

УДК

DOI: 10.24884/1682-6655-2023-22-1-64-71

Р. В. ШИЛОВ<sup>1, 3</sup>, В. В. АХМЕТОВ<sup>1, 3</sup>, М. С. ГАПИЗОВ<sup>1, 3</sup>,  
К. В. МОЖАРОВСКИЙ<sup>1, 3</sup>, Р. Р. КУЛИЕВ<sup>3</sup>,  
И. П. ДУДАНОВ<sup>1, 2</sup>

## Хирургическое лечение при выраженной патологической деформации внутренних сонных артерий

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Петрозаводск, Россия

185910, Россия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

<sup>3</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

129327, Россия, Москва, ул. Ленская, д. 15

E-mail: shilov.rodion@gmail.com

Статья поступила в редакцию 08.08.22 г.; принята к печати 25.11.22 г.

### Резюме

**Цель.** Оценка результатов редрессации внутренней сонной артерии (ВСА) с транспозицией в новое устье при выраженном патологическом удлинении внутренней сонной артерии. **Материалы и методы.** В 2021 г. было выполнено 42 операции у 38 человек с выраженными патологическими деформациями ВСА, при которых выполнялась редрессация с транспозицией ВСА в новое отдельное устье на 2 и более диаметра проксимальнее старого. 4 пациентам реконструкции выполнены с обеих сторон. Все пациенты были симптомными, с сосудисто-мозговой недостаточностью 2–4-й степени по классификации А.В. Покровского. Из них было 29 женщин (76,3 %), мужчин – 9 (23,7 %). Средний возраст пациентов составил 69,1±7,7 лет. Сочетание гемодинамически значимых патологических деформаций с атеросклеротическим поражением сонных артерий выявлено у 18 больных (47,4 %). В предоперационном периоде всем пациентам выполняли ультразвуковое дуплексное сканирование и компьютерную томографию с контрастированием брахиоцефальных артерий для определения показаний к хирургическому лечению. **Результаты.** Большинство деформаций представлены пролонгированными S- и Z-образными деформациями (73,8 %) или петлями ВСА (21,4 %). Максимальный уровень транспозиции потребовался при петлевых деформациях (25,6±6,17 мм) и был сопоставим при S- и Z-образных деформациях (17,8±6,3 мм и 17,5±8,0 мм). В послеоперационном периоде у данной группы больных признаков нарушения мозгового кровообращения отмечено не было. В 84 % случаев у 32 пациентов отмечено клиническое улучшение с частичным или полным регрессом общемозговой неврологической симптоматики. В 1 случае (2,4 %) отмечалась гематома послеоперационной раны, не потребовавшая специфического хирургического или медикаментозного лечения. При послеоперационном дуплексном контроле в послеоперационном периоде турбулентных потоков, стенозов и деформаций в области нового устья не отмечено. **Заключение.** Полученные результаты хирургического лечения подтверждают данные других авторов о безопасности хирургического метода. Реконструкция ВСА с транспозицией устья может являться альтернативным методом хирургического лечения с минимальными рисками осложнений. Для достижения наилучшего результата во время создания нового устья ВСА необходимо максимально сохранять вид исходной анатомии луковичи ВСА и бифуркации общей сонной артерии. Для более детальной оценки результатов планируется дальнейшее изучение на большем клиническом материале.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, патологическая извитость, внутренняя сонная артерия, редрессация

**Для цитирования:** Шилов Р. В., Ахметов В. В., Гапизов М. С., Можаровский К. В., Кулиев Р. Р., Дуданов И. П. Хирургическое лечение при выраженной патологической деформации внутренних сонных артерий. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2023;22(1):64–71. Doi: 10.24884/1682-6655-2023-22-1-64-71.

R. V. SHILOV<sup>1, 3</sup>, V. V. AKHMETOV<sup>1, 3</sup>, M. S. GAPIZOV<sup>1, 3</sup>,  
K. V. MOZHAROVSKIY<sup>1, 3</sup>, R. R. KULIEV<sup>3</sup>, I. P. DUDANOV<sup>1, 2</sup>

## Surgical treatment of severe deformity of the internal carotid arteries

<sup>1</sup> Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

33, Lenina pr., Petrozavodsk, Russia, 185910

<sup>2</sup> Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

2, Litovskaya str., Saint Petersburg, Russia, 194100

<sup>3</sup> City Clinical Hospital named after A. K. Eramishantsev, Moscow, Russia

