

# Измерение удлинения внутренней сонной артерии при ее патологической извитости

Контакты:  
Родион Викторович  
Шилов  
[shilov.rodion@gmail.com](mailto:shilov.rodion@gmail.com)

Р.В. Шилов<sup>1,2</sup>, И.П. Дуданов<sup>1</sup>, В.В. Ахметов<sup>1,3</sup>, К.В. Можаровский<sup>1,3</sup>, М.С. Гапизов<sup>1,3</sup>,  
М.В. Можаровская<sup>4</sup>, Ю.В. Черникова<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Петrozаводский государственный университет»; Россия, 185910 Петрозаводск, пр-кт Ленина, 33;  
<sup>2</sup>ГБУЗ МО «Люберецкая областная больница»; Россия, 140407 Люберцы, Октябрьский пр-кт, 338;  
<sup>3</sup>ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129327 Москва, ул. Ленская, 15;  
<sup>4</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); Россия, 119048 Москва, ул. Трубецкая, 8

Распространенность патологической извитости внутренних сонных артерий (ВСА) в общей популяции составляет 10–40 %. В настоящее время доказана эффективность хирургического лечения пациентов с данной патологией. При выборе метода хирургического лечения важное значение имеют выраженность деформации и степень удлинения ВСА. Из предложенных на практике методов хирургического лечения наиболее оптимальным при выраженных деформациях ВСА является метод редрессации ВСА с транспозицией в общую сонную артерию и реплантацией в новое устье. Используемый и описанный в литературе индекс извитости характеризует ее выраженность, но не имеет практической хирургической значимости.

Нами предложен параметр, отражающий степень удлинения экстракраниальной части ВСА, имеющий практическую значимость в сосудистой хирургии – определяется избыток длины ВСА для выяснения степени редрессации ВСА и уровня транспозиции в общую сонную артерию на дооперационном этапе. Также предложен показатель «дельта извитости», определяемый как разница фактической длины экстракраниальной части ВСА и прямолинейной длины ВСА. Представлено клиническое наблюдение с описанием метода вычисления дельты извитости, отмечена практическая значимость данного параметра в предоперационном анализе при определении оптимального хирургического метода.

**Ключевые слова:** патологическая извитость, долихоартериопатия, внутренняя сонная артерия, индекс извитости, редрессация

**Для цитирования:** Шилов Р.В., Дуданов И.П., Ахметов В.В. и др. Измерение удлинения внутренней сонной артерии при ее патологической извитости. Нейрохирургия 2025;27(4):97–103.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-4-97-103>

## Measurement of elongation of the internal carotid artery with its pathological tortuosity

R.V. Shilov<sup>1,2</sup>, I.P. Dudanov<sup>1</sup>, V.V. Akhmetov<sup>1,3</sup>, K.V. Mozharovsky<sup>1,3</sup>, M.S. Gapizov<sup>1,3</sup>, M.V. Mozharovskaya<sup>4</sup>, Yu.V. Chernikova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Petrozavodsk State University; 33 Lenin Ave., Petrozavodsk 185910, Russia;

<sup>2</sup>Lyubertsy Regional Hospital; 338 Oktyabrsky Ave., Lyubertsy 140407, Russia;

<sup>3</sup>A.K. Yeramishantsev City Clinical Hospital; 15 Lenskaya St., Moscow 129327, Russia;

<sup>4</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of Russia (Sechenov University); 8 Trubetskaya St., Moscow 119048, Russia

**Контакты:** Rodion Viktorovich Shilov [shilov.rodion@gmail.com](mailto:shilov.rodion@gmail.com)

The prevalence of pathological tortuosity of the internal carotid arteries (ICA) in the general population is 10–40 %. Currently, the effectiveness of surgical treatment of patients with pathological tortuosity of the ICA has been proven. When choosing a method of surgical treatment, the severity of deformation and the degree of elongation of the internal carotid artery is important. Of the methods proposed in practice for surgical treatment of pathological deformities of the ICA with pronounced deformities, the most optimal is the method of ICA redressation with transposition into the common carotid artery and replantation into a new orifice. The tortuosity index used and described in the literature characterizes the severity of tortuosity, but has no practical surgical significance.

A parameter is proposed for determining the degree of elongation of the extracranial part of the ICA, taking into account its practical significance in vascular surgery, the excess length of the ICA is determined to determine the degree of ICA redressation and the level of transposition into

the common carotid artery at the preoperative stage. The term of the tortuosity Delta is proposed, defined by the formula: the actual length of the extracranial part of the ICA minus the direct length of the ICA. The presented clinical observation describes the method of measuring of tortuosity Delta and its practical significance in preoperative analysis in determining the optimal surgical method.

