%)	34 (22,4)
Сахарный диабет 2-го типа, $n$ (%)	42 (23,5)
Первичный инфаркт миокарда, $n$ (%)	61 (34,1)
Первичное чрескожное коронарное вмешательство, $n$ (%)	179 (100)
Заболевания периферических артерий, $n$ (%)	0 (0)
Хроническая болезнь почек, $n$ (%)	11 (6,1)
Курение в анамнезе, $n$ (%)	27 (15,1)
Клинические показания для проведения чрескожного коронарного вмешательства, $n$ (%)	
стабильная ишемическая болезнь сердца	76 (42,5)
нестабильная ишемическая болезнь сердца	33 (18,4)
инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST	70 (39,1)

Таблица 2

**Демографические и клинические характеристики пациентов по группам (исходные данные)**

Параметр	1-я группа (n = 88)	2-я группа (n = 91)	p
Возраст, лет	51,55 ± 10,57	57,12 ± 9,04	0,000
Пол, n (%)			
мужской	77 (87,5)	74 (81,3)	0,351*
женский	11 (12,5)	17 (18,7)	
Рост, см	171,14 ± 7,23	169,78 ± 7,11	0,206
Вес, кг	87,08 ± 13,11	86,04 ± 13,87	0,607
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	29,69 ± 3,77	29,85 ± 4,51	0,797
Гемоглобин, г/л	129,57 ± 13,95	129,74 ± 16,13	0,940
Общий холестерин, мг/дл	192,00 ± 60,70	179,82 ± 44,60	0,127
Триглицериды, мг/дл	223,86 ± 165,80	194,94 ± 111,41	0,171
Глюкоза, ммоль/л	6,03 ± 1,93	6,37 ± 2,19	0,273
С-реактивный белок, г/л	15,75 ± 24,74	22,35 ± 44,68	0,225
Фракция выброса левого желудочка, %	58,35 ± 10,03	58,03 ± 7,86	0,812

\* $\chi^2 = 0,869$ .

Таблица 3

**Ангиографические характеристики сравниваемых групп пациентов (исходные данные)**

Параметр	1-я группа (n = 88)	2-я группа (n = 91)	p	$\chi^2$
Средний показатель по шкале SYNTAX, баллов	9,66 ± 4,84	9,71 ± 4,95	0,941	
Однососудистые поражения, n (%)	54 (61,4)	62 (68,1)	0,429	0,626
Двухсосудистые поражения, n (%)	34 (38,6)	29 (31,9)		
Средняя длина поражения, мм	31,14 ± 16,83	30,12 ± 12,55	0,658	
Длина поражения более 20 мм, n (%)	59 (67,1)	71 (78,0)		
Поражения передней нисходящей артерии, n (%)	76 (86,4)	76 (83,5)	0,747	0,104
размер стеноза, %	88,27 ± 10,30	86,54 ± 11,09	0,388	
диаметр стеноза, мм	3,33 ± 0,43	3,48 ± 0,36	0,016	
стеноз типа А, n	28	25		
стеноз типа В, n	44	51		
стеноз типа С, n	8	6		
Поражения огибающей артерии, n (%)	12 (13,6)	15 (16,5)	0,747	0,104
размер стеноза, %	78,75 ± 18,38	82,27 ± 14,89	0,966	
диаметр стеноза, мм	3,35 ± 0,47	3,24 ± 0,55	0,614	
стеноз типа А	6	2		
стеноз типа В	4	9		
стеноз типа С	4	4		
Поражения правой коронарной артерии, n (%)	29 (32,9)	22 (24,2)	0,256	1,289
размер стеноза, %	79,10 ± 15,97	80,14 ± 21,17	0,759	
диаметр стеноза, мм	3,29 ± 0,55	3,28 ± 0,59	0,936	
стеноз типа А	13	10		
стеноз типа В	14	9		
стеноз типа С	2	6		

лен дистальной эмболизацией, в 2 случаях в группе СЛП — дистальной эмболизацией и диссекцией. Дополнительное ЧКВ в целевом сосуде, выполненное через 3 сут после процедуры имплантации во 2-й группе, было вызвано приступом стенокардии на фоне эмоционального стресса. При этом контрольная ангиография выявила ранее недооцененный стеноз, который был стентирован.

Результаты, зафиксированные в течение 12 мес после вмешательства, в обеих группах были хорошими при довольно низкой суммар-

ной составляющей МАСЕ (6,8% против 7,6% в группах БСК и СЛП соответственно). Не было случаев смерти. Тем не менее в 1-й группе отмечен единичный случай с определенным тромбозом (пациент самостоятельно прекратил прием клопидогрела). Клинически подтвержденный инфаркт миокарда зарегистрирован только в 2 случаях в группе БСК и в 1 случае в группе СЛП. В течение 12 мес частота клинически обусловленных РЦП была относительно низкой — 2,3% против 4,4% в 1-й и 2-й группах ( $p > 0,05$ ).

Таблица 4

## Характеристики процедуры имплантации по группам

Параметр	1-я группа (n = 88)	2-я группа (n = 91)
Успешная имплантация, n (%)	88 (100)	91 (100)
Общее количество повреждений, n	143	148
Имплантация более одного каркаса, n (%)	37 (42,1)	38 (41,8)
Предилатация, n (%)	79 (89,8)	79 (86,8)
Диаметр баллона для преддилатации, мм	2,55 ± 0,29	2,57 ± 0,37
Давление в баллоне для преддилатации, атм	12,78 ± 1,58	13,11 ± 1,69
Время экспозиции, с	42,91 ± 14,52*	41,12 ± 8,81*
Постдилатация, n (%)	88 (100)	91 (100)
Общее количество имплантированных устройств, n (%)	123	109
Длина каркаса, мм	24,13 ± 9,73	26,39 ± 8,14
Диаметр каркаса, мм	3,19 ± 0,33	3,39 ± 0,51
Тип постдилатационного баллона, n (%)		
высокого давления	73 (82,9)	76 (83,5)
невысокого давления	15 (17,1)	15 (16,5)
Диаметр баллона для постдилатации, мм	3,22 ± 0,30	3,27 ± 0,38
Давление в баллоне для постдилатации, атм	14,48 ± 4,32	14,53 ± 4,38
Сосудистый доступ, n		
бедренный	1	0
лучевой	87	91
Направляющий катетер, n		
6F	86	89
7F	2	2

\*Разница статистически значима ( $p < 0,05$ ).

Таблица 5

## Клинические исходы, n (%)

Параметр	Госпитальный этап		Через 6 мес		Через 12 мес	
	1-я группа (n = 88)	2-я группа (n = 91)	1-я группа (n = 88)	2-я группа (n = 91)	1-я группа (n = 88)	2-я группа (n = 91)
Первичное МАСЕ	1 (1,1)	2 (2,2)	4 (4,5)	4 (4,4)	6 (6,8)	7 (7,6)
Смерть	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Инфаркт миокарда	1 (1,1)*	2 (2,2)*	3 (3,4)	2 (2,2)	4 (4,5)	3 (3,3)
целевого сосуда	1	2	2	2	2	2
нецелевого сосуда	0	0	1	0	2	1
Клинически обусловленная РЦП	0 (0)	0 (0)	1 (1,1)	2 (2,2)	2 (2,3)	4 (4,4)
Определенный тромбоз стента	0 (0)	0 (0)	1 (1,1)	0 (0)	1 (1,1)	0 (0)
РЦС	0 (0)	1 (1,1)	1 (1,1)	2 (2,2)	1 (1,1)	3 (3,3)
ЧКВ на другом сосуде	0 (0)	0 (0)	1 (1,1)	1 (1,1)	1 (1,1)	2 (2,2)
Инсульт	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1,1)

Примечание. МАСЕ – серьезное неблагоприятное сердечно-сосудистое событие; РЦП – реваскуляризация целевого поражения; РЦС – реваскуляризация целевого сосуда; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство.

\*Перипроцедурный инфаркт миокарда типа 4а.

## Обсуждение

Наш регистр показал, что имплантация Absorb BVS является безопасной и эффективной процедурой в случаях широкого диапазона, при этом показатель МАСЕ составил 6,8%, а РЦП – 2,3% в течение 12 мес. Результаты были сопоставимы с группой СЛП.

Внедрение БСК обеспечило заманчивую стратегию лечения коронарных атеросклероти-

ческих поражений «временными каркасами», которые позволяют сохранить анатомию венечного сосуда и восстановить реактивность вазомоторики, а также обеспечить в будущем доступ для проведения чрескожных или хирургических реваскуляризаций [4]. Однако подобного рода ожидания в исследовании ABSORB были обусловлены очень ограниченным количеством пациентов (Absorb Cohort A и B) с относительно простыми повреждениями коронарных артерий.



G.W. Stone et al. опубликовали данные по сравнению каркаса Absorb BVS с кобальт-хромовым эверолимус-элюирующим стентом Xience [6]. Это был метаанализ четырех рандомизированных исследований (ABSORB II, ABSORB Japan, ABSORB China и ABSORB III), в которых были зарегистрированы пациенты со стабильной ИБС или стабилизированным острым коронарным синдромом. Этот метаанализ 3389 случайно отобранных больных обеспечил гораздо более мощную базу для оценки эффективности и профиля безопасности Absorb BVS по сравнению с Xience, чем в каждом отдельном исследовании. Данная работа показала идентичные результаты для Absorb BVS и Xience в отношении ориентированной на пациента составной конечной точки (летальность от всех причин, все виды инфаркта миокарда или реваскуляризация), а также ориентированной на устройство составной конечной точки (сердечная летальность, связанный с целевым сосудом инфаркт миокарда или реваскуляризации целевого поражения с ишемией) в течение 1 года. Несмотря на то что Absorb BVS является технологией БСК первого поколения и в представленных испытаниях его сравнивали с одним из самых эффективных стентов, накопленные данные доказали безопасность и эффективность применения Absorb BVS в течение 12 мес при лечении пациентов со стабильной ИБС или стабилизированным острым коронарным синдромом. Тем не менее показатель успешности процедуры для Absorb BVS был хуже, чем для Xience (95,6% против 99,4%,  $p < 0,0001$ ). Несмотря на более агрессивную оптимизацию в группе Absorb BVS или, возможно, благодаря ей (постдилатация 66,2% против 55,3%,  $p < 0,0001$ ) повреждение целевого поражения в течение 30 сут, как правило, оказывалось выше в группе Absorb BVS по сравнению с группой Xience (инфаркт миокарда, связанный с целевым сосудом, — 5,1% против 3,3%,  $p = 0,04$ ). Другие недавно опубликованные метаанализы также подтверждают аналогичные данные по уровню реваскуляризации целевых сосудов при использовании Absorb BVS и Xience, но одновременно они сообщают о повышенном риске тромбоза стента [7–10].

Анализ наших данных позволяет утверждать, что клинический результат применения Absorb BVS оказался весьма удовлетворительным и на 12-месячном этапе не хуже, чем в группе СЛП. Низкая частота осложнений, вероятно, была

связана с различными факторами, но на наш взгляд, выбор поражения (большинство поражений типа А и В по классификации АНА/АСС) и соблюдение процедуры протокола ЧКВ оказались наиболее важными. По результатам нашего исследования, среди пациентов с различными типами установленных имплантов не было различий с точки зрения как клинических, так и ангиографических характеристик. Мы твердо убеждены в том, что адекватная подготовка участка поражения позволила получить 100%-й уровень успешности лечения. В нашей работе показатель преддилатации в группе БСК составил 89,7%. По данным литературы, постдилатация высоким давлением в 100% случаев играет решающую роль в производительности Absorb BVS [11]. Это соответствует действующим рекомендациям [12]. Таким образом, результаты, полученные в ходе проведенного нами исследования, сопоставимы с другими данными, касающимися перипроцедурных и краткосрочных клинических исходов [13], а также с данными по долгосрочному наблюдению как для БСК, так и для СЛП [1, 14, 15]. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что обследованная нами популяция была относительно молодого возраста ( $54 \pm 10$  лет), без прогрессирующего атеросклероза (менее 10 баллов по шкале SYNTAX), а стенты были развернуты в относительно крупных сосудах (контрольный диаметр около 3,3 мм), что также обеспечивало успешность использования БСК.

Толщина каркаса Absorb BVS (140 мкм) считается потенциально ответственной за увеличение частоты нежелательных событий. Хорошо известно, что меньшая толщина способствует меньшему росту неоинтимы и, как следствие, низкой частоте встречаемости РЦП. Это связано с реологическими нарушениями, с состоянием краевых участков эндотелия в непосредственной близости от атеросклеротической бляшки, что, в свою очередь, повышает риск тромбоза стента. Все вышеперечисленное составляет проблему для использования БСК. Поэтому уменьшение толщины стента, по-видимому, является естественным направлением в развитии и усовершенствовании современных типов имплантов [16, 17].

Новые разрабатываемые устройства, такие как DESolve, MeRes100 или Biolute, имеют толщину 100, 100 и 108 мкм соответственно [18]. Это улучшение в структуре импланта в случае успеха позволит получить достаточную радиальную прочность при одновременном

уменьшении профиля сечения. Кроме того, более тонкие каркасы могут свести к минимуму турбулентность коронарного кровотока за счет уменьшения толщины выступа импланта в просвет сосуда, а также снизить тромбогенность таких устройств. Аналогичные технические улучшения можно наблюдать в Mirage BVS (микрофибровом каркасе с обтекаемой геометрией), который, как предполагается, будет уменьшать разделение кровотока и обеспечивать высокое напряжение с последующим снижением активации тромбоцитов [18].

Кроме того, возможность постдилатации каркаса (предпочтительно сверхрасширение) без моментов перелома представляет собой еще одну важную проблему. В связи с этим Fantom (поликарбонатный каркас из дезаминотирозина), DESolve и Amaranth Fortitude (полимерные каркасы на основе PLLA) показали высокую устойчивость к избыточному расширению [17].

### Ограничения исследования

Размер выборки был относительно небольшим. Данное исследование является нерандомизированным.