15, Lenskaya str., Moscow, Russia, 129327

E-mail: shilov.rodion@gmail.com

Received 08.08.22; accepted 25.11.22

### Summary

**Objective.** To evaluate the outcomes of internal carotid artery (ICA) redressment with transposition into the «new orifice» with a severe pathological elongation of the internal carotid artery. **Materials and methods.** In 2021, 42 operations were performed in 38 patients having severe deformations of the ICA required the transposition of ICA orifice by 2 or more diameters from the old orifice are presented. Four patients underwent reconstructions on both sides. All patients were symptomatic, with chronic cerebrovascular insufficiency grade 2–4 (according to the classification of A. V. Pokrovsky, 1978). 29 women (76.3 %), 9 men (23.7 %) were enrolled in the study. The average age was 69.1±7.7 years. 18 patients (47.4 %) were found to have a combination of hemodynamically significant pathological deformities with atherosclerotic lesions of the carotid arteries. All patients underwent ultrasound duplex scanning and computed tomography with contrasting brachiocephalic arteries in the preoperative period. **Results.** Most deformations are represented by S- and Z-shaped (73,8 %) or ICA loops (21,4 %). The maximum level of transposition was required for loop deformations (25.6 mm±6.17) and was comparable for S- and Z-shaped deformations (17.8 mm±6.3; 17.5 mm±8.0). In the postoperative period, there were no signs of cerebral circulation disorders in this group of patients. In 84 % of cases, 32 patients showed clinical improvement with partial or complete regression of cerebral neurological symptoms. In 1 case (2.4 %), there was a hematoma of a postoperative wound that did not require specific surgical or medical treatment. During postoperative duplex control in the postoperative period, turbulent flows, stenosis and deformity in the area of the new orifice were not observed. **Conclusion.** The results confirm the data reported by other authors about the safety of the surgical method. ICA reconstruction with orifice transposition may be an alternative method of surgical treatment with minimal risk of complications. To achieve the best result, during the creation of a new orifice of the ICA, it is necessary to preserve as much as possible the original anatomy of the bulb of the ICA and the bifurcation of the common carotid artery. For a more detailed assessment of the results, further study is planned on a large clinical material.

**Keywords:** ischemic stroke, pathological tortuosity, internal carotid artery, redressation.

**For citation:** Shilov R. V., Akhmetov V. V., Gapizov M. S., Mozharovskiy K. V., Kuliev R. R., Dudanov I. P. Surgical treatment of severe deformity of the internal carotid arteries. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2023;22(1):64–71. Doi: 10.24884/1682-6655-2023-22-1-64-71.

### Введение

Сердечно-сосудистая патология как основная причина смерти трудоспособного населения в России и мире остается острой медико-социальной проблемой, актуальность которой растет с каждым годом.

По данным Национального регистра инсульта, 31 % пациентов, перенесших инсульт, нуждаются в посторонней помощи в быту и уходе за собой, 20 % лишены возможности самостоятельно ходить. Только 8 % пациентов могут вернуться к прежней работе [1]. Заболеваемость повторным инсультом составляет 0,79 на 1000 населения. Показатель распространенности повторного инсульта среди всех инсультов – 25,5 % [2].

В связи с улучшением диагностического обследования пациентов и совершенствованием методов визуализации увеличилось общее число выявления экстракраниальных деформаций внутренних сонных артерий (ВСА). На сегодняшний день патологическая извитость (ПИ) внутренней сонной

артерии занимает второе место после атеросклероза среди причин, приводящих к развитию острой и хронической сосудисто-мозговой недостаточности (СМН) [3–5].

Артериографические методы диагностики показывают, что частота патологических деформаций варьирует от 10 до 43 % [6]. Хотя ультразвуковое дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий и остается «золотым стандартом» диагностики каротидного бассейна, все больше авторов подвергают сомнению достаточность этого метода для планирования хирургического лечения [7]. Исследование Togay-Isikay с соавт. показало, что использование дуплексного сканирования брахиоцефальных артерий позволяет верифицировать аномалии сонных артерий лишь в 24,6 % [8]. Компьютерная томографическая ангиография для оценки деформаций обладает рядом преимуществ и позволяет оценивать точную анатомию и морфологию, дистальные и интракраниальные отделы ВСА [9, 10].

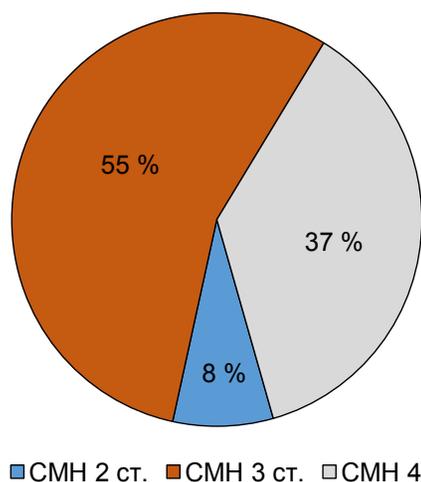


Рис. 1. Распределение больных по степени ХСМН (А. В. Покровский, 1978)

Fig. 1. Distribution of patients by the degree of chronic cerebrovascular insufficiency (A.V. Pokrovsky, 1978)

Хирургическое лечение ПИ ВСА достоверно эффективнее медикаментозного, сопряжено с минимальными рисками неврологических осложнений и приводит к стойкому регрессу проявлений сосудисто-мозговой недостаточности [11]. Но, несмотря на достаточно большое количество публикаций, посвященных хирургии извитостей сонных артерий, в современной медицине не проводилось ни одного рандомизированного клинического исследования, оценивающего методы хирургического лечения и их эффективность.