**Keywords:** pathological tortuosity, dolichoarteriopathy, internal carotid artery, tortuosity index, redress

**For citation:** Shilov R.V., Dudanov I.P., Akhmetov V.V. et al. Measurement of elongation of the internal carotid artery with its pathological tortuosity. *Neyrokhirurgiya* = Russian Journal of Neurosurgery 2025;27(4):97–103.

DOI: <https://doi.org/10.63769/1683-3295-2025-27-4-97-103>

## ВВЕДЕНИЕ

Атеросклеротическое поражение экстракраниального сегмента брахиоцефальных артерий служит основной причиной ишемического острого нарушения мозгового кровоснабжения во всем мире [1]. Патологическая извитость внутренних сонных артерий (ВСА) занимает 2-е место по частоте среди всех причин цереброваскулярных заболеваний и является значимой медико-социальной проблемой [2, 3].

Изучение аномалий ВСА, их роли и места в развитии острых и хронических нарушений мозгового кровообращения, разработка оптимальных методов лечения остаются актуальными проблемами сосудистой хирургии, требующими научного разрешения. Знание морфометрических особенностей ВСА оказывает важное влияние на определение хирургической тактики в сердечно-сосудистой хирургии [4].

Хирургическое лечение патологической извитости ВСА давно доказало свою эффективность. В настоящее время существует множество различных методик хирургической коррекции данной патологии. Первыми, по данным литературы, хирургическую коррекцию патологической извитости успешно выполнили в 1959 г. Quattelbaum, Upson and Kistin.

Среди методов хирургического лечения патологических деформаций ВСА наибольшее распространение получили резекция патологической извитости ВСА с анастомозом «конец в конец», резекция деформации ВСА с протезированием, резекция извитости ВСА с низведением в «старое» устье и редрессация ВСА с транспозицией и формированием «нового» устья. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

Ю. В. Родин, проводя гистологический анализ строения стенки артерии при ее извитости и математическое моделирование нарушения кровообращения при патологической извитости ВСА, сделал выводы о большей безопасности транспозиции ВСА в общую сонную артерию (ОСА) после расправления извитости без предшествующей ее резекции, с формированием «нового» устья [5].

Схожие выводы на основании оценки результатов хирургического лечения пациентов с патологическими деформациями сосудов представили E. Ballotta и со-авт., проведя проспективное клиническое исследование и выполнив редрессацию ВСА с реплантацией в ОСА [6].

В настоящее время опубликовано большое количество работ, посвященных данной проблеме, однако в основном дискуссии сводятся к определению показаний к хирургическому лечению и не затрагивают виды и методы реконструкций. Показанием к оперативному лечению мы считаем гемодинамически значимую патологическую извитость ВСА при наличии клинических проявлений сосудисто-мозговой недостаточности (увеличение максимальной систолической скорости кровотока в зоне деформации  $>150$  см/с либо в  $\geq 2$  раза выше, чем в интактном проксимальном участке, наличие септ в области изгиба) и отрицательную динамику явлений сосудисто-мозговой недостаточности при верифицированных значимых деформациях ВСА по данным компьютерной томографической ангиографии (КТ-АГ) брахиоцефальных артерий (БЦА) с визуальным подтверждением.

Выбор и оптимизация хирургических методов остаются важными вопросами, которым уделяется недостаточно внимания.

## КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

**Пациентка М., 68 лет, в анамнезе – перенесенная транзиторная ишемическая атака в бассейне правой средней мозговой артерии с левосторонним гемипарезом и регрессом в течение 1 ч. В неврологическом отделении пациентке выполнено ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) БЦА: выявлены гемодинамически значимые патологические деформации обеих ВСА с увеличением линейной скорости кровотока (ЛСК). При выполнении компьютерной томографии (КТ) головного мозга данных, указывающих на очаговое поражение головного мозга, не получено. Рекомендована консультация сосудистого хирурга в плановом порядке амбулаторно.**

На амбулаторном этапе кардиоэмболическую этиологию преходящего нарушения кровоснабжения головного мозга исключили на основании данных электрокардиографии, холтеровского мониторирования и эхокардиографии – нарушений ритма и патологии сердца не выявлено.

Спустя 1 мес при поступлении в отделение сосудистой хирургии пациентка предъявила жалобы на головокружение при изменении положения тела и головные боли. При УЗДС БЦА обнаружены S-образная деформация правой ВСА с увеличением ЛСК до 210 см/с, слева – S-образная извитость без значимых гемодинамических