### Заключение

Наши результаты показали, что соответствующий выбор пациентов, хорошая подготовка участка-поражения и оптимизация процедуры имплантации дают хорошие ангиографические и клинические результаты. Существующая потребность в интервенционном лечении ИБС обуславливает необходимость использования биорассасывающихся сосудистых каркасов наравне с классическими стентами с лекарственным покрытием.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература/References

1. Bezenek S., Hermiller J., Lansky A., Yaqub M., Hattori K., Cao S. et al. Low stent thrombosis risk with the XIENCE V® Everolimus-Eluting Coronary Stent: evidence from randomized and single-arm clinical trials. *J. Interv. Cardiol.* 2011; 24 (4): 326–41. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2011.00628.x
2. Bil J., Gil R.J., Vassilev D., Rzezak J., Kulawik T., Pawlowski T. Dedicated bifurcation paclitaxel-eluting stent BiOSS Expert® in the treatment of distal left main stem stenosis. *J. Interv. Cardiol.* 2014; 27 (3): 242–51. DOI: 10.1111/joic.12119
3. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Simoons M.L., Chaitman B.R., White H.D. et al. Third universal definition of myocardial infarction. *Circulation.* 2012; 126 (16): 2020–35. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31826e1058
4. Serruys P.W., Garcia-Garcia H.M., Onuma Y. From metallic cages to transient bioresorbable scaffolds: change in paradigm of coronary revascularization in the upcoming decade? *Eur. Heart J.* 2012; 33 (1): 16–25b. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr384
5. Abizaid A., Ribamar Costa J. Jr., Bartorelli A.L., Whitbourn R., van Geuns R.J., Chevalier B. et al. The ABSORB EXTEND study: preliminary report of the twelve-month clinical outcomes in the first 512 patients enrolled. *Eurointervention.* 2015; 10 (12): 1396–401. DOI: 10.4244/EIJV10I12A243
6. Stone G.W., Gao R., Kimura T., Kereiakes D.J., Ellis S.G., Onuma Y. et al. 1-year outcomes with the Absorb bioresorbable scaffold in patients with coronary artery disease: a patient-level, pooled meta-analysis. *Lancet.* 2016; 387 (10025): 1277–89. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)01039-9
7. Cassese S., Byrne R.A., Ndrepepa G., Kufner S., Wiebe J., Repp J. et al. Everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffolds versus everolimus-eluting metallic stents: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Lancet.* 2016; 387 (10018): 537–44. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00979-4
8. Zhang X.L., Zhu L., Wei Z.H., Zhu Q.Q., Qiao J.Z., Dai Q. et al. Comparative efficacy and safety of everolimus-eluting bioresorbable scaffold versus everolimus-eluting metallic stents: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Intern. Med.* 2016; 164 (11): 752–63. DOI: 10.7326/M16-0006
9. Lipinski M.J., Escarcega R.O., Baker N.C., Benn H.A., Gaglia M.A. Jr., Torguson R., Waksman R. Scaffold thrombosis after percutaneous coronary intervention with ABSORB bioresorbable vascular scaffold: a systematic review and meta-analysis. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2016; 9 (1): 12–24. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.09.024
10. Bil J., Gil R.J. Bioresorbable vascular scaffolds – what does the future bring? *J. Thorac. Dis.* 2016; 8 (8): E741–5. DOI: 10.21037/jtd.2016.05.80
11. De Ribamar Costa J. Jr., Abizaid A., Bartorelli A.L., Whitbourn R., van Geuns R.J., Chevalier B. et al. Impact of post-dilation on the acute and one-year clinical outcomes of a large cohort of patients treated solely with the Absorb Bioresorbable Vascular Scaffold. *Eurointervention.* 2015; 11 (2): 141–8. DOI: 10.4244/EIJY15M05\_06
12. Everaert B., Wykrzykowska J.J., Koolen J., van der Harst P., den Heijer P., Henriques J.P. et al. Recommendations for the use of bioresorbable vascular scaffolds in percutaneous coronary interventions: 2017 revision. *Neth. Heart J.* 2017; 25 (7–8): 419–28. DOI: 10.1007/s12471-017-1014-z
13. Rzeszutko Ł., Siudak Z., Włodarczyk A., Lekston A., Depukat R., Ochala A. et al. Use of bioresorbable vascular scaffolds in patients with stable angina and acute coronary syndromes. Polish National Registry. *Kardiol. Pol.* 2014; 72 (12): 1394–9. DOI: 10.5603/KP.a2014.0147
14. Ormiston J.A., Serruys P.W., Regar E., Dudek D., Thuesen L., Webster M.W. et al. A bioabsorbable everolimus-eluting coronary stent system for patients with single de-novo coronary artery lesions (ABSORB): a prospective open-label trial. *Lancet.* 2008; 371 (9616): 899–907. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60415-8
15. Gil R.J., Bil J., Pawlowski T., Yuldashev N., Kolakowski L., Jańczak J. et al. The use of bioresorbable vascular scaffold Absorb BVS® in patients with stable coronary artery disease: one-year results with special focus on the hybrid bioresorbable vascular scaffolds and drug eluting stents treatment. *Kardiol. Pol.* 2016; 74 (7): 627–33. DOI: 10.5603/KP.a2015.0250
16. Pache J., Kastrati A., Mehilli J., Schühlen H., Dotzer F., Hausleiter J. et al. Intracoronary stenting and angiographic results: strut thickness effect on restenosis outcome (ISAR-STREO-2) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 41 (8): 1283–8.
17. Colombo A., Azzalini L. Bioresorbable scaffolds: reflections after a setback – losing a battle does not mean losing the war! *Eurointervention.* 2017; 13 (7): 785–6. DOI: 10.4244/EIJV13I7A115
18. Caiazzo G., Kilic I.D., Fabris E., Serdoz R., Mattesini A., Foin N. et al. Absorb bioresorbable vascular scaffold: what have we learned after 5 years of clinical experience? *Int. J. Cardiol.* 2015; 201: 129–36. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.07.101

Поступила 17.01.2018

Принята к печати 06.02.2018

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.36-006.6:616.149-089.918.1

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕОПЕРАЦИОННОЙ ЭМБОЛИЗАЦИИ ВОРОТНОЙ ВЕНЫ ПРАВОЙ ДОЛИ ПЕЧЕНИ У ПАЦИЕНТОВ СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ ОПУХОЛЯМИ ПЕЧЕНИ

Водянов И.С.<sup>1,2</sup>, Лившиц М.В.<sup>1</sup>, Бобков Ю.А.<sup>2</sup>, Трунин И.В.<sup>2</sup>, Скруберт В.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ «Московская городская онкологическая больница № 62» Департамента здравоохранения г. Москвы, Ильинское с/п, пос. Истра, 27, Московская область, Красногорский район, 143423, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ФГБУ «Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства России, ул. Ивановская, 15а, Московская область, Химки, мкр-н Новогорск, 141435, Российская Федерация

Водянов Иван Сергеевич, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения, [orcid.org/0000-0002-9798-8929](https://orcid.org/0000-0002-9798-8929);

Лившиц Михаил Владимирович, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения, заведующий отделением, [orcid.org/0000-0001-5167-6201](https://orcid.org/0000-0001-5167-6201);

Бобков Юрий Анатольевич, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения, заведующий отделением, [orcid.org/0000-0003-1546-6543](https://orcid.org/0000-0003-1546-6543);

Трунин Игорь Владимирович, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения, [orcid.org/0000-0002-0002-0584](https://orcid.org/0000-0002-0002-0584);

Скруберт Вячеслав Станиславович, специалист по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения

**Цель.** Представить опыт эмболизации воротной вены у пациентов с первичным и вторичным поражениями правой доли печени, оценить эффективность данной операции в отдаленном периоде.

**Материал и методы.** В исследуемую группу вошли 19 пациентов, среди которых было 11 (57,8%) мужчин и 8 (42,2%) женщин. Средний возраст больных составил 57 лет. Метастатическое поражение колоректального рака в печень было диагностировано у 10 (52,6%) человек и требовало комбинированного подхода к лечению. В 2 (10,5%) случаях был выявлен первичный гепатоцеллюлярный рак на фоне хронического гепатита С, в 4 (21%) – онкология поперечно-ободочной кишки с синхронным метастатическим поражением печени, в 3 (15,8%) – холангиокарцинома желчных протоков.

**Результаты.** Через 1,5–2 мес после эмболизации правой ветви воротной вены при подтверждении достаточно будущего остаточного объема печени были успешно прооперированы 13 (68,4%) пациентов. У 3 больных отмечена недостаточная гипертрофия левой доли печени. Зафиксирован 1 случай прогрессирования заболевания с вовлечением кавальных ворот – пациент признан неоперабельным.

**Заключение.** Преоперационная эмболизация воротной вены является эффективной и перспективной методикой, позволяющей увеличить число операбельных больных, снизить риск большой интраоперационной кровопотери и развития послеоперационной печеночной недостаточности.

**Ключевые слова:** эмболизация; воротная вена; гемигепатэктомия правой доли печени.

**Для цитирования:** Водянов И.С., Лившиц М.В., Бобков Ю.А., Трунин И.В., Скруберт В.С. Оценка эффективности преоперационной эмболизации воротной вены правой доли печени у пациентов со злокачественными опухолями печени. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 67–70. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-67-70

**Для корреспонденции:** Водянов Иван Сергеевич, E-mail: [vodyanov3@gmail.com](mailto:vodyanov3@gmail.com)

## ASSESSMENT OF PREOPERATIVE RIGHT PORTAL VEIN EMBOLIZATION EFFICIENCY IN PATIENTS WITH MALIGNANT LIVER TUMORS

Vodyanov I.S.<sup>1,2</sup>, Livshits M.V.<sup>1</sup>, Bobkov Yu.A.<sup>2</sup>, Trunin I.V.<sup>2</sup>, Skrubert V.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Municipal Oncological Hospital No. 62, Moscow Region, 143423, Russian Federation;

<sup>2</sup>Federal Clinical Center of High Medical Technologies, Khimki, Moscow Region, 141435, Russian Federation

Ivan S. Vodyanov, Endovascular Surgeon, [orcid.org/0000-0002-9798-8929](https://orcid.org/0000-0002-9798-8929);

Mikhail V. Livshits, Endovascular Surgeon, Head of Department, [orcid.org/0000-0001-5167-6201](https://orcid.org/0000-0001-5167-6201);

Yuriy A. Bobkov, Endovascular Surgeon, Head of Department, [orcid.org/0000-0003-1546-6543](https://orcid.org/0000-0003-1546-6543);

Igor' V. Trunin, Endovascular Surgeon, [orcid.org/0000-0002-0002-0584](https://orcid.org/0000-0002-0002-0584);

Vyacheslav S. Skrubert, Endovascular Surgeon

**Objective.** To present the experience of portal vein embolization in patients with primary and secondary lesions of the right hepatic lobe, to evaluate the long-term efficiency of this operation.

**Material and methods.** The study group included 19 patients: 11 (57.8%) males and 8 (42.2%) females. The average age was 57 years. Right hemihepatectomy was successfully performed in 13 patients (68.4%), 3 (15.8%) patients had

insufficient hypertrophy of the left hepatic lobe, 1 case of disease progression with involvement of the hepatic caval hilus was considered inoperable, 2 patients were preparing for extended two-staged hemihepatectomy in "split in situ" version.

**Results.** When 1.5–2 months after embolization of the portal vein right branch had passed, with confirmation of a sufficient volume of future remnant liver, 13 patients (68.4%) were successfully operated. Three patients had insufficient hypertrophy of the left hepatic lobe, in 1 case of progression of the disease involving the caval gates the patient was considered inoperable.

**Conclusion.** The preoperative portal vein embolization is an effective and promising method allowing to increase the number of operable patients and to lower the risk of significant intraoperative blood loss and postoperative hepatic failure development.

**Keywords:** embolization; portal vein; hemihepatectomy of the right hepatic lobe.

**For citation:** Vodyanov I.S., Livshits M.V., Bobkov Yu.A., Trunin I.V., Skrubert V.S. Assessment of preoperative right portal vein embolization efficiency in patients with malignant liver tumors. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 67–70 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-67-70

**For correspondence:** Ivan S. Vodyanov, E-mail: vodyanov3@gmail.com

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received December 18, 2017

Accepted December 29, 2017

## Введение

Радикальная хирургическая операция является основным методом лечения пациентов при опухолях проксимальных сегментов желчных протоков, гепатоцеллюлярной карциноме, метастатическом поражении правой доли печени. Однако при недостаточном будущем остаточном объеме (future remnant liver – FRL) левой доли резекция правой крайне опасна: высока вероятность развития ранней послеоперационной печеночной недостаточности. По данным литературы, резекция правой доли печени относительно безопасна, если показатель FRL выше 25% при нормальной функции органа и выше 40% при циррозе. Методика предоперационной эмболизации воротной вены (ПЭВВ) правой доли печени применяется для редукции дистального и проксимального кровотока по венам, кровоснабжающим IVa-b, V, VI, VII и VIII сегменты печени. Окклюзия основного ствола правой ветви воротной вены необходима для достижения максимальной атрофии пораженной доли печени с одномоментной компенсаторной гипертрофией паренхимы левой доли [1, 2].

Показанием к ПЭВВ является наличие резектабельной опухоли, занимающей 60–70% объема печени. Образования меньшего размера также могут быть оперированы, однако курательная резекция печени может быть выполнена лишь таким образом, чтобы предполагаемый показатель FRL составил не менее 25%. Наличие сопутствующих системных заболеваний, таких как сахарный диабет 1-го типа, могут оказаться абсолютными противопоказаниями к данному вмешательству [3, 4].

## Материал и методы

Всего было прооперировано 19 пациентов: 11 (57,8%) мужчин и 8 (42,2%) женщин. Средний возраст больных составил 57 лет. Метастатическое поражение колоректального рака в печень было диагностировано у 10 (52,6%) человек и требовало комбинированного подхода к лечению. В 2 (10,5%) случаях был выявлен первичный гепатоцеллюлярный рак на фоне хронического гепатита С, в 4 (21%) – онкология поперечно-ободочной кишки с синхронным метастатическим поражением печени, в 3 (15,8%) – холангиокарцинома желчных протоков.

### Методика

Перед началом операции пациентам назначают стандартную предоперационную подготовку и премедикацию. Процедуру выполняют совместно с врачом-анестезиологом под местной анестезией и внутривенной седацией. Пункцию сегментарной ветви воротной вены правой доли печени, как правило, проводят ипсилатеральным доступом в пределах передней и задней подмышечных линий в восьмом-девятом межреберье. В нашем стационаре в 18 (94,8%) случаях ПЭВВ проводили ипсилатеральным доступом пункционной иглой 21G и в 1 (5,2%) случае – субкисфоидальным под ультразвуковым и рентген-контролем. Последний доступ более опасен в отношении постэмболизационного кровотечения и повышает риск тромбоза левой ветви воротной вены. Траектория пункции должна быть выбрана таким образом, чтобы ход иглы не затронул плевральный синус и сегментарные желчные протоки печени.