#### Материалы и методы исследования

По дизайну исследование является одноцентровым ретроспективным сплошным нерандомизированным. Критерием включения являлось наличие выраженной патологической деформации внутренней сонной артерии, потребовавшей выполнения редрессации ВСА с транспозицией в новое устье проксимальнее старого на 2 или более диаметра нативного устья. К критериям исключения относились другие виды реконструкций,

в том числе редрессации ВСА с менее значимой транспозицией ВСА без формирования нового отдельного устья.

В данное исследование были включены 38 пациентов, которым выполнялась редрессация внутренней сонной артерии с транспозицией в новое устье. Из них 4 пациентам данные реконструкции были выполнены с обеих сторон. Алгоритм обследования пациентов: сбор анамнеза и физикальный осмотр, лабораторные клинические анализы, ЭКГ, ЭГДС, ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) брахиоцефальных артерий (БЦА) (аппарат Vivid e95 General Electric, США), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) БЦА в экстра- и интракраниальных отделах, консультации невролога и кардиолога.

Все пациенты были симптомными, с сосудисто-мозговой недостаточностью (СМН) 2–4-й степени по классификации А. В. Покровского [12]: СМН 2-й степени (перенесенные ТИА в анамнезе) имели 3 пациента (7,9 %), сохраняющаяся общемозговая неврологическая симптоматика – СМН 3-й степени определялась у 21 пациента (55,3 %), СМН 4-й степени, т. е. ранее перенесенный ОНМК, – у 14 больных (36,8 %). 18 пациентов (47,4 %) ранее находились на лечении в неврологических отделениях, поступая в экстренном порядке с клинической картиной острой или декомпенсации хронической сосудисто-мозговой недостаточности по каналу «Инсультной сети». Пациенты с ранее перенесенным ОНМК в анамнезе оценены по Модифицированной шкале Рэнкина (Modified Rankin scale – mRS). Среди 14 пациентов 1 балл наблюдали у 10 больных, 2 балла – у 3 больных и 3 балла – у 1 больного (рис. 1). Двум больным (4,7 %) хирургическое лечение выполнялось в срочном порядке ввиду прогрессивного течения заболевания.

Женщин было 29 (76,3 %), мужчин – 9 (23,7 %). Средний возраст пациентов составил  $69,1 \pm 7,7$  лет. Сочетание гемодинамически значимых патологических деформаций со стенозами сонных артерий выявлено у 18 больных (47,4 %).

Таблица 1

#### Характеристика группы пациентов в зависимости от жалоб и сопутствующих заболеваний перед оперативным лечением

Table 1

#### The characteristics of patients groups according to the severity of complaints and concomitant diseases before surgical treatment

Жалоба	n (%)	Сопутствующие заболевания	n (%)
Головокружения	25 (65,8 %)	Артериальная гипертензия	38 (100 %)
Неустойчивость при ходьбе	18 (47,4 %)	ИБС, стенокардия/ХСН	27 (71,5 %)
Головные боли	13 (34,2 %)	ИБС, ПИКС	3 (7,9 %)
Шум в ушах	12 (31,6 %)	НРС	5 (13,2 %)
Повышение АД	8 (21,1 %)	Сахарный диабет	8 (21,1 %)
Слабость в конечностях	7 (18,4 %)	Эрозии желудка	5 (13,2 %)
Эпизоды потери сознания	1 (2,6 %)	ХОБЛ, БА, хронический бронхит	5 (13,2 %)
Снижение памяти	3 (7,9 %)	ХБП	2 (5,3 %)