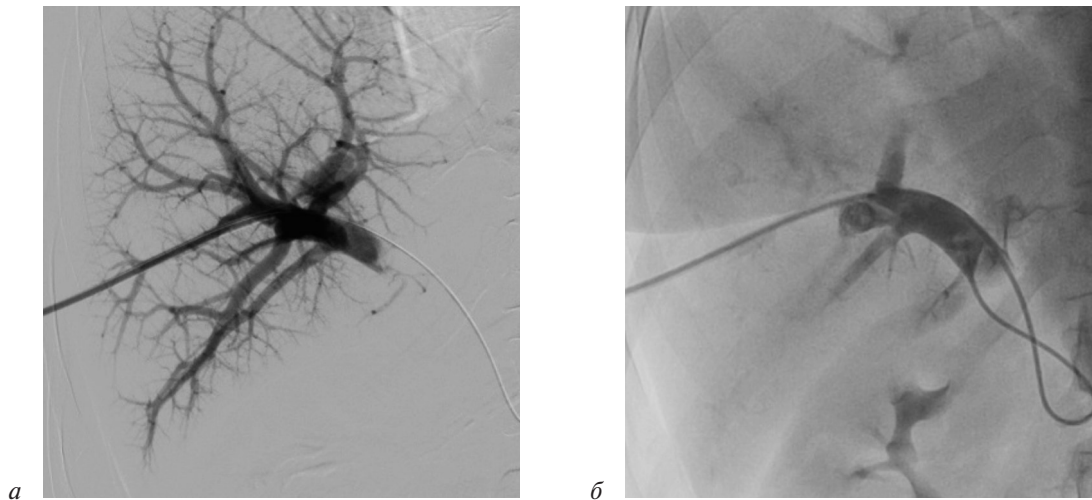


Рис. 1. Этапы операции:

*a* – ипсилатеральный доступ с тугим контрастированием правой ветви воротной вены; *б* – селективная дистальная эмболизация сегментарных ветвей правой воротной вены желатиновой взвесью

После установки интродьюсера 6F в сегментарную ветвь воротной вены и обеспечения безопасного доступа оператор имеет возможность выполнить адекватную портографию и селективно катетеризировать сегментарные вены правой и левой ветвей воротной вены. Полученные изображения позволяют оценить индивидуальные особенности сосудистого русла (рис. 1, *a*). Далее выполняют селективную дистальную эмболизацию сегментарных ветвей правой воротной вены под контролем флюороскопии. После эмболизации проводят контрольную портографию с целью контроля проходности сегментарных вен II и III сегментов (рис. 1, *б*).

Современная желатиновая пудра удобна для приготовления эмболизационной взвеси и обеспечивает надежный окклюзионный эффект дистального кровотока на 4–6 нед. Основной ствол правой воротной вены в норме имеет

достаточно большой диаметр (8–10 мм), что обеспечивает скоростной поток крови от 800 до 1100 мл/мин. Это создает дополнительные условия для быстрой спонтанной реканализации.

Для дополнительного окклюзионного эффекта мы применяем свободные эмболизационные спирали (рис. 2, *a*). Также существуют методики эмболизации проксимального сегмента правой ветви воротной вены с применением баллонных катетеров и окклюдеров [5]. При эмболизации сегментарных вен, кровоснабжающих IVb сегмент, также используется методика дистально-проксимальной эмболизации (рис. 2, *б*). Эффективность эмболизации ангиографически подтверждается контрольной портографией (рис. 2, *в*).

По завершении вмешательства постпункционный канал закрывают гемостатической губкой, пропитанной контрастным веществом для достижения максимального гемостаза.



Рис. 2. Этапы операции:

*a* – имплантация свободных спиралей в ствол правой ветви воротной вены, дистальная эмболизация IVb сегмента; *б* – имплантация спиралей в сегментарные вены, кровоснабжающие IVb сегмент правой доли печени; *в* – результат эмболизации правой ветви воротной вены

## Результаты

В 1-е сутки после операции пациенты отмечают тянущие, давящие боли в правом подреберье, тошноту, рвоту, снижение аппетита. По инструментальным и лабораторным исследованиям отмечались повышение температуры тела до субфебрильных значений, рост уровня аминотрансфераз, снижение уровня протромбина в крови. В остальном постэмболизационный период протекал гладко.

Через 1,5–2 мес после эмболизации правой ветви воротной вены при подтверждении достаточного показателя FRL были успешно прооперированы 13 (68,4%) больных. У 3 пациентов отмечена недостаточная гипертрофия левой доли печени. Следует отметить, что по данным компьютерной томографии достоверные различия диаметра воротной вены и размера селезенки зафиксированы не были, что свидетельствует об отсутствии портальной гипертензии. В 1 случае прогрессирования заболевания с вовлечением кавальных ворот пациент признан неоперабельным.

По данным мировой литературы, распространение опухолевого процесса выявляется у малого числа больных, тем не менее этот факт доказывает необходимость тщательного предоперационного обследования [6, 7]. Двое пациентов готовятся к расширенной двухэтапной гемигепатэктомии в варианте *split in situ*. Таких осложнений, как билиарная фистула, тромбоз левой воротной вены, плевропневмония, мы не наблюдали.

## Заключение

Обзор мировой практики и собственный опыт говорят о том, что ПЭВВ является доступной, технически простой и безопасной методикой. Данный многоэтапный метод лечения больных с поражением печени позволяет снизить риск возникновения послеоперационной печеночной недостаточности при выполнении больших резекций, тем самым повышая показатель резектабельности опухолей печени и снижая абсолютную летальность в данной группе пациентов.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Гранов А.М., Таразов П.Г., Гранов Д.А. Интервенционная радиология в лечении первичного и метастатического рака печени. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 1998; 2: 25–31.
2. Kinoshita H., Sakai K., Hirohashi K., Igawa S., Yamasaki O., Kubo S. Preoperative portal vein embolization for hepatocellular carcinoma. *World J. Surg.* 1986; 10 (5): 803–8.
3. Abdalla E.K., Hicks M.E., Vauthey J.N. Portal vein embolization: rationale, technique and future prospects. *Br. J. Surg.* 2001; 88 (2): 165–75. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2001.01658.x
4. Гранов Д.А., Поликарпов А.А., Таразов П.Г. Предоперационная эмболизация воротной вены у больных злокачественными опухолями печени. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*. 2004; 15 (1–2): 94–8.
5. Попов М.В., Восканян С.Э., Аронов М.С., Карпова О.В. Роль дистально-проксимальной предоперационной эмболизации правой ветви воротной вены при хирургическом лечении злокачественных опухолей печени. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2016; 12 (4): 713–6.
6. Таразов П.Г., Гранов Д.А., Поликарпов А.А., Сергеев В.И., Розенгауз Е.В. Предоперационная эмболизация воротной вены у больных злокачественными опухолями печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2013; 18 (4): 36–45.
7. De Baere T., Roche A., Vasseur D., Therasse E., Indushekar S., Elias D., Bognel C. Portal vein embolization: utility for inducing left hepatic lobe hypertrophy before surgery. *Radiology*. 1993; 188 (1): 73–7. DOI: 10.1148/radiology.188.1.8511321

## References

1. Granov A.M., Tarazov P.G., Granov D.A. Interventional radiology in the treatment of primary and metastatic carcinoma of the liver. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*. 1998; 2: 25–31 (in Russ.).
2. Kinoshita H., Sakai K., Hirohashi K., Igawa S., Yamasaki O., Kubo S. Preoperative portal vein embolization for hepatocellular carcinoma. *World J. Surg.* 1986; 10 (5): 803–8.
3. Abdalla E.K., Hicks M.E., Vauthey J.N. Portal vein embolization: rationale, technique and future prospects. *Br. J. Surg.* 2001; 88 (2): 165–75. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2001.01658.x
4. Granov D.A., Polikarpov A.A., Tarazov P.G. Preoperative portal vein embolization in patients with malignant liver tumors. *Vestnik RONTs imeni N.N. Blokhina RAMN (Blokhin Russian Oncology Research Center Journal)*. 2004; 15 (1–2): 94–8 (in Russ.).
5. Popov M.V., Voskanyan S.E., Aronov M.S., Karpova O.V. Role of a preoperative distal and proximal embolization of the right branch of the portal vein at surgical treatment of a liver malignant tumors. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2016; 12 (4): 713–6 (in Russ.).
6. Tarazov P.G., Granov D.A., Polikarpov A.A., Sergeev V.I., Rozengauz E.V. Preoperative portal vein embolization in patients with primary or metastatic liver cancers. *Annaly Khirurgicheskoy Gepatologii (The Annals of Surgical Hepatology)*. 2013; 18 (4): 36–44 (in Russ.).
7. De Baere T., Roche A., Vasseur D., Therasse E., Indushekar S., Elias D., Bognel C. Portal vein embolization: utility for inducing left hepatic lobe hypertrophy before surgery. *Radiology*. 1993; 188 (1): 73–7. DOI: 10.1148/radiology.188.1.8511321

Поступила 18.12.2017

Принята к печати 29.12.2017

*Клинические наблюдения*

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.132.2-073.756.8-089.819.5

**РЕКАНАЛИЗАЦИЯ И СТЕНТИРОВАНИЕ  
АУТОАРТЕРИАЛЬНО-СЕКВЕНЦИАЛЬНОГО АОРТОКОРОНАРНОГО  
ШУНТА ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ДАННЫМ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ  
КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ***Иванов В.А., Базанов И.С., Жариков С.Б., Иванов А.В., Кузнецов А.А., Поляков И.И.,  
Цымбал Е.В., Гасанова А.Г.*

ФГБУ «3-й Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого» Министерства обороны России, Московская обл., Красногорский р-н, п/о Архангельское, 143420, Российская Федерация

Иванов Владимир Александрович, доктор мед. наук, профессор, начальник центра;  
 Базанов Иван Сергеевич, канд. мед. наук, специалист по рентгенэдоваскулярной диагностике и лечению;  
 Жариков Станислав Борисович, специалист по рентгенэдоваскулярной диагностике и лечению;  
 Иванов Александр Владимирович, заведующий отделением;  
 Кузнецов Алексей Александрович, канд. мед. наук, кардиохирург;  
 Поляков Иван Иванович, заведующий отделением;  
 Цымбал Евгений Васильевич, заведующий отделением;  
 Гасанова Алина Гасановна, клинический ординатор

Неинвазивная шунтография с использованием мультиспиральной компьютерной томографии является на сегодня практически единственной неинвазивной методикой, способной стать достойной альтернативой селективной коронаршунтографии для контроля за состоянием как венозных, так и артериальных шунтов на разных сроках после операции аортокоронарного шунтирования. В статье представлен анализ собственного опыта эндоваскулярной реканализации и стентирования аутоартериально-секвенциального аортокоронарного шунта по данным мультиспиральной компьютерной томографии, применяемой в качестве альтернативы предварительной коронаршунтографии. Кроме того, данный клинический случай позволяет предположить, что тактика реканализации артериальных шунтов при невозможности реканализации нативного коронарного русла и неэффективности максимальной медикаментозной терапии может быть альтернативой повторной операции аортокоронарного шунтирования и существенно улучшить качество жизни пациента.

**Ключевые слова:** аутоартериально-секвенциальный шунт; мультиспиральная компьютерная томография; реканализация и стентирование.

**Для цитирования:** Иванов В.А., Базанов И.С., Жариков С.Б., Иванов А.В., Кузнецов А.А., Поляков И.И., Цымбал Е.В., Гасанова А.Г. Реканализация и стентирование аутоартериально-секвенциального аортокоронарного шунта по предварительным данным мультиспиральной компьютерной томографии. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 71–8. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-71-78

**Для корреспонденции:** Гасанова Алина Гасановна, E-mail: a1707199@yandex.ru

**RECANALIZATION AND STENTING OF AUTOARTERIAL-SEQUENTIAL  
AORTOCORONARY BYPASS USING PRELIMINARY DATA  
OF MULTI-SLICE COMPUTED TOMOGRAPHY***Ivanov V.A., Bazanov I.S., Zharikov S.B., Ivanov A.V., Kuznetsov A.A., Polyakov I.I.,  
Tsybmal E.V., Gasanova A.G.*

Vishnevskiy Third Central Military Clinical Hospital, Moscow Region, Krasnogorsk District, Arkhangel'skoe, 143420, Russian Federation

Vladimir A. Ivanov, Dr. Med.Sc., Professor, Head of Center  
 Ivan S. Bazanov, Cand. Med. Sc., Endovascular Surgeon  
 Stanislav B. Zharikov, Endovascular Surgeon  
 Aleksandr V. Ivanov, Head of Department  
 Aleksey A. Kuznetsov, Cand. Med. Sc., Cardiac Surgeon  
 Ivan I. Polyakov, Head of Department  
 Evgeniy V. Tsybmal, Head of Department  
 Alina G. Gasanova, Clinical Resident

Non-invasive sonography using multi-slice computed tomography is now practically the only non-invasive technique, capable to become a worthy alternative to selective coronaroscintigraphy to monitor the state of both venous and arterial bypasses at different periods after coronary artery bypass surgery. The article presents the analysis of own experience of endovascular recanalization and stenting of autoarterial-sequential T-shaped aortocoronary bypass using multi-slice computed tomography data as an alternative to preliminary coronaroscintigraphy. In addition, this clinical case suggests that tactics of recanalization of arterial bypasses at the impossibility of native coronary arteries recanalization and ineffectiveness of maximal drug therapy may be an alternative to repeated coronary artery bypass grafting and significantly improve the patient's quality of life.

**Keywords:** autoarterial-sequential bypass; multi-slice computed tomography; recanalization and stenting.

**For citation:** Ivanov V.A., Bazanov I.S., Zharikov S.B., Ivanov A.V., Kuznetsov A.A., Polyakov I.I., Tsybmal E.V., Gasanova A.G. Recanalization and stenting of autoarterial-sequential aortocoronary bypass using preliminary data of multi-slice computed tomography. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 71–8 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-71-78

**For correspondence:** Alina G. Gasanova, E-mail: a1707199@yandex.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received November 30, 2017

Accepted December 26, 2017

## Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является ведущей причиной заболеваемости, временной утраты трудоспособности, инвалидности и преждевременной смерти [1, 2]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в 2015 г. от сердечно-сосудистых заболеваний умерли 17,7 млн человек, что составляет 31% от всех смертей в мире. Из этих смертей 7,4 млн были связаны с ИБС [1].

Существующие лекарственные препараты способны замедлить прогрессирование ИБС, но агрессивное течение атеросклероза в сосудах сердца приводит к снижению эффекта медикаментозной терапии [3]. В связи с появлением новых методик и совершенствованием инструментария показания к хирургическому лечению ИБС постоянно расширяются. Однако прогрессирование атеросклеротического процесса в нативном коронарном русле и/или окклюзионно-стенотические поражения шунтов ведут к рецидиву стенокардии в отдаленном периоде [4, 5].

Выбор метода реваскуляризации миокарда — чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) или аортокоронарного шунтирования (АКШ) — зависит от анатомических особенностей поражения коронарных артерий, сопутствующей патологии и вытекающих из этого рисков вмешательства, а также от согласия пациента на конкретный способ оперативного пособия [6].

Адекватный выбор трансплантата является одним из самых важных факторов успеха вмешательства при операции АКШ. Наиболее часто используются внутренняя грудная артерия (ВГА), лучевая артерия, подкожная вена, правая гастроэпиплоидная артерия, иногда — локтевая,

селезеночная и нижняя эпигастральная артерии [6, 7].

Внутренняя грудная артерия считается стандартным выбором для операции шунтирования [6, 7]. Данные нерандомизированных исследований показывают, что использование двух ВГА связано как с улучшением показателей долгосрочной выживаемости, так и с меньшим количеством нефатальных событий, таких как инфаркт миокарда, возврат стенокардии и необходимость реоперации. Эти преимущества были также продемонстрированы для больных сахарным диабетом. Однако при билатеральном шунтировании с использованием ВГА более часто развивается медиастинит, и этот метод следует рассматривать для лиц моложе 70 лет [6].

Лучевая артерия представляется разумной альтернативой в качестве второго артериального шунта у пациентов, которым двойное шунтирование ВГА противопоказано. Использование радиальных шунтов повышает число артериальных анастомозов и помогает достичь полной артериальной реваскуляризации [6]. Лучевая артерия является универсальным трансплантатом: ее длина позволяет достигать дистальных ветвей коронарных артерий, диаметр сравним с коронарными артериями, возможно выполнение нескольких анастомозов, артерия способна адаптироваться к повышенному кровяному давлению, проходимость трансплантата сохраняется длительные сроки. Одним из недостатков данного кондуита является его склонность к спазмам. Однако применение конкретных хирургических методов и фармакологической профилактики может предотвратить это [7].

У многих больных ИБС имеется много-сосудистое поражение коронарного русла,



при котором одних аутоартерий недостаточно или их эксплантация связана с увеличением времени операции и повышенной травматизацией. Поэтому использование аутовенозных шунтов в дополнение к аутоартериальным является необходимым условием. Известно, что процедура выделения венозного кондуита связана с фокальным повреждением эндотелия, что является одной из причин развития тромбоза. Так, в течение 1-го месяца наблюдается прекращение функционирования аутовенозного трансплантата в 15–18% случаев [8, 9]. Однако изъятие подкожной вены с помощью метода *potouch* или применение прецизионной техники существенно продлевает срок сохранения проходимости кондуита. Таким образом, при использовании данных методик проходимость венозных шунтов через 16 лет составляет 83% (проходимость после применения артериальных трансплантатов – 88%) [7].

Несмотря на то что операция АКШ проводится уже более 50 лет, до сих пор открыт вопрос о стенотических изменениях шунтов в разные сроки после вмешательства и возобновления стенокардии вследствие атеросклеротического поражения нативных артерий и шунтов. Так, исследование SOS (*Stenting of Saphenous vein grafts*) показало, что в среднем в течение 35 мес наблюдения 39% пограничных стенозов в венозных шунтах (30–60% ангиографического диаметра шунта) прогрессируют до значимых стенозов (более 70%) [10, 11]. Почти у каждого третьего пациента в течение 5 лет после АКШ имеется бессимптомная окклюзия или стеноз шунта. Известно, что у больных с многососудистым поражением коронарных артерий возможно отсутствие проявлений стенокардии до тех пор, пока не произойдет окклюзия нескольких шунтов [12]. В настоящее время для визуализации коронарных артерий и шунтов «золотым стандартом» остается инвазивная ангиография. Однако данная методика визуализации имеет ряд ограничений: риск развития осложнений (инфаркт миокарда, цереброваскулярные и периферические осложнения, сложные нарушения ритма и гемодинамики и т. д.), технические сложности в выявлении бляшек в ремоделированных артериях, а также невозможность оценивать структуру (состав) атеросклеротической бляшки [12].

Неинвазивная мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) может стать методом выбора для последующего выявления,

детального изучения проблемы окклюзий шунтов в разные сроки после АКШ, для наблюдения за бессимптомными пациентами, а также для одномоментной оценки фракции выброса левого желудочка за счет измерения систолического и диастолического объема правого и левого желудочка [12].

Было проведено множество исследований, посвященных сопоставлению интервенционной и МСКТ-шунтографии. В одной из последних работ, опубликованной в 2016 г., U. Varbero et al. [13] провели обзор и метаанализ 10 исследований, включающих 959 пациентов после операции АКШ – в общей сложности 1586 шунтов. Было выполнено сравнение результатов инвазивной коронарошунтографии (КШГ) и МСКТ-шунтографии (64-спиральной). Чувствительность и специфичность обнаружения полных окклюзий трансплантатов составили 99 и 99% соответственно. Далее был проведен метаанализ 12 исследований, охватывающих 2482 трансплантата. Общая чувствительность и специфичность для выявления локализации значительного стеноза трансплантата (определяемого как более 50%) составили 98 и 98% соответственно. Точность диагностики во всех исследованиях сохранялась независимо от возраста пациента или давности АКШ [13].

Из вышесказанного следует вывод, что 64-спиральные системы имеют высокую чувствительность и специфичность. Это достигается за счет уменьшения степени артефактов от движения коронарных артерий и дистальных концов шунтов вследствие увеличения скорости оборота трубки до 330–420 мс (16 спиралей – 375–500 мс), повышения разрешающей способности до 0,4–0,6 мм (16 спиралей – 0,75 мм), а также уменьшения временного разрешения до 165–210 мс (16 спиралей – 188–250 мс) [13–15].

Растущее число операций АКШ, выполняемых во всем мире, привело к тому, что все чаще стали выявляться такие осложнения, как аневризмы и псевдоаневризмы шунтов и мест анастомозов [16, 17]. В этом случае МСКТ, без сомнения, является методом выбора, так как она позволяет видеть истинные размеры аневризмы, включая ее стенки и тромботические массы в просвете, в то время как при ангиографии виден только заполненный контрастом просвет шунта.

Контроль за факторами риска и проведение адекватной лекарственной терапии показали замедление прогрессирования атеросклероза

коронарных артерий и коронарных шунтов, что ведет к улучшению прогноза после АКШ. Вследствие этого возникает потребность в выявлении пациентов, подверженных ранней окклюзии шунтов, для своевременного изменения тактики лечения, будь то более агрессивное фармакологическое лечение или интервенционные процедуры. Повторное АКШ при поражении шунтов не является операцией выбора из-за более высокой летальности по сравнению с первичной операцией АКШ. Выживаемость после повторного АКШ составляет 75–90% в течение 5 лет и 55–75% в течение 10 лет наблюдения. В исследовании и регистре AWESOME общая внутрибольничная летальность при реоперации была выше, чем при ЧКВ. Таким образом, эндоваскулярные вмешательства являются предпочтительной стратегией при лечении поражений шунтов [6].

### Клинический случай

Пациент К. в октябре 2017 г. поступил в госпиталь с клинической картиной стенокардии напряжения II функционального класса (ФК). Краткий анамнез: длительное время страдает гипертонической болезнью, эпизодические подъемы артериального давления максимально до 170 и 100 мм рт. ст. В 2006 г. — общий инфаркт миокарда без предшествующей стенокардии. АКШ в 2006 г. В 2017 г. — повторный инфаркт миокарда. В последующем стал отмечать дискомфорт за грудиной при физических нагрузках (ходьба на расстояние до 200 м, подь-

ем по лестнице), купирующийся после прекращения нагрузки, использования нитроглицерина. В плановом порядке 01.10.17 г. госпитализирован в 3-й Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневецкого для решения вопроса о тактике дальнейшего лечения ИБС.

**Диагноз:** ИБС. Стенокардия напряжения II ФК. Атеросклеротический и постинфарктный (2006, 2017 г.) кардиосклероз с нарушениями сердечного ритма и проводимости — желудочковая тригеминия.

**Эхокардиография** от 10.07.2017 г.: фракция выброса — 45%, гипокинез базальных, средних и верхушечных переднесептальных, септальных и передних отделов.

На серии снимков при *компьютерной томографии* от 17.08.2017 г. визуализируются шунты. Маммарокоронарный шунт с передней межжелудочковой артерией (ПМЖА) контрастируется на всем протяжении, без значимых стенозов. В дистальном сегменте ПМЖА, дистальнее от анастомоза на 14 мм, определяется кальцинированная бляшка, локально суживающая просвет на 50% на протяжении 5 мм. Проксимальный сегмент аортокоронарного Т-шунта с правой коронарной артерией (ПКА) и ветвью тупого края (ВТК) на протяжении 25–30 мм окклюзирован (рис. 1), далее контрастируется. Дистальнее анастомоза — ВТК без значимых стенозов. В дистальном сегменте ПКА, на расстоянии 22 мм от анастомоза, визуализируется смешанная бляшка, суживающая просвет артерии более чем на 50% на протяжении 5 мм.

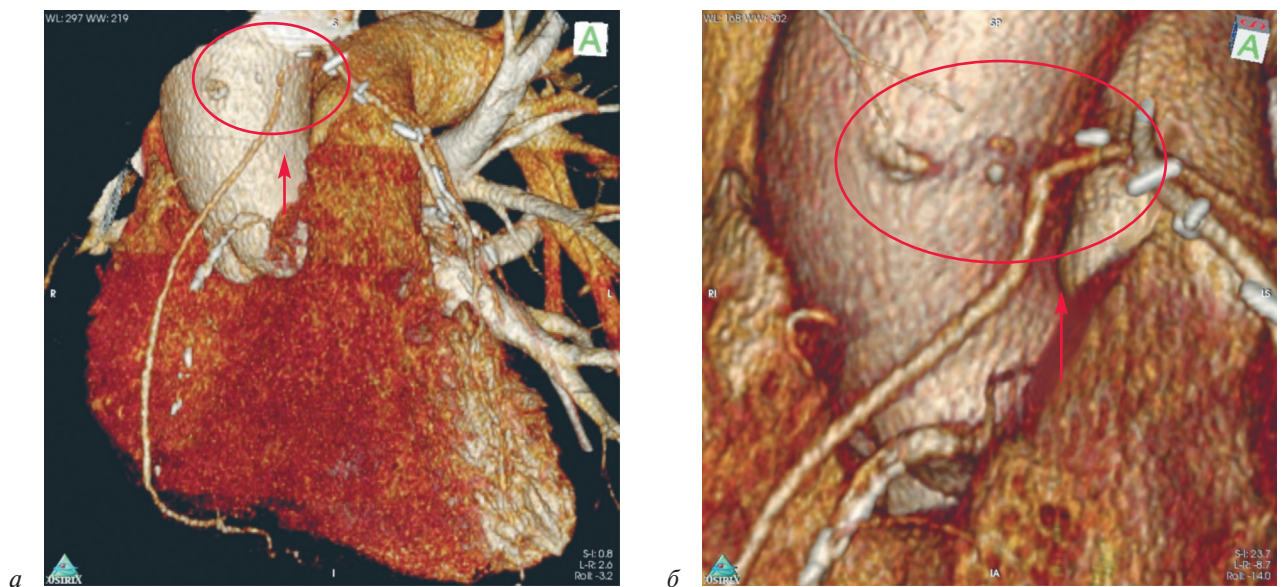


Рис. 1. Результаты мультиспиральной компьютерной томографии: окклюзия аутоартериально-секвенциального Т-шунта (а, б)

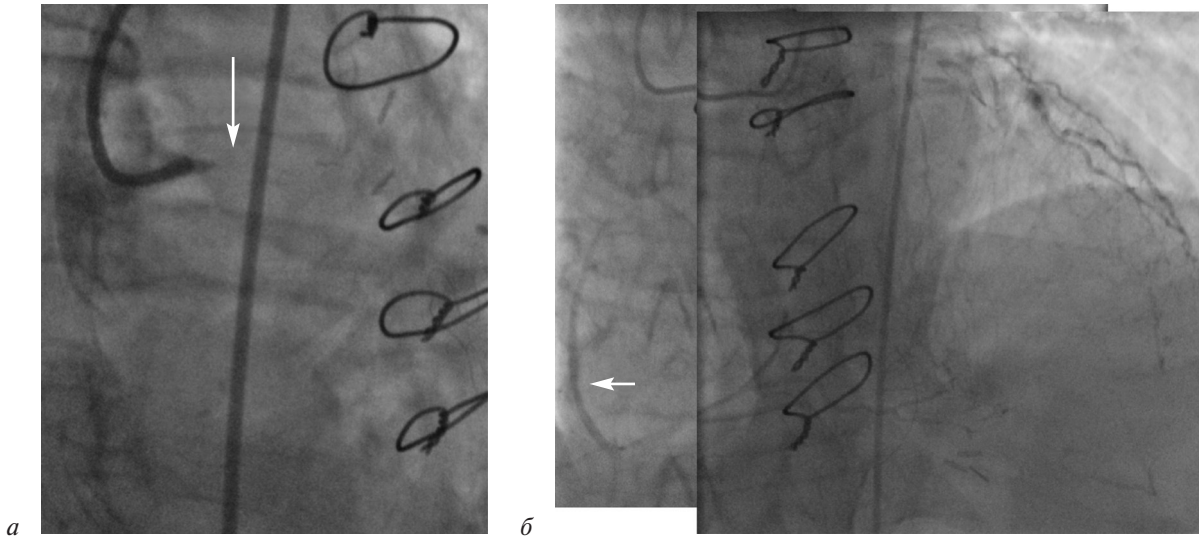


Рис. 2. Результаты коронарошунтографии:

*а* – окклюзия шунта в проксимальной трети; *б* – ретроградное контрастирование аутоартериально-секвенциального шунта по коллатералям

В ПКА и ПМЖА проксимальнее анастомозов определяются протяженные значимые стенозы и окклюзии. Огибающая артерия окклюзирована на всем протяжении. Ствол левой коронарной артерии, 1-я и 2-я диагональные ветви – без значимых стенозов. Камеры сердца не расширены. Толщина миокарда равномерная (12–13 мм). В заднебазальном отделе левого желудочка определяется субэндокардиальный гиподинамический участок, возможны рубцовые изменения. Тромбы в полостях сердца отсутствуют. Аорта, легочные артерии не расширены.

#### *Сравнительный анализ изображений мультиспиральной компьютерной томографии и коронарошунтографии*

Выполненная КШГ демонстрирует нам окклюзию в проксимальной трети шунта (рис. 2, *а*). При коронароангиографии отмечается хорошее заполнение ПКА по межсистемным коллатералям и хорошее ретроградное заполнение аутоартериально-секвенциального шунта, где визуализируются ровные контуры без признаков тромбоза и рестеноза (рис. 2, *б*).

По данным предварительно выполненной МСКТ определяется уровень окклюзии, ее протяженность, кальциноз бляшки и хорошее заполнение постокклюзионных участков с ровными контурами (рис. 3).

Полученные результаты сопоставимы с клинической картиной возврата стенокардии после инфаркта миокарда в 2017 г. Дальнейшее развитие МСКТ (появление систем с двумя трубками, 256 рядами детекторов и т. д.) приводит

к еще большей частоте применения этого метода для выполнения неинвазивной коронарографии и шунтографии в клинической практике [18].

#### *Операция*

Чрескожное коронарное вмешательство (механическая реканализация со стентированием аутоартериально-секвенциального Т-шунта к ВТК и ПКА) было выполнено 03.10.2017 г.