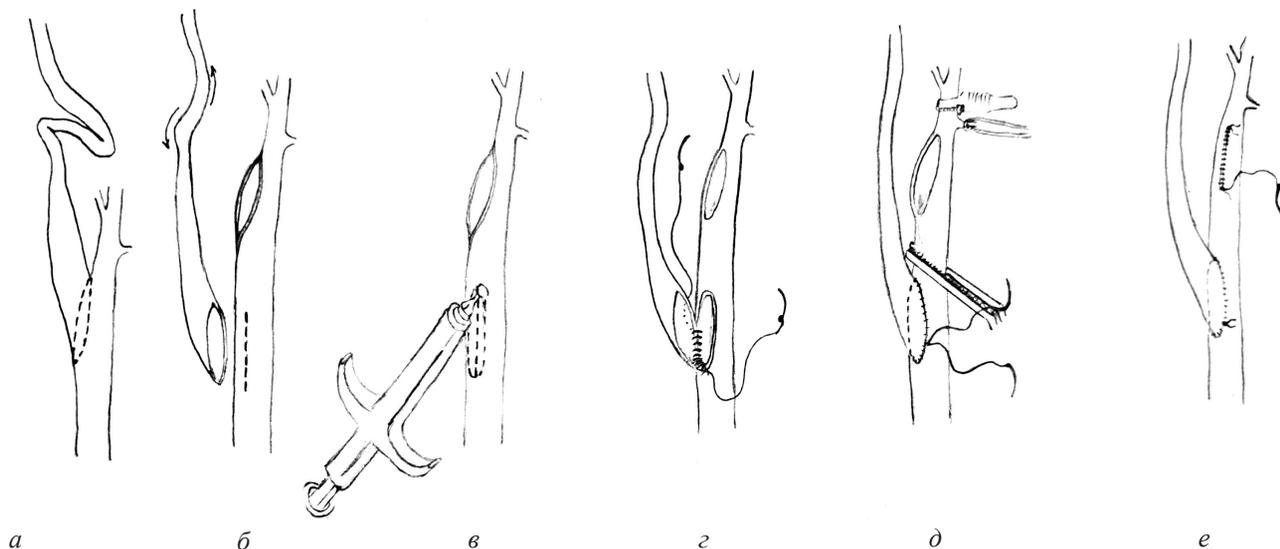


Рис. 2. Этапы выполнения редрессации ВСА: *а* – отсечение ВСА в устье; *б* – выполнена редрессация ВСА; *в* – формируется новое устье в ОСА проксимальнее бифуркации при помощи выкусывателя; *г* – выполнена редрессация с наложением проксимального анастомоза в области нового сформированного устья в ОСА; *д* – пуск кровотока в ВСА; *е* – старое устье ушито обвивным швом

Fig. 2. The steps of ICA redressment: *a* – resection of ICA; *b* – ICA redressment was performed; *c* – the new orifice in CCA proximal to bifurcation is performed with the help of a punch; *г* – the redressment with forming of proximal anastomosis in the region of new orifice in CCA is performed; *d* – start of blood flow in the ICA; *e* – the previous orifice in sutured by running suture

Характеристика группы по жалобам до операции и сопутствующим заболеваниям приведена в табл. 1.

Показанием к оперативному лечению являлось наличие гемодинамически значимой патологической извитости внутренних сонных артерий (увеличение максимальной систолической скорости кровотока в зоне деформации более 150 см/с либо в 2 и более раза выше, чем в интактном проксимальном участке, наличие септ в области изгиба) при наличии клинических проявлений сосудисто-мозговой недостаточности либо отрицательная динамика явлений сосудисто-мозговой недостаточности при верифицированных значимых деформациях ВСА по данным КТ-АГ БЦА с визуальным подтверждением.

На основе классификации, предложенной J. Weibel и W. S. Fields [13], мы использовали усовершенствованную классификацию патологических деформаций, в которой П. О. Казанчян и др., помимо С- и S-образных извитостей, перегибов под острым углом и петлеобразований, выделяли двойные перегибы ВСА и сочетание различных видов извитостей [14].

По видам патологических извитостей были выделены: С-образные – 1 (2,4 %); кинкинг (перегиб под острым углом): V-образные – 1 (2,4 %), S-образные деформации с перегибом на одном колене – 9 (21,4 %), Z-образные (двойные перегибы) – 22 (52,4 %); койлинг (петлеобразные деформации) – 9 (21,4 %).

Для описания нормального распределения количественных признаков использовались следующие параметры: число наблюдений, среднее значение признака (M), стандартное отклонение (δ).

### Результаты исследования и их обсуждение

38 пациентам выполнены 42 операции редрессации внутренней сонной артерии с транспозицией в новое устье. В 20 случаях (47,6 %) патологические деформации сочетались с атеросклеротическим поражением гомолатеральной ВСА, при котором потре-

бовалось дополнительно выполнять эндартерэктомию из луковичи ВСА и бифуркации общей сонной артерии (ОСА). В 75 % выявлялись эмболоопасные атеросклеротические бляшки (АСБ). Средняя степень стеноза луковичи ВСА по интраоперационной оценке составляла  $61,3 \pm 12,0$  %. В одном случае при сочетании выраженного атеросклеротического поражения сонных артерий с патологическими извитостями внутренней и наружной сонных артерий после редрессации ВСА и этапа эндартерэктомии из общей и наружной сонных артерий (НСА) образовался избыток НСА с формированием кинкинга и значимого септального стеноза с ослаблением пульсации дистальнее – в этом случае дополнительно выполнена резекция части НСА с ротацией по оси и анастомозом «конец в конце».