Селективно катетеризован аутоартериально-секвенциальный шунт к ВТК и ПКА, выполнена шунтография. Определяется аутоартериально-секвенциальный шунт к ВТК и ПКА,

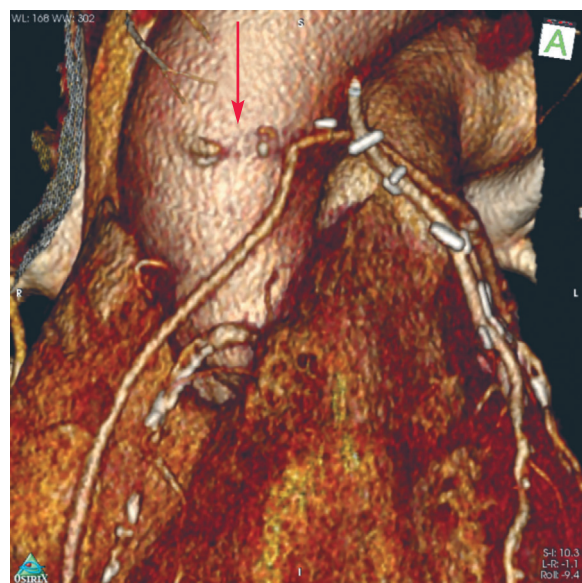


Рис. 3. Мультиспиральная компьютерная томограмма: окклюзия аутоартериально-секвенциального Т-шунта



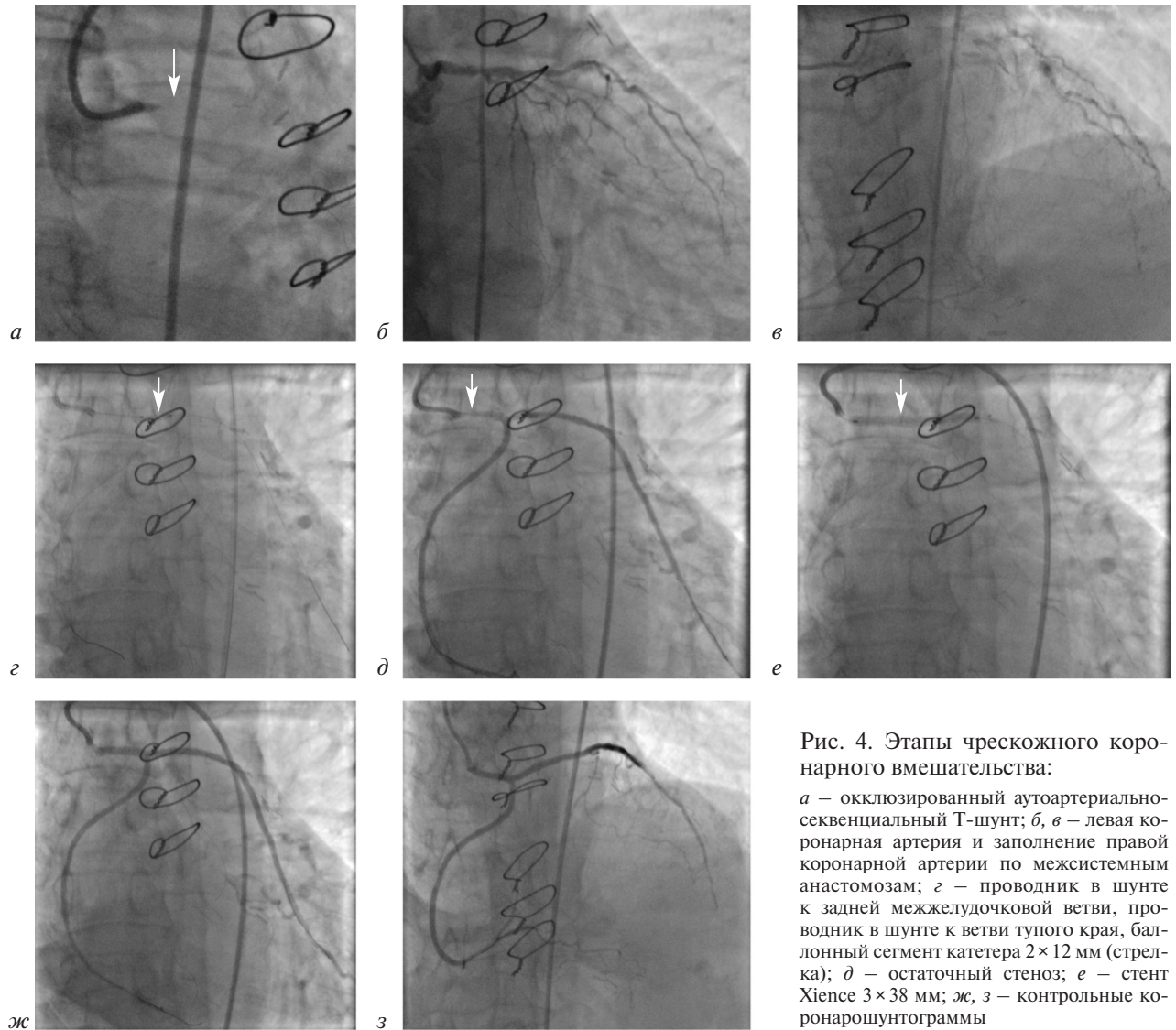


Рис. 4. Этапы чрескожного коронарного вмешательства:

*а* – окклюзированный аутоартериально-секвенциальный Т-шунт; *б, в* – левая коронарная артерия и заполнение правой коронарной артерии по межсистемным анастомозам; *г* – проводник в шунте к задней межжелудочковой ветви, проводник в шунте к ветви тупого края, баллонный сегмент катетера 2×12 мм (стрелка); *д* – остаточный стеноз; *е* – стент Xience 3×38 мм; *ж, з* – контрольные коронарошунтограммы

окклюзирован в проксимальной трети (рис. 4, *а*). Заполнение нативного русла ВТК и ПКА через внутри- и межсистемные анастомозы (рис. 4, *б, в*). Выполнена механическая реканализация аутоартериально-секвенциального шунта к ВТК и задней межжелудочковой ветви (ЗМЖВ). В дистальные отделы ВТК и ЗМЖВ введены проводники (диаметр 0,014", длина 180 см). В зоне окклюзии аутоартериально-секвенциального шунта к ВТК и ЗМЖВ установлен баллонный сегмент катетера (диаметр 2,0 мм, длина 12 мм). Проведена ангиопластика стеноза (двукратно, 20–22 атм, 10–12") (рис. 4, *г*). На промежуточной коронарограмме – остаточный стеноз более 50% (рис. 4, *д*). В зону остаточного стеноза в проксимальной трети аутоартериально-секвенциального шунта к ВТК и ЗМЖВ имплантирован стент Xience (диаметр 3,0 мм, длина 38 мм) двукратным раздуванием баллона (24–10 атм, 10–12") (рис. 4, *е*).

По окончании вмешательства выполнена контрольная коронарошунтография: локализация стента адекватная, ширина дилатированного сегмента аутоартериально-секвенциального Т-шунта к ВТК и ЗМЖВ восстановлена (рис. 4, *ж, з*).

Ангиографические признаки диссекции интимы отсутствуют, гемодинамика по расширенному сегменту и заполнение дистальных отделов артерий удовлетворительное.

Пациент перенес вмешательство удовлетворительно, гемодинамика во время исследования не изменялась.

### Заключение

Неинвазивная шунтография с использованием МСКТ является на сегодня практически единственной неинвазивной методикой, способной стать достойной альтернативой селективной КШГ для контроля за состоянием как



венозных, так и артериальных шунтов на разных сроках после операции АКШ. Благодаря развитию цифровых технологий (создание многоплоскостных и 3D-реконструкций), возможности математической обработки изображений, компьютерного моделирования хирургических вмешательств (определение протяженности окклюзии, состава бляшки, оптимальный подбор стента и техники его имплантации) получение функциональной информации позволяет сопоставить диагностическую точность с информативностью инвазивной ангиографии.

Также данный клинический случай позволяет предположить, что тактика реканализации артериальных шунтов при невозможности реканализации нативного коронарного русла и неэффективности максимальной медикаментозной терапии может быть альтернативой повторной операции АКШ и существенно улучшить качество жизни пациента.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Сердечно-сосудистые заболевания. Информационный бюллетень № 317. Январь 2015 г. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/> (дата обращения 14.02.2018).
2. Чазова И.Е., Ощепкова Е.В. Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями: проблемы и пути их решения на современном этапе. *Вестник Росздравнадзора*. 2015; 5: 7–10.
3. Topol E.J., Teirstein P.S. *Textbook of Interventional Cardiology*. 7th ed. Elsevier; 2015.
4. Hong M.K., Mehran R., Dangas G., Mintz G.S., Lansky A., Kent K.M. et al. Are we making progress with percutaneous saphenous vein graft treatment? A comparison of 1990 to 1994 and 1995 to 1998 results. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2001; 38 (1): 150–4. DOI: 10.1016/S0735-1097(01)01324-9
5. Morrison D.A., Sethi G., Sacks J., Henderson W.G., Grover F., Sedlis S. et al. Percutaneous coronary intervention versus repeat bypass surgery for patients with medically refractory myocardial ischemia: AWESOME randomized trial and registry experience with post-CABG patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 40 (11): 1951–4.
6. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V. ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur. Heart J.* 2014; 35 (37): 2541–619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278
7. Martínez-González B., Guadalupe Reyes-Hernández C., Quiroga-Garza A., Rodríguez-Rodríguez V.E., Esparza-Hernández C.N., Elizondo-Omaña R.E., Guzmán-López S. Conduits used in coronary artery bypass grafting: a review of morphological studies. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2017; 23 (2): 55–65. DOI: 10.5761/atcs.ra.16-00178
8. Иванов В.А., Базанов И.С., Кузнецов А.А., Иванов А.В., Поляков И.И., Цымбал Е.В. и др. Опыт применения нитинолового самораскрывающегося стента большого диа-

- метра для стентирования венозного шунта. *Эндovasкулярная хирургия*. 2016; 3 (3): 58–62.
9. Tsui J.C., Dashwood M.R. Recent strategies to reduce vein graft occlusion: a need to limit the effect of vascular damage. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2002; 23 (3): 202–8. DOI: 10.1053/ejvs.2002.1600
  10. Lichtenwalter C., de Lemos J.A., Roesle M., Obel O., Holper E.M., Haagen D. et al. Clinical presentation and angiographic characteristics of saphenous vein graft failure after stenting: insights from the SOS (stenting of saphenous vein grafts) trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2009; 2 (9): 855–60. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.06.014
  11. Abdel-Karim A.R., Da Silva M., Lichtenwalter C., de Lemos J.A., Obel O., Addo T. et al. Prevalence and outcomes of intermediate saphenous vein graft lesions: findings from the stenting of saphenous vein grafts randomized-controlled trial. *Int. J. Cardiol.* 2013; 168 (3): 2468–73. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.03.006
  12. Никонова М.Э. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке проходимости коронарных шунтов в ранние и поздние сроки у пациентов, перенесших аорто- и маммарокоронарное шунтирование. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2013; 3 (1): 18–27.
  13. Barbero U., Iannaccone M., d'Ascenzo F., Barbero C., Mohameda A., Annone U. et al. 64 slice-coronary computed tomography sensitivity and specificity in the evaluation of coronary artery bypass graft stenosis: a meta-analysis. *Int. J. Cardiol.* 2016; 216: 52–7. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.04.156
  14. Зяблова Е.И., Порханов В.А. Мультиспиральная компьютерная коронарография в диагностике коронарного атеросклероза. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2015; 6 (155): 53–8.
  15. Eisenberg C., Hulten E., Sommer Bittencourt M., Blankstein R. Use of CT angiography among patients with prior coronary artery bypass grafting surgery. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2017; 7 (1): 102–5. DOI: 10.21037/cdt.2016.11.08
  16. Sinityn V.E., Achenbach S. Electron beam computed tomography. In: Oudkerk M. (Ed.) *Coronary radiology*. Berlin: Springer; 2004.
  17. Johnson P.R., Truitt T.D. Saphenous vein coronary artery bypass graft aneurysm demonstrated by electron beam CT. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1994; 18 (3): 488–91.
  18. Календер В.А. Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображений и области клинического использования М.: Техносфера; 2006.

### References

1. Cardiovascular diseases (CVDs). Fact sheet. Updated May 2017. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/> (accessed February 14, 2018).
2. Chazova I.E., Oschepkova E.V. The fight against cardiovascular diseases: problems and solutions at the present stage. *Vestnik Roszdravnadzora (The Bulletin of Federal Service for Surveillance in Healthcare)*. 2015; 5: 7–10 (in Russ.).
3. Topol E.J., Teirstein P.S. *Textbook of Interventional Cardiology*. 7th ed. Elsevier; 2015.
4. Hong M.K., Mehran R., Dangas G., Mintz G.S., Lansky A., Kent K.M. et al. Are we making progress with percutaneous saphenous vein graft treatment? A comparison of 1990 to 1994 and 1995 to 1998 results. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2001; 38 (1): 150–4. DOI: 10.1016/S0735-1097(01)01324-9
5. Morrison D.A., Sethi G., Sacks J., Henderson W.G., Grover F., Sedlis S. et al. Percutaneous coronary intervention versus repeat bypass surgery for patients with medically refractory myocardial ischemia: AWESOME randomized trial and registry experience with post-CABG patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 40 (11): 1951–4.
6. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V. ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI).