Все операции проводились под эндотрахеальным наркозом с внутривенной седацией. Для дополнительной защиты головного мозга использовали метод искусственной гипертензии с интраоперационной оценкой толерантности головного мозга к ишемии посредством ретроградного давления. Временные шунты не использовались ни у одного больного. Экстубация пациентов производилась в операционной по завершению хирургического этапа с оценкой неврологического статуса и дальнейшим переводом пациентов под наблюдение в палату интенсивной терапии в течение одних суток.

Методика операции: схема операции представлена на рис. 2. Выделение общей, внутренней и наружной сонных артерий. Дистальное выделение патологической деформации ВСА с прецизионным артериолизом, разобщением спаек. После системной гепаринизации и пережатия сонных артерий производится отсечение ВСА в области устья. При наличии АСБ выполняется эверсионная эндартерэктомия из луковичи ВСА, редрессация ВСА с ротацией по оси, при необходимости. После определения места формирования нового устья в ОСА производится продольное

## Характеристика общего количества оперированных пациентов в зависимости от вида патологической извитости и степени удлинения ВСА с оценкой уровня транспозиции устья

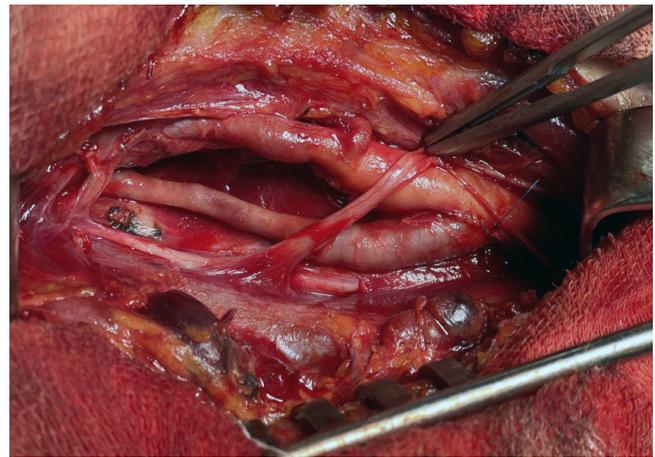
Table 2

## The characteristics of all operated patients according to type of pathological tortuosity and the degree of lengthening of the ICA with an assessment of the level of transposition of the orifice

Виды деформаций ВСА	Количество операций	Избыточное удлинение ВСА, мм	Расстояние между устьями, мм
C-образные извитости	1 (2,4 %)	40	30
Кинкинг:	32 (76,2 %)		
V-образные деформации	1 (2,4 %)	30	15
S-образные деформации с перегибом на одном «колене»	9 (21,4 %)	30,0±2,9	17,8 ±6,3
Z-образные (двойные перегибы)	22 (52,4 %)	18,2±8,9	17,5±8,0
Койлинг: петлеобразные деформации	9 (21,4 %)	38,3±8,15	25,6±6,17



а



б

Рис. 3. Интраоперационная фотография: а – перегиб ВСА; б – редрессация ВСА с формированием нового устья в ОСА и ушитым старым устьем

Fig. 3. Intraoperative image: а – ICA kinking; б – ICA redressment with forming of new orifice in CCA and sutured previous orifice

рассечение артерии на длину косо-поперечного диаметра устья ВСА. Далее, обязательно, выкусывателем формируем овальной формы отверстие в ОСА. Формирование анастомоза с проксимальной части. Накладывается первый фиксирующий шов нитью 6/0 на «мысок» анастомоза. Далее выполняется обвивной шов анастомоза, начиная с задней губы. Выполняется тщательное обшивание «пятки» анастомоза под контролем глаза. Заканчивается анастомоз на передней поверхности артериотомии. Профилактика воздушно-материальной эмболии проводится через старое устье. Выполняется пуск кровотока во внутреннюю сонную артерию с пережатием ОСА дистальнее анастомоза и пережатием НСА. Затем выполняется ушивание старого устья ВСА в области бифуркации ОСА первичным швом. Пуск кровотока в наружную сонную артерию.

Удлинение внутренней сонной артерии при ее редрессации составляло от 10 до 50 мм, среднее значение 30,9±6,2 мм. В зависимости от вида патологической деформации максимальное удлинение ВСА наблюдалось при койлингах (38,3±8,2 мм). При этом уровень переноса устья при петлевых деформациях в среднем составил 25,6±6,17 мм. S-образные деформации с септальным стенозом на одном «колоне» по степени удлинения ВСА значительно пре-

обладали над Z-образными перегибами и составили 30,0±2,9 мм и 18,2±8,9 мм соответственно, но расстояние между устьями было сопоставимо в двух группах: 17,8±6,3 мм и 17,5±8,0 мм соответственно (табл. 2).