- Eur. Heart J.* 2014; 35 (37): 2541–619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278
7. Martínez-González B., Guadalupe Reyes-Hernández C., Quiroga-Garza A., Rodríguez-Rodríguez V.E., Esparza-Hernández C.N., Elizondo-Omaña R.E., Guzmán-López S. Conduits used in coronary artery bypass grafting: a review of morphological studies. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2017; 23 (2): 55–65. DOI: 10.5761/atcs.ra.16-00178
  8. Ivanov A.V., Polyakov I.I., Tsymbal E.V., Lokshina M.V., Zharikov S.B. et al. Experience of the application of nitinol self-expanding stent of large diameter for saphenous vein graft stenting. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2016; 3 (3): 58–62 (in Russ.).
  9. Tsui J.C., Dashwood M.R. Recent strategies to reduce vein graft occlusion: a need to limit the effect of vascular damage. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2002; 23 (3): 202–8. DOI: 10.1053/ejvs.2002.1600
  10. Lichtenwalter C., de Lemos J.A., Roesle M., Obel O., Holper E.M., Haagen D. et al. Clinical presentation and angiographic characteristics of saphenous vein graft failure after stenting: insights from the SOS (stenting of saphenous vein grafts) trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2009; 2 (9): 855–60. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.06.014
  11. Abdel-Karim A.R., Da Silva M., Lichtenwalter C., de Lemos J.A., Obel O., Addo T. et al. Prevalence and outcomes of intermediate saphenous vein graft lesions: findings from the stenting of saphenous vein grafts randomized-controlled trial. *Int. J. Cardiol.* 2013; 168 (3): 2468–73. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.03.006
  12. Nikonova M.E. Multidetector computed tomography in early and late postoperative assessment of coronary artery bypass grafts patency. *Russian Journal of Radiology*. 2013; 3 (1): 18–27 (in Russ.).
  13. Barbero U., Iannaccone M., d'Ascenzo F., Barbero C., Mohameda A., Annone U. et al. 64 slice-coronary computed tomography sensitivity and specificity in the evaluation of coronary artery bypass graft stenosis: a meta-analysis. *Int. J. Cardiol.* 2016; 216: 52–7. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.04.156
  14. Zyablova E.I., Porkhanov V.A. Multispiral computed coronary angiography in diagnostics of a coronary atherosclerosis. *Kubanskiy Nauchnyj Medicinskij Vestnik (Kuban Scientific Medical Bulletin)*. 2015; 6 (155): 53–8 (in Russ.).
  15. Eisenberg C., Hulten E., Sommer Bittencourt M., Blankstein R. Use of CT angiography among patients with prior coronary artery bypass grafting surgery. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2017; 7 (1): 102–5. DOI: 10.21037/cdt.2016.11.08
  16. Sinitsyn V.E., Achenbach S. Electron beam computed tomography. In: Oudkerk M. (Ed.) *Coronary radiology*. Berlin: Springer; 2004.
  17. Johnson P.R., Truitt T.D. Saphenous vein coronary artery bypass graft aneurysm demonstrated by electron beam CT. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1994; 18 (3): 488–91.
  18. Kalender W.A. *Computed tomography: fundamentals, system technology, image quality, applications*. 2nd ed. Erlangen: Publicis Corporate Publishing; 2005.

Поступила 30.11.2017

Принята к печати 26.12.2017

© Коллектив авторов, 2018

УДК 616.125.6-089:616.831-005:618.2

## ЗАКРЫТИЕ ОТКРЫТОГО ОВАЛЬНОГО ОКНА У ПАЦИЕНТКИ, ПЕРЕНЕСШЕЙ ОСТРОЕ НАРУШЕНИЕ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ НА РАННИХ СРОКАХ БЕРЕМЕННОСТИ

Григорьян А.М., Амбарцумян Г.А., Ахобеков А.А., Альбицкая Е.В.

Клинический госпиталь «Лапино» группы компаний «Мать и дитя», 1-е Успенское ш., 111, Московская область, Одинцовский район, д. Лапино, 143081, Российская Федерация

Григорьян Ашот Михайлович, канд. мед. наук, заведующий отделением;  
Амбарцумян Гарик Арменакович, канд. мед. наук, эндоваскулярный хирург;  
Ахобеков Альберт Амалиевич, канд. мед. наук, заведующий отделением;  
Альбицкая Елена Владимировна, канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики

Открытое овальное окно – это сообщение на уровне межпредсердной перегородки, которое необходимо плоду во время внутриутробного развития и которое должно закрыться после рождения. В ряде случаев оно продолжает функционировать, становясь причиной головных болей по типу мигрени и развития криптогенного инсульта в результате парадоксальной эмболии.

В статье представлен клинический пример 33-летней пациентки, перенесшей на ранних сроках беременности ишемический инсульт в бассейне правой средней мозговой артерии, причины которого долго оставались невыясненными, поскольку при выполнении эхокардиографического исследования по месту жительства не было уделено должного внимания межпредсердной перегородке. В клинике «Лапино» были проведены трансторакальное и транспищеводное эхокардиографические исследования, а также проба Вальсальвы, которые подтвердили наличие открытого овального окна диаметром 3 мм и право-левого сброса. По отработанной методике выполнено закрытие дефекта с использованием окклюдера Amplatzer PFO диаметром 2,5 мм.

Таким образом, в данном случае изначально не была выявлена взаимосвязь между наступившей беременностью, гиперкоагуляцией крови и развившимся острым нарушением мозгового кровообращения. Это еще раз подчеркивает необходимость всестороннего обследования пациенток женского пола, находящихся на заместительной гормонотерапии или беременных.

**Ключевые слова:** открытое овальное окно; острое нарушение мозгового кровообращения; эндоваскулярное закрытие; окклюдер.

**Для цитирования:** Григорьян А.М., Амбарцумян Г.А., Ахобеков А.А., Альбицкая Е.В. Закрытие открытого овального окна у пациентки, перенесшей острое нарушение мозгового кровообращения на ранних сроках беременности. *Эндоваскулярная хирургия*. 2018; 5 (1): 79–82. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-79-82

**Для корреспонденции:** Григорьян Ашот Михайлович, E-mail: gashot@inbox.ru

## PATENT FORAMEN OVALE CLOSURE IN A PATIENT WITH ACUTE CEREBRAL CIRCULATION DISORDER DURING THE EARLY STAGES OF PREGNANCY

Grigor'yan A.M., Ambartsumyan G.A., Akhobekov A.A., Al'bitskaya E.V.

Lapino Clinical Hospital, Medical Group "Mother and Child", Moscow Region, Odintsovskiy District, 143081, Russian Federation

Ashot M. Grigor'yan, Cand. Med. Sc., Head of Department;  
Garik A. Ambartsumyan, Cand. Med. Sc., Endovascular Surgeon;  
Al'bert A. Akhobekov, Cand. Med. Sc., Head of Department;  
Elena V. Al'bitskaya, Cand. Med. Sc., Ultrasound Diagnostician

Patent foramen ovale is a hole at the level of the interatrial septum, which is necessary for the fetus during fetal development and which should close after birth. In some cases it continues to function and becomes a cause of migraine headaches and cryptogenic stroke as a result of paradoxical embolism.

The article presents a case of a 33-year-old female patient who suffered an ischemic stroke (in the early stages of pregnancy) in the right middle cerebral artery basin, the cause of which remained unexplained, for when performing echocardiographic examination on a residence a due attention to interatrial septum had not been paid. The transthoracic and transesophageal echocardiographic studies were conducted in Lapino Clinic, as well as Valsalva test, which confirmed the existence of a 3 mm patent foramen ovale and right-left blood discharge. According to well-established technique the defect was closed using 2.5 mm Amplatzer PFO Occluder.

Thus, in this case, the relationship was not initially identified between the onset of pregnancy, blood hypercoagulation and an acute violation of brain cerebral circulation. This once again underscores the need for thorough examination of female patients on hormone replacement therapy or pregnant ones.

**Keywords:** patent foramen ovale; acute ischemic stroke; endovascular closure; occluder.

**For citation:** Grigor'yan A.M., Ambartsumyan G.A., Akhobekov A.A., Al'bitskaya E.V. Patent foramen ovale closure in a patient with acute cerebral circulation disorder during the early stages of pregnancy. *Endovaskulyarnaya Khirurgiya (Russian Journal of Endovascular Surgery)*. 2018; 5 (1): 79–82 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-1-79-82

**For correspondence:** Ashot M. Grigor'yan, E-mail: gashot@inbox.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Received February 27, 2018

Accepted March 13, 2018

## Введение

В настоящее время в мире отмечен рост цереброваскулярных заболеваний, от которых страдают около 9 млн человек [1], при этом основное место среди всех форм заболеваний занимает острое нарушение мозгового кровообращения. Инсульт представляет собой серьезную угрозу для жизни пациента, нередко приводя к длительной либо стойкой утрате трудоспособности [2, 3]. Ежегодная смертность от инсульта в Российской Федерации — одна из наиболее высоких в мире (175 на 100 тыс. населения). По данным Л.А. Бокерия и Р.Г. Гудковой, заболеваемость цереброваскулярными нарушениями в 2014 г. в России составила 6105,3 случая на 100 тыс. населения, при этом инфаркт мозга в 2014 г. был выявлен у 262 178 пациентов, что составило 220,7 случая на 100 тыс. взрослых [3].

Основная причина развития острого нарушения мозгового кровообращения — как правило, атеросклеротическое поражение сосудов головного мозга (80% от всего количества инсультов) [4–6]. Далее в списке причин ишемического инсульта следуют эмболия из полости левого желудочка (тромбированная аневризма) или вегетации на аортальном и/или митральном клапанах сердца, нарушения ритма сердца (фибрилляция предсердий) в сочетании с наличием тромбов в ушке левого предсердия [7], открытое овальное окно [8]. В тех случаях, когда ишемический инсульт развивается у людей молодого возраста, в качестве причин патологии следует рассматривать эмболию вегетаций с клапанного аппарата либо парадоксальную эмболию через открытое овальное окно. Представленный ниже клинический пример демонстрирует необходимость комплексного подхода в обследовании пациентов группы риска, а также в случаях выявления каких-либо отклонений.

## Клинический случай

В данной статье представлен случай лечения пациентки в возрасте 33 лет, обратившейся в клинический госпиталь «Лапино». В анамнезе у больной за 6 мес до обращения констатирован

ишемический инсульт в бассейне правой средней мозговой артерии с пlegией в левой руке, дизартрией. В неврологическом статусе оценка по шкале NIHSS 7 баллов, по шкале Рэнкина — 3 балла. Компьютерная томография головного мозга выявила обширную зону ишемии (рис. 1). Следует отметить, что на момент развития острого нарушения мозгового кровообращения пациентка находилась на ранних сроках беременности (10 нед), в крови был отмечен повышенный уровень D-димера. К сожалению, неврологи и акушеры-гинекологи по месту жительства рекомендовали прервать беременность.

Несмотря на довольно быстрый регресс неврологической симптоматики в течение 23 дней с полным восстановлением движений в левой руке и сохранением незначительного речевого дефицита, вопрос о причине развития острого нарушения мозгового кровообращения оставался открытым. Проведенное по месту жительства обследование не выявило патологических образований на клапанном аппарате. К сожалению, при выполнении эхокардиографического исследования не было уделено должного внимания межпредсердной перегородке. На протяжении последующих 6 мес пациентка неодно-

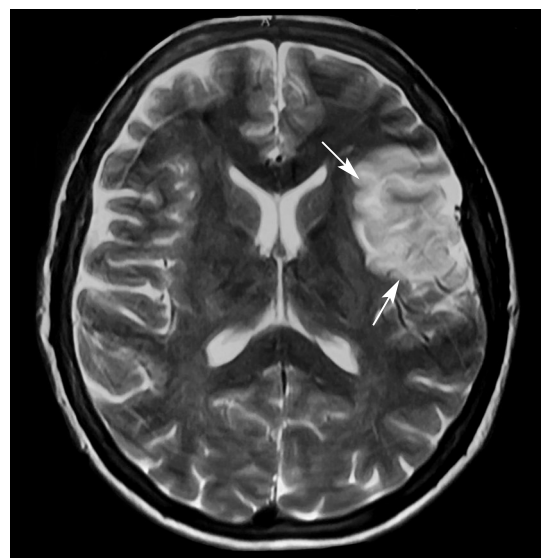


Рис. 1. Компьютерная томограмма головного мозга пациентки (стрелками указана область ишемии в правой теменной области)



кратно обращалась в различные клинические учреждения страны, в том числе и крупные научно-исследовательские институты, однако ни в одном из них определить причину, приведшую к развитию острого нарушения мозгового кровообращения, не удавалось.

При осмотре в момент поступления в клинический госпиталь «Лапино» отмечено некоторое опущение угла рта слева, движения в левой руке сохранены в полном объеме. С учетом возраста пациентки, довольно быстрого регресса клинической симптоматики нарушения мозгового кровообращения на фоне ранних сроков беременности и связанной с этим гиперкоагуляции крови было высказано предположение о криптогенном характере патологии, и одной из возможных причин ее развития могло стать открытое овальное окно. В пользу версии о криптогенном характере инсульта и значимости открытого овального окна в его генезе говорил и тот факт, что в анализе крови был выявлен полиморфизм гена FGB (фактора I свертывания крови в гетерозиготном состоянии, что обуславливает повышенный уровень фибриногена в крови, а также гена MTHFR (метилентетрагидрофолатредуктазы) в гетерозиготном состоянии, что обуславливает снижение активности фермента. Были проведены трансторакальное и транспищеводное эхокардиографические исследования, а также проба Вальсальвы, которые подтвердили наличие как открытого овального окна диаметром 3 мм, так и право-левого сброса, усиливающегося на фоне глубокого вдоха (рис. 2). К сожалению, по ряду технических причин выполнить bubble-

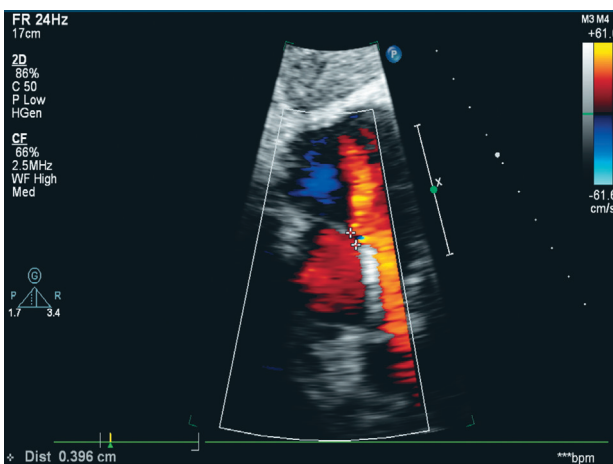


Рис. 2. Транспищеводная эхокардиограмма (крестиком указан сброс крови из правого предсердия в левое на фоне глубокого вдоха)

test и определить пузырьки в просвете средней мозговой артерии не представилось возможным. Также было осуществлено дуплексное сканирование вен нижних конечностей: поверхностные и глубокие вены обеих нижних конечностей полностью проходимы и сжимаемы датчиком при исследовании.

Учитывая положительные результаты пробы Вальсальвы, было принято решение о значимости овального окна в генезе острого нарушения мозгового кровообращения и необходимости его закрытия. По отработанной методике проведено закрытие открытого овального окна с использованием окклюдера Amplatzer PFO (St. Jude Medical, США) диаметром 2,5 мм. Спустя 1 сут пациентка была выписана из клиники в удовлетворительном состоянии на дезагрегантной терапии аспирином в расчетной дозе 5 мг/кг.

## Обсуждение

Довольно часто открытое овальное окно может существовать бессимптомно либо проявляться развитием головных болей по типу мигрени. Сочетание функционирующего открытого овального окна и процессов, приводящих к тромбообразованию (гиперкоагуляция на фоне беременности либо проводимой заместительной гормонотерапии, перелом крупных трубчатых костей и связанная с этим вынужденная иммобилизация), является причиной развития парадоксальной эмболии при физической нагрузке.

В последние годы отмечен рост количества случаев применения окклюдеров при септальных дефектах сердца. Представленный клинический случай интересен не столько наличием открытого овального окна и техникой его закрытия, сколько тем, что на протяжении 6 мес при обращении в различные лечебные учреждения пациентке не было предложено выполнить чреспищеводное эхокардиографическое исследование для оценки клапанного аппарата, анатомии ушка левого предсердия. Не была выявлена взаимосвязь между наступившей беременностью, гиперкоагуляцией крови и развившимся острым нарушением мозгового кровообращения.