Среднее общее время операций составило 73±16,3 мин; время пережатия ВСА – 26,9±8,1 мин. У пациентов без атеросклеротического поражения сонных артерий время выполнения редрессации составило 65,8±11,3 мин, при среднем времени пережатия ВСА 21,9±4,1 мин. Всем пациентам в послеоперационном периоде проводилось контрольное УЗДС БЦА на 1-е сутки, через 1 месяц, далее – через 6 месяцев.

По данным УЗДС, после операции в 100 % случаев восстановлен прямолинейный ход ВСА. Область анастомоза имела форму овала без образования турбулентных потоков в самом анастомозе и во входном отделе ВСА. Форма новой бифуркации практически не отличалась от нативной. Фрагмент одного из вмешательств представлен на рис. 3.

В послеоперационном периоде у данной группы больных признаков нарушения мозгового кровообращения отмечено не было. В 1 случае (2,4 %) отмечалась гематома послеоперационной раны, не потребовавшая специфического хирургического или

медикаментозного лечения. В 84 % случаев у 32 пациентов отмечено клиническое улучшение с частичным или полным регрессом общемозговой неврологической симптоматики. Среднее количество койко-дней стационарного лечения составило  $9,7 \pm 1,9$  дней.

Медиана времени наблюдения составила 549 (389–640) дней. За время послеоперационного периода в 1 случае отмечен тромбоз реконструированной ВСА (2,4 %), выявленный через 2 месяца при контрольном УЗДС БЦА. Тромбоз протекал асимптомно, данной пациентке выполнялась редрессация ВСА с каротидной эндартерэктомией. За период наблюдения выживаемость составила 100 %, признаков ОНМК и ТИА отмечено не было.

Артериальная гипертония является важным фактором развития ПИ ВСА, так как при артериальной гипертонии происходит дегградация эластичности, что приводит к изменению биомеханических свойств артерий, снижению эластичности и увеличению жесткости и, как следствие, к ремоделированию артерий [15]. Артериальная гипертония в нашем исследовании выявлена у 100 % пациентов.

Из наиболее распространенных методов хирургического лечения ПИ можно выделить несколько: резекцию патологического участка внутренней сонной артерии с анастомозом «конец в конец» либо протезированием применяют при значительном поражении стенки ВСА с невозможностью ее сохранения, но эти методы сопряжены с более высокими рисками рестенозов и тромбозов в послеоперационном периоде [12]. Многие авторы предпочитают выполнять редрессацию ВСА с резекцией ее луковицы и реплантацией в старое устье [12, 16], но данный метод ограничивается сложностью формирования анастомоза в случае редрессации дистальных патологических деформаций и истончения стенки в зоне анастомоза, что может приводить к увеличению риска осложнений. Наиболее оптимальным является метод редрессации ВСА без резекции ее частей с транспозицией в новое устье [4, 17].

При оценке результатов лечения патологических деформаций по данным разных источников подтверждается эффективность хирургических методов с уменьшением проявлений или купированием неврологического дефицита от 80 до 100 % [4, 11, 16]. И риски периоперационной и госпитальной летальности не превышают 1 %, а риски ОНМК не более 1,9–2 % [12, 14].

Формирование анастомоза «с мыска» с фиксацией первого шва позволяет провести редрессацию с контролем натяжения без необходимости последующих адаптаций и коррекций в ходе формирования анастомоза для достижения наиболее гемодинамически выгодной реконструкции, с максимальным сохранением вида исходной анатомии луковицы ВСА и бифуркации ОСА. Хирургическое лечение гемодинамически значимых патологических деформаций ВСА позволяет эффективно профилактировать ишемические события головного мозга и снижать риски осложнений.

## Выводы

Реконструкция патологически извитой ВСА с транспозицией в новое устье может являться альтернативным методом хирургического лечения с минимальными рисками осложнений. Для достижения наилучшего результата, после редрессации ВСА и расправления извитости и углообразования, во время создания нового устья максимально сохраняли вид исходной анатомии луковицы ВСА и бифуркации общей сонной артерии. По нашему опыту, описанный метод в будущем может являться альтернативой существующим методам редрессации и реимплантации в собственное устье. Для более детальной оценки результатов планируется продолжение исследования по изучению результатов на большем клиническом материале.

## Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

## Соответствие нормам этики / Compliance with ethical principles

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия. / The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent.

## Благодарности / Acknowledgments

Исследование выполнено на уникальной научной установке «Многокомпонентный программно-аппаратный комплекс для автоматизированного сбора, хранения, разметки научно-исследовательских и клинических биомедицинских данных, их унификации и анализа на базе центра обработки данных с использованием технологий искусственного интеллекта» (регистрационный номер 2075518), при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Соглашения № 075-15-2021-665. / The study was carried out on an original scientific system «Multicomponent software and hardware system for automated collection, storage, markup of research and clinical biomedical data, their unification and analysis based on Data Center with Artificial Intelligence technologies» (№ 2075518) and financially supported by Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the Agreement № 075-15-2021-665.

## Литература / References

1. Медико-демографические показатели Российской Федерации в 2012 году. Стат. справочник. М.: Минздрав России.; 2013: 180. [Medical and demographic indicators of the Russian Federation in 2012. Stat. directory. M.: Ministry of Health of Russia; 2013:180. (In Russ.)].
2. Стаховская Л.В., Клочихина О.А., Богатырева М.Д., Коваленко В.В. Эпидемиология инсульта в России по результатам территориально-популяционного регистра (2009–2010). Журн. Невропатол. и Психиатр. им. С.С. Корсакова. 2013;5:4–10. [Stakhovskaya L.V., Klochikhina O.A., Bogatyreva M.D., Kovalenko V.V. Epidemiology of stroke in the Russian Federation: results of territory's population registry

(2009–2010)]. *J. Neuropathol. Psychiat. S.S. Korsakova*. 2013;5:4–10. (In Russ.).

3. Shang K., Chen X., Cheng C., Luo X., Xu S., Wang W., Liu C. Arterial Tortuosity and Its Correlation with White Matter Hyperintensities in Acute Ischemic Stroke. *Neural. Plast.* 2022;24:4280410. DOI: 10.1155/2022/4280410.

4. Гавриленко А.В., Сандриков В.А., Куклин А.В., Абрамян А.В., Кочетков В.А., Хрипков А.С., Зияева Ю.В. Выбор метода хирургического лечения больных с патологической извитостью внутренней сонной артерии. *Анналы хир.* 2013;6:18–23. [Gavrilenko A.V., Sandrikov V.A., Kuklin A.V., Abramian A.V., Kochetkov V.A., Khripkov A.S., Ziyayeva Yu.V. Choosing a method of surgical treatment of patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery]. *Ann. Surg.* 2013;6:18–23. (In Russ.).

5. Скворцова В.И., Шамалов Н.А., Бодыхов М.К. Лечение ишемического инсульта. Трудный пациент [интернет]. 2007;6–7:13–18. [Skvorцова V.I., Shamalov N.A., Bodyhov M.K. Treatment of ischemic stroke. *Diff. Patient [Internet]*. 2007;6–7:13–18. (In Russ.).]

6. Koskas F., Bahni A., Walden R., Kieffer E. Stenotic Coiling and Kinking of the Internal Carotid Artery. *Ann. Vasc. Surg.* 1993;7(6):530–540. DOI: 10.1007/BF02000147.

7. Зелева О.В., Зельтер П.М., Цой А.В., Мякотных М.Н. Кинкинг внутренней сонной артерии в практике врача-оториноларинголога. *Вестн. Медицинского института «РЕАВИЗ»* 2021;3(51):51–55. [Zeleva O.V., Zelter P.M., Tsoy A.V., Myakotnyh M.N. Kinking of the internal carotid artery in otorhinolaryngologist's practice. *Bull. Medical Institute REAVIZ* 2021;3(51):51–55. (In Russ.).] DOI: 10.20340/vmi-rvz.2021.3.case.1.

8. Togay-Isikay C., Kim J., Betterman K., Andrews C., Meads D., Tesh P., Tegeler C., Oztuna D. Carotid artery tortuosity, kinking, coiling: stroke risk factor, marker, or curiosity? *Acta Neurol. Belg.* 2005;105(2):68–72.

9. Jauch E.C., Saver J.L., Adams H.P., Bruno A., Connors J.J.B., Demaerschalk B.M. et al. 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*. 2013;44(3):870–947. DOI: 10.1161/STR.0b013e318284056a.

10. Gladstone D.J., Kapral M.K., Fang J., Laupacis A., Tu J.V. Management and outcomes of transient ischemic attacks in Ontario. *Сmaj.* 2004;170(7):1099–1104. DOI: 10.1503/cmaj.1031349.

11. Ballotta E., Thiene G., Baracchini C., Ermani M., Militello C., Da Giau G. et al. Surgical vs medical treatment for isolated internal carotid artery elongation with coiling or kinking in symptomatic patients: A prospective randomized clinical study. *J. Vasc. Surg.* 2005;42(5):838–846. DOI: 10.1016/j.jvs.2005.07.034.

12. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Адырхаев З.А., Тимина И.Е., Лосик И.А. Отдаленные результаты реконструктивных операций при патологической деформации внутренней сонной артерии. *Ангиол. сосудистая хир.* 2012;18(1):92–104. [Pokrovskii A.V., Beloiartsev D.F., Adyrkhaev Z.A., Timina I.E., Losik I.A. Remote results of reconstructive operations in pathological deformity of the internal carotid artery. *Angiol. vascular Surg.* 2012;18(1):92–104. (In Russ.).]

13. Weibel J., William S.F. Tortuosity, coiling, and kinking of the internal carotid artery. *Neurology*. 1965;15(7). DOI: 10.1212/WNL.15.1.7.

14. Казанчян П.О., Валиков Е.А., Дерзанов А.В. Хирургическое лечение патологических деформаций внутренних сонных артерий. *Альманах клин. мед.* 2007;16:73–76. [Kazanchjan P.O., Valikov E.A., Derzanov A.V. Surgical treatment of pathological deformities of internal carotid arteries. *Almanac clin. Med.* 2007;16:73–76. (In Russ.).]

15. Каплан М.Л. Патологическая извитость сонных артерий: история вопроса, этиология, распространенность, классификация (обзор литературы). *Пробл. здоровья Экол.* 2013;1(35):11–16. [Kaplan M.L. pathologic tortuosity of carotid arteries: background, etiology, prevalence, classification (literature review). *Probl. Health Ecol.* 2013;1(35):11–16. (In Russ.).]

16. Казанчян П.О., Попов В.А., Ларьков Р.Н., Валиков Е.А. Наш опыт хирургического лечения окклюзирующих поражений и патологических извитостей сонных артерий. *Альманах Клин. мед.* 2005;8–10. [Kazanchjan P.O., Popov V.A., Lar'kov R.N., Valikov E.A. Our experience in surgical treatment of occlusive lesions and pathological tortuosity of the carotid arteries. *Almanac clin Med.* 2005;8–10. (In Russ.).]

17. Родин Ю.В. Исследование потоков крови при патологической S-образной извитости сонных артерий. *Международ. неврол. журн.* 2006;4(8):1–8. [Rodin Yu.V. Investigation of blood flows in pathological S-shaped tortuosity of the carotid arteries. *Int. Neurol. J.* 2006;4(8):1–8. (In Russ.).]

#### Информация об авторах:

**Шилов Родион Викторович** – аспирант кафедры общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, врач отделения сосудистой хирургии, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, Россия, e-mail: shilov.rodion@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1421-8065.

**Ахметов Владимир Вениаминович** – канд. мед. наук, докторант кафедры общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, зав. отделением сосудистой хирургии, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, Россия, e-mail: avv60@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7625-9156.

**Гапизов Муртазали Сурхаевич** – аспирант кафедры общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, врач отделения сосудистой хирургии, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, Россия, e-mail: Gapizov.ms@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9503-6959.

**Можаровский Кирилл Викторович** – аспирант кафедры общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, врач отделения сосудистой хирургии, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, Россия, e-mail: mazhork@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6346-270X.

**Кулиев Руфат Расулович** – врач-невролог неврологического отделения для больных с ОНМК № 2, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. А. К. Ерамишанцева ДЗМ», Москва, Россия, e-mail: kulievrufat92@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7339-8214.

**Дуданов Иван Петрович** – д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, зав. кафедрой общей и факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, руководитель Регионального сосудистого центра? СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», профессор кафедры факультетской хирургии имени профессора А. А. Русанова, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет», Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ipdudanov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0629-6581.

**Authors information:**

**Shilov Rodion V.** – post-graduate student, General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, vascular surgeon department of vascular surgery, Petrozavodsk, Russia, e-mail: shilov.rodion@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1421-8065.

**Akhmetov Vladimir V.** – Candidate of Medical Sciences, PhD in General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, vascular surgeon department of vascular surgery, Petrozavodsk, Russia, e-mail: avv60@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7625-9156.

**Gapizov Murtazali S.** – post-graduate student, General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, vascular surgeon department of vascular surgery, Petrozavodsk, Russia, e-mail: Gapizov.ms@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9503-6959.

**Mozharovskiy Kirill V.** – post-graduate student, General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, vascular surgeon department of vascular surgery, Petrozavodsk, Russia, e-mail: mazhork@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6346-270X.

**Kuliev Rufat R.** – neurologist of neurological department for patients with stroke № 2, Moscow City Clinical Hospital named after A. K. Yeramishantsev, Moscow, Russia, e-mail: kulievrufat92@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7339-8214.

**Dudanov Ivan P.** – Doctor of Medical Sciences, professor of the Department of General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Mariinsky Hospital, Saint Petersburg, professor at Department of Faculty Surgery, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: ipdudanov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0629-6581.