## Заключение

Таким образом, необходимо всестороннее обследование пациентов, особенно женского пола, находящихся на заместительной гормонотерапии или беременных. В случае выявления

открытого овального окна особое внимание следует уделять характеру и направлению сброса через него. Также важно доказать право-левый сброс, для чего рекомендуется выполнять пробу Вальсальвы. При наличии право-левого сброса следует рассмотреть вопрос о превентивном закрытии открытого овального окна для своевременной профилактики развития осложнений.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Стаховская Л.В., Котов С.В. (ред.) Инсульт: руководство для врачей. М.: Медицинское информационное агентство; 2013: 12–3.
2. Thom T., Haase N., Rosamond W., Howard V.J., Rumsfeld J., Manolio T. et al. Heart disease and stroke statistics – 2006 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*. 2006; 113 (6); e85–151. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.171600
3. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Сердечно-сосудистая хирургия – 2014. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева; 2015.
4. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В., Киликовский В.В., Айриян Н.Ю. Эпидемиология инсульта в России. *Consilium Medicum*. 2003; 5 (5).
5. Анри М., Анри И., Полидору А., Южель М. Стентирование сонных артерий с защитой головного мозга: результаты и ограничения. В кн.: Бокерия Л.А., Алекян Б.Г. (ред.) Руководство по рентгенэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2013.
6. Алекян Б.Г., Петросян К.В., Махалдиани Б.З. Хирургическое и эндоваскулярное лечение атеросклеротического поражения внутренней сонной артерии. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2017; 59 (3): 171–80. DOI: 10.24022/0236-2791-2017-59-3-171-180

7. Roger V.L., Go A.S., Lloyd-Jones D.M., Benjamin E.J., Berry J.D., Borden W.B. et al. Heart disease and stroke statistics – 2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2012; 125 (1): e2–220. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31823ac046
8. Schuchkrenz H., Weihs W., Horner S., Quehenberger F. The association between the diameter of a patent foramen ovale and the risk of cerebrovascular events. *Am. J. Med.* 2000; 109 (6): 456–62.

### References

1. Stakhovskaya L.V., Kotov S.V. (Eds.) Stroke: a guide for physicians. Moscow: Meditsinskoe Informatsionnoe Agentstvo; 2013: 12–3 (in Russ.).
2. Thom T., Haase N., Rosamond W., Howard V.J., Rumsfeld J., Manolio T. et al. Heart disease and stroke statistics – 2006 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*. 2006; 113 (6); e85–151. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.171600
3. Bockeria L.A., Gudkova R.G. Cardiovascular surgery – 2014. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow: Nauchnyy tsentr serdechno-sosudistoy khirurgii imeni A.N. Bakuleva; 2015 (in Russ.).
4. Gusev E.I., Skvortsova V.I., Stakhovskaya L.V., Kilikovskiy V.V., Ayriyan N.Yu. Epidemiology of stroke in Russia. *Consilium Medicum*. 2003; 5 (5) (in Russ.).
5. Henri M., Henri I., Polidoru A., Hugel M. Carotid artery stenting with cerebral protection: results and limitations. In: Bockeria L.A., Alekyan B.G. (Eds.) Guide to endovascular surgery of heart and blood vessels. Moscow; 2013 (in Russ.).
6. Alekyan B.G., Petrosyan K.V., Makhaldiani B.Z. Surgical and endovascular treatment atherosclerotic lesions of internal carotid artery. *Grudnaya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya (Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery)*. 2017; 59 (3): 171–80 (in Russ.). DOI: 10.24022/0236-2791-59-3-171-180
7. Roger V.L., Go A.S., Lloyd-Jones D.M., Benjamin E.J., Berry J.D., Borden W.B. et al. Heart disease and stroke statistics – 2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2012; 125 (1): e2–220. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31823ac046
8. Schuchkrenz H., Weihs W., Horner S., Quehenberger F. The association between the diameter of a patent foramen ovale and the risk of cerebrovascular events. *Am. J. Med.* 2000; 109 (6): 456–62.

Поступила 27.02.2018

Принята к печати 13.03.2018

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Настоящие правила разработаны на основе рекомендаций Высшей аттестационной комиссии, Международного комитета редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors – ICMJE)<sup>1</sup>, Международной инициативной группы по повышению качества и прозрачности медицинских исследований ЭКВАТОР (Enhancing the QUALity and Transparency Of Health Research – EQUATOR – Network), а также методических рекомендаций, подготовленных под редакцией Ассоциации научных редакторов и издателей<sup>2</sup>.

### I. Общие правила

Фактом подачи статьи авторы подтверждают, что они согласны с перечисленными ниже положениями и принципами.

#### I.1. Определение авторства

Авторами статьи могут быть лица, внесшие существенный вклад в работу, доработку или исправление, окончательное утверждение статьи для публикации, а также ответственные за целостность всех частей рукописи. Лица, выполнявшие иную роль в подготовке статьи, могут быть указаны в разделе статьи «Благодарность/Acknowledgements».

Число авторов в оригинальных статьях может быть без ограничений, в обзорах – до 4 авторов, в описаниях отдельных клинических случаев – до 5 авторов.

#### I.2. Конфликт интересов

Авторы обязуются сообщать о любых имеющихся конфликтах интересов.

#### I.3. Финансирование исследований и публикаций

В случае если проведение исследования и/или подготовка статьи имели финансовую поддержку, то необходимо указать источник финансирования. Если финансовой поддержки не было, нужно указать на ее отсутствие.

#### I.4. Плагиат и вторичные публикации

Недопустимо использование недобросовестного текстуального заимствования и присвоение результатов исследований, не принадлежащих авторам подаваемой рукописи.

Проверить статью на оригинальность можно при помощи сервисов <https://www.antiplagiat.ru/> (для русскоязычных текстов) и <http://www.plagiarism.org/> (для англоязычных текстов). Редакция оставляет за собой право проверки поступивших рукописей на плагиат. Текстовое сходство в объеме более 20% считается неприемлемым.

Нельзя направлять в редакцию работы, напечатанные в иных изданиях или отправленные в иные издания.

### II. Правила подачи рукописи в редакцию

Рукописи, а также сопроводительные документы могут быть поданы в редакцию одним из следующих способов:

- по электронной почте на адрес, указанный на сайте журнала в сети Интернет; текст статьи подается в формате Microsoft Word (см. раздел III), а сопроводительные документы с оригинальными подписями прикрепляются к письму в формате PDF или JPG);
- обычной почтой (1 экз. распечатки рукописи с обязательным приложением электронной версии (в формате Microsoft Word) на CD-диске, а также оригиналы всех необходимых сопроводительных документов).

#### II.1. Сопроводительные документы

К сопроводительным документам относятся:

- направление на бланке организации с печатью и визой руководителя;
- заявление о подаче рукописи к публикации;
- контрольный лист;
- копия заключения этического комитета относительно исследования (при необходимости);
- заключение официального бюро переводов о соответствии англоязычного и русскоязычного текстов (для авторов, которые хотят опубликовать полный текст статьи и на русском, и на английском языках в электронном варианте).

#### II.2. Информация для РИНЦ

На отдельной странице указываются дополнительные сведения о каждом авторе, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования: Ф.И.О. полностью (на русском языке и в транслитерации), ученая степень, ученое звание, должность, E-mail для контактов с авторами статьи (можно один E-mail на всех авторов).

Авторам следует **обязательно указывать ссылки на свой профиль на <http://orcid.org>**.

#### II.3. Дополнительные материалы

Редакция журнала принимает от авторов статей любые видео- и аудиоматериалы, призванные помочь читателям более полно раскрыть и понять научное исследование. Это могут быть краткие презентации в стиле вебинара, видеозапись эксперимента или медицинской манипуляции. Дополнительные материалы могут быть размещены в электронной версии журнала.

<sup>1</sup> С подробным изложением пунктов «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов, в частности этических вопросов, можно ознакомиться на сайте [www.ICMJE.org](http://www.ICMJE.org).

<sup>2</sup> А.Ю. Гаспарян, О.В. Кириллова (ред.) Обновление инструкции для авторов научных журналов: Методические материалы. Пер. с англ. СПб.; 2015.

### III. Правила оформления статей

#### III.1. Формат

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman или Arial, размер шрифта 12, с полуторным интервалом между строками, все поля, кроме левого, шириной 2 см, левое поле 3 см. Все страницы должны быть пронумерованы. Автоматический перенос слов использовать нельзя.

#### III.2. Язык статьи

К публикации в журнале принимаются рукописи на русском и/или английском языках. В случае если статья написана на русском языке, обязателен перевод на английский язык метаданных статьи: Ф.И.О. авторов, официальные названия учреждений, адреса, название статьи, резюме, ключевые слова, информация для контакта с ответственным автором, а также пристатейный список литературы (References) — см. ниже.

При желании авторы могут предоставить полный текст статьи как на русском, так и на английском языках. Сопровождение перевода заключением любого официального бюро переводов о соответствии англоязычного и русскоязычного текстов обязательно. При наличии полных текстов статей на двух языках в печатной версии журнала публикуется русскоязычный текст, а в электронной версии — оба варианта.

В случае если авторы не предоставили метаданных статьи на английском языке или перевод некачественный, редакция прибегает к услугам переводчика самостоятельно (право выбора переводчика остается за редакцией). Некачественные переводы полных текстов не редактируются и не публикуются.

Редколлегия журнала не несет ответственности за качество перевода, но контролирует сохранение достоверности информации, предоставленной авторами на оригинальном языке.

Статьи зарубежных авторов на английском языке могут публиковаться по решению главного редактора журнала без перевода на русский язык (за исключением названия, резюме и ключевых слов) либо с полным или частичным переводом (названия и подписи к рисункам, таблицам).

#### III.3. Титульный лист

Титульный лист должен содержать следующую информацию:

- фамилии, имена, отчества всех авторов с указанием ученой степени, звания, должности и номера аккаунта на [www.orcid.org](http://www.orcid.org);
- название статьи;
- полное наименование учреждения, в котором работает каждый автор, в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности;
- почтовый адрес учреждения с указанием индекса;
- контакты ответственного автора: Ф.И.О. полностью, должность, ученая степень, звание и адрес электронной почты автора.

Если авторов несколько, у каждой фамилии и соответствующего учреждения проставляется цифровой индекс. Если все авторы статьи работают в одном учреждении, указывать место работы каждого автора отдельно не нужно, достаточно указать учреждение один раз. Если у автора несколько мест работы, каждое обозначается отдельным цифровым индексом.

**Титульный лист дублируется на английском языке.** Фамилии авторов рекомендуется транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях (и в аккаунте ORCID), или по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>. В отношении организации(ий) важно, чтобы был указан официально принятый английский вариант наименования.

*Образец начала титульного листа*

#### **ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ**

**Кириллов К.О.<sup>1</sup>, Начинкин В.В.<sup>1</sup>, Ким А.И.<sup>2</sup>, Юрлов И.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ГБУЗ «Волгоградский областной клинический кардиологический центр», Университетский проспект, 106, Волгоград, 400008, Российская Федерация;

<sup>2</sup> ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор — академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Кириллов Кирилл Олегович, аспирант

Начинкин Валерий Викторович, зам. главного врача

Ким Алексей Иванович, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением

Юрлов Иван Александрович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр., кардиохирург

*Для корреспонденции:* Кириллов Кирилл Олегович, E-mail: k.o.kirillov@mail.ru

#### **EPIDEMIOLOGY OF CONGENITAL HEART DISEASE AND WAYS OF OPTIMIZATION OF CARDIAC SURGICAL CARE**

**Kirillov K.O.<sup>1</sup>, Nachinkin V.V.<sup>1</sup>, Kim A.I.<sup>2</sup>, Yurlov I.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Volgograd Regional Clinical Cardiological Centre, Universitetskiy prospekt, 106, Volgograd, 400008, Russian Federation;

<sup>2</sup> A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation



Kirillov Kirill Olegovich, Postgraduate  
Nachinkin Valeriy Viktorovich, Deputy Chief Physician  
Kim Aleksey Ivanovich, MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department  
Yurlov Ivan Aleksandrovich, MD, PhD, Leading Research Associate, Cardiac Surgeon

**For correspondence:** Kirillov Kirill Olegovich, E-mail: k.o.kirillov@mail.ru

**Information about authors:**

Kirillov K.O., <http://orcid.org/0000-0002-5845-588X>  
Nachinkin V.V., <http://orcid.org/0000-0002-6024-019X>  
Kim A.I., <http://orcid.org/0000-0001-9605-254X>  
Yurlov I.A., <http://orcid.org/0000-0003-7401-164X>

### III.4. Резюме

Резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Резюме доступно на сайте журнала, на сайте Научной электронной библиотеки и индексируется сетевыми поисковыми системами. По резюме к статье читателю должна быть понятна суть исследования, то есть он должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной интересующей его информации.

В резюме должны быть изложены только существенные факты работы. Для оригинальных статей обязательна структура резюме, повторяющая структуру статьи и включающая цель, материал и методы, результаты, заключение (выводы). Однако предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если они не ясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Объем текста авторского резюме должен быть строго 200–250 слов.

Резюме должно сопровождаться несколькими **ключевыми словами** или словосочетаниями, отражающими основную тематику статьи и облегчающими классификацию работы в компьютерных поисковых системах. Ключевые слова на английском языке рекомендуется брать из организованного словаря Medline (MeSH).

**Резюме и ключевые слова должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.**

### III.5. План построения оригинальных статей

Структура оригинальных статей должна соответствовать формату **IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion)**: резюме и ключевые слова на русском языке и английском языках; введение, отражающее состояние вопроса к моменту написания статьи; цели и задачи настоящего исследования; материал и методы; результаты; обсуждение; выводы по пунктам или заключение (по желанию авторов); благодарности (если есть); информация о финансовой поддержке работы, грантах (обязательно); указание на конфликт интересов (обязательно); список цитированной литературы.

Во **«Введении»** дается краткий обзор релевантных данных, критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме, обоснование новизны и значимости исследования в глобальном плане (не только в плане данного города или страны), определяются нерешенные вопросы и ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование. Каждое ключевое слово статьи должно найти отражение во введении. Рекомендуется избегать длинных анализов и длинных исторических экскурсов.

Раздел **«Материал и методы»** должен содержать информацию о том, где и когда проведено исследование; критерии включения и исключения пациентов, опытных животных<sup>3</sup>; описание метода исследования (когортное, проспективное, рандомизированное испытание лекарств, ретроспективное, серия наблюдений); детальное описание нового лекарства, метода, модификации, эксперимента, хирургического вмешательства в определенной последовательности; краткое описание протокола (Standard Operating Protocol – SOP)<sup>4</sup>.

Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

В работах, представляющих результаты научных исследований, должны быть использованы современные методы статистической обработки данных, которые необходимо описать в разделе статьи «Материал и методы». Обязательное в статистическом анализе: расчет размера выборки на основе статистической мощности; определение нормальности распределения по Колмогорову–Смирнову или Шапиро–Уилку; детальное представление моделей логистического или линейного регрессионного анализа (детерминанты и коварианты); статистический пакет и версия.

Раздел **«Результаты»** должен быть ясным и лаконичным. Данные следует представлять в абсолютных числах и в процентах, должны быть указаны 95% доверительный интервал (95 ДИ%) и значение *p*. Планки погрешностей требуются на всех точках экспериментальных и расчетных данных с объяснением в тексте того, каким образом эти погрешности были установлены.

Изложение результатов и обсуждения в одном разделе не допускается.

В **«Обсуждении»** дается убедительное объяснение результатов и показывается их значимость. В случае проведения вычислительных исследований полученные результаты должны быть сопоставлены с информацией из опубликованных экспериментальных работ, если подобное возможно.

<sup>3</sup> При представлении в печать экспериментальных работ следует руководствоваться «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных». Помимо вида, пола и количества использованных животных, авторы обязательно должны указывать применявшиеся при проведении болезненных процедур методы обезболивания и методы умерщвления животных.

<sup>4</sup> Настоятельно рекомендуется руководствоваться «Едиными стандартами представления результатов и испытаний Экспертной группы CONSORT» (Consolidated Standards of Reporting Trials), с которыми можно ознакомиться здесь: <http://www.consort-statement.org/>

Нужно указать, являются ли приводимые числовые значения первичными или производными, привести пределы точности, надежности, интервалы достоверности, оценки, рекомендации, принятые или отвергнутые гипотезы, обсуждаемые в статье.

### III.6. Оформление обзоров

Желательно, чтобы составление обзоров соответствовало международным рекомендациям по систематическим методам поиска литературы и стандартам. Резюме обзорных статей должны содержать информацию о методах поиска литературы по базам данных. С подробной информацией относительно составления обзоров можно ознакомиться в руководстве PRISMA (Рекомендуемые элементы отчетности для систематического обзора и метаанализа), доступном по ссылке <http://prisma-statement.org>.

### III.7. Оформление клинических наблюдений

Клинические наблюдения, оформленные согласно рекомендациям CARE, имеют приоритет. С рекомендациями CARE можно ознакомиться по ссылке <http://care-statement.org>.

### III.8. Стандарты

Все термины и определения должны быть научно достоверны, их написание (как русское, так и латинское) должно соответствовать «Энциклопедическому словарю медицинских терминов» (1984 г., под ред. акад. Б.В. Петровского, <http://www.twigrx.com/file/123175/>). Лекарственные препараты должны быть приведены только в международных непатентованных названиях, которые употребляются первыми, затем в случае необходимости приводятся несколько торговых названий препаратов, зарегистрированных в России (в соответствии с информационно-поисковой системой «Клифар-Госреестр» [Государственный реестр лекарственных средств]).

Желательно, чтобы написание названий ферментов соответствовало стандарту Enzyme Nomenclature (<http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/>)

Желательно, чтобы названия наследуемых или семейных заболеваний соответствовали международной классификации наследуемых состояний у человека (Mendelian Inheritance in Man — <http://ncbi.nlm.nih.gov/>).

Названия микроорганизмов должны быть выверены в соответствии с изданием «Медицинская микробиология» (под ред. В.И. Покровского, <http://www.webmedinfo.ru/medicinskaya-mikrobiologiya-pozdeev-o-k-pokrovskij-v-i.html>).

Рукопись может сопровождать словарь терминов (неясных, способных вызвать у читателя затруднения при прочтении). Помимо общепринятых сокращений единиц измерения, физических, химических и математических величин и терминов (например, ДНК), допускаются аббревиатуры словосочетаний, часто повторяющихся в тексте. **Все вводимые автором буквенные обозначения и аббревиатуры должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании.** Не допускаются сокращения простых слов, даже если они часто повторяются. Дозы лекарственных средств, единицы измерения и другие численные величины должны быть указаны в системе СИ.

### III.9. Требования к рисункам

#### Общие вопросы

Каждое изображение подается отдельным файлом. Файлы с графическими изображениями должны иметь логические имена (Иванов.Рисунок 1).

В тексте все иллюстрации (фотографии, схемы, диаграммы, графики и т. д.) именуются рисунками. На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые.

В изображении следует применять шрифты Arial или Times New Roman.

Все надписи на рисунках должны быть переведены на русский язык в виде **текстового примечания**.

#### Форматы

Черно-белые и цветные тоновые рисунки должны быть в расширении .tiff и разрешении 300 dpi. Векторная графика — в расширениях .ai, .eps (в версии не выше Adobe Illustrator CS6).

Если электронное графическое изображение создано в приложении Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), то его следует представлять по принципу «как есть» в том же формате, чтобы обеспечить возможность внесения в них изменений.

*Не следует присылать:*

- файлы с очень низким разрешением (например, отформатированные для показа на экране);
- рисунки, опубликованные ранее в других работах авторов (редакция оставляет за собой право проверки рисунков на плагиат через Google Images).

### III.10. Подписи к рисункам и фотографиям

Подписи к рисункам должны содержать исчерпывающий комментарий к изображению, в том числе указание на использованный способ визуализации и представленную проекцию при демонстрации результатов инструментальных диагностических методик, все условные обозначения и аббревиатуры раскрыты. В подписях к микрофотографиям необходимо указывать метод окраски препарата и увеличение окуляра и объектива. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат и единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой.

Если рисунок состоит из нескольких частей, у них должен быть **общий заголовок и отдельные подписи для каждой части**.

### III.11. Оформление таблиц

Сверху справа необходимо обозначить номер таблицы (если таблиц больше, чем одна), ниже дается ее название. Сокращения слов в таблицах не допускаются. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте.

Таблицы можно давать в тексте, не вынося на отдельные страницы. Ссылки на таблицы даются в тексте статьи.

При заимствовании таблицы или рисунка из какого-либо источника оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

### III.12. Математические формулы

Математические уравнения следует представлять как редактируемый текст, а не в виде изображений, и нумеровать по порядку. Переменные следует обозначать курсивом.

### III.13. Библиографические списки

**Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, которые они представляют.**

В журнале «Эндоваскулярная хирургия» применяется ванкуверский стиль цитирования (в списке литературы ссылки нумеруются **не по алфавиту, а по мере упоминания в тексте**, независимо от языка, на котором дана работа).

В оригинальных статьях желательно цитировать не более 30 источников, в обзорах литературы – не более 60, в других материалах – до 15.

Библиографические ссылки в тексте статьи даются **цифрой в квадратных скобках**. Необходимо убедиться в том, что для всех источников, приведенных в списке литературы, присутствуют ссылки в тексте (и наоборот).

Библиография должна содержать помимо основополагающих работ публикации за последние 5 лет, прежде всего статьи из журналов, ссылки на высокоцитируемые источники, в том числе из Scopus и Web of Science. Ссылки должны быть проверяемыми.

Каждый научный факт должен сопровождаться отдельной ссылкой на источник. Если в одном предложении упоминается несколько научных фактов, после каждого из них ставится ссылка (не в конце предложения). При множественных ссылках они даются в порядке хронологии [5–9].

Названия журналов в сокращенном виде должны даваться в соответствии с List of Title Word Abbreviations (перечень сокращений названий):

<http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>

Ссылки на интернет-источники должны быть надежными и долговечными. Как минимум, следует давать полный URL-адрес и дату, когда ссылка была доступной. Также следует дать любую иную дополнительную информацию, если таковая известна: DOI, имена авторов, даты, ссылки на источники публикации и т. д.

Не следует ссылаться на неопубликованные, ретрагированные (отозванные из печати) статьи. Недопустимо самцитирование, кроме случаев, когда это необходимо (в обзоре литературы не более 3–5 ссылок).

**Не следует ссылаться на диссертации**, а также авторефераты диссертаций, правильнее ссылаться на статьи, опубликованные по материалам диссертационных исследований.

**Документы** (приказы, ГОСТы, медико-санитарные правила, методические указания, положения, постановления, санитарно-эпидемиологические правила, нормативы, федеральные законы) нужно указывать **не в списках литературы, а сносками в тексте**.

В библиографическом описании **книги** (см. образец) важно указать **город и год издания**. Если ссылка дается на главу книги, сначала указываются автор(ы) и название главы, а после – автор(ы) или редактор(ы) и название книги; затем выходные данные.

В библиографическом описании **статьи из журнала** при авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах – **6 первых авторов «и др.»**, в иностранных «et al.»; если упоминаются редакторы, после фамилии в скобках ставится «ред.», в иностранных «Ed.» или «Eds.».

Список литературы должен даваться на языке оригинала (русскоязычные источники кириллицей, англоязычные латиницей) и отдельным блоком (**References**) на латинице для международных баз данных.

Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в блоке References. Русскоязычные фамилии авторов **транслитерируются**. Названия статей, монографий, сборников статей, конференций **переводятся на английский язык** с указанием после выходных данных языка оригинала (in Russ.). Названия русскоязычных источников **транслитерируются** (см. образец) и переводятся, если перевод названия зарегистрирован в международных базах данных.

Транслитерации для списка литературы на латинице удобно готовить с помощью сайта [www.translit.ru](http://www.translit.ru). В окошке «варианты» следует выбрать систему транслитерации BGN (Board of Geographic Names). Вручную делать транслитерацию не рекомендуется в целях избежания ошибок.

При подготовке ссылок на статьи, опубликованные в журнале «Эндоваскулярная хирургия», рекомендуется использование данных из титулов статей (блоки «Для цитирования» и For citation).

В настоящее время существует ряд сервисов для формирования ссылок, например: [www.mendeley.com](http://www.mendeley.com) или [www.endnote.com](http://www.endnote.com)

**Для статей, имеющих цифровой идентификатор Digital Object Identifier (DOI), необходимо его указывать.**

#### Примеры оформления блока References

##### Статья из журнала:

Belushkina N.N., Khomyakova T.N., Khomyakov Yu.N. Diseases associated with dysregulation of programmed cell death. *Molekulyarnaya Meditsina*. 2012; 2: 3–10 (in Russ.).

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. *Neftyanoe Khozyaystvo / Oil Industry*. 2008; 11: 54–7 (in Russ.).

##### Статья из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *JCMC*. 1999; 5 (2). Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (accessed April 28, 2011).

##### Интернет-ресурс:

APA Style (2011). Available at: <http://apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed February 5, 2011).

**Книга (монография, сборник):**

Kanevskaya R.D. Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development. Izhevsk; 2002 (in Russ.).

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union. Moscow: HSE Publ.; 1999 (in Russ.).

Latyshev V.N. Tribology of cutting. Vol. 1: Frictional processes in metal cutting. Ivanovo: Ivanovskiy Gos. Univ.; 2009 (in Russ.).

**Глава из книги:**

Ivanova A.E. Tendencies and courses of Russian population's death. In: Osipov V.G., Rybakovskiy L.L. (Eds.). The demographic development of Russia in XXI century. Moscow: Econ-Inform; 2009: 110–31.

**Материалы научных конференций:**

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Mukhametshina R.Yu., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. In: New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact. Proc. 6th Int. Symp. Moscow; 2007: 267–72 (in Russ.).

*Примеры оформления блока «Литература»***Статья из журнала:**

Веркина Л.М., Телесманич Н.Р., Мишин Д.В., Ботиков А.Г., Ломов Ю.М., Дерябин П.Г. и др. Конструирование полимерного препарата для серологической диагностики гепатита С. *Вопросы вирусологии*. 2012; 1: 45–8.

Чучалин А.Г. Грипп: уроки пандемии (клинические аспекты). *Пульмонология*. 2010; Прил. 1: 3–8.

Aiuti A., Cattaneo F., Galimberti S., Benninghoff U., Cassani B., Callegaro L. et al. Gene therapy for immunodeficiency due to adenosine deaminase deficiency. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (5): 447–58. DOI: 10.1056/NEJMoa0805817

Glauser T.A. Integrating clinical trial data into clinical practice. *Neurology*. 2002; 58 (12, Suppl. 7): S6–12.

**Статья из электронного журнала:**

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am. J. Nurs.* 2002; 102 (6). <http://nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm> (дата обращения 17.10.2013).

**Интернет-ресурс:**

Государственный доклад «О состоянии здоровья населения Республики Коми в 2009 году». <http://www.minzdrav.rkomi.ru/left/doc/docminzdr> (дата обращения 22.03.2011).

**Книга (монография, сборник):**

Медик В.А. Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. М.: Медицина; 2003.

Воробьев А.И. (ред.) Руководство по гематологии. 3-е изд. Т. 3. М.: Ньюдиамед; 2005.

Радзинский В.Е. (ред.) Перионеология: Учебное пособие. М.: РУДН; 2008.

Beck S., Klobes F., Scherrer C. Surviving globalization? Perspective for the German economic model. Berlin: Springer; 2005.

Michelson A.D. (Ed.) Platelets. 2nd edn. San Diego: Elsevier Academic Press; 2007.

Mestecky J., Lamm M.E., Strober W. (Eds.) Mucosal immunology. 3rd edn. New York: Academic Press; 2005.

**Глава из книги:**

Иванова А.Е. Тенденции и причины смерти населения России. В кн.: Осипов В.Г., Рыбаковский Л.Л. (ред.) Демографическое развитие России в XXI веке. М.: Экон-Информ; 2009: 110–31.

Silver R.M., Peltier M.R., Branch D.W. The immunology of pregnancy. In: Creasey R.K., Resnik R. (Eds.). Maternal-fetal medicine: Principles and practices. 5th edn. Philadelphia: W.B. Saunders; 2004: 89–109.

**Материалы научных конференций:**

Актуальные вопросы гематологии и трансфузиологии: Материалы научно-практической конференции. 8 июля 2009 г. Санкт-Петербург. СПб.; 2009.

Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». М.; 2000; ч. 1: 516–9.

European meeting on hypertension. Milan, June 15–19, 2007. Milan; 2007.

Harnden P., Joffe J.K., Jones W.G. (Eds.) Germ cell tumours V: Proceedings of the 5th Germ cell tumour conference. 2001, Sept. 13–15; Leeds; UK. New York: Springer; 2001.

**Автор несет ответственность за правильность библиографических данных.**

Для первичной экспертизы соответствия статьи настоящим требованиям рукописи необходимо отправлять по адресу: 119049, Москва, Ленинский проспект 8, корп. 18, НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева, Зазулину М.В. (E-mail: [izdinsob@yandex.ru](mailto:izdinsob@yandex.ru))

При нарушении указанных правил статьи возвращаются авторам на доработку.

Плата за публикацию рукописей не взимается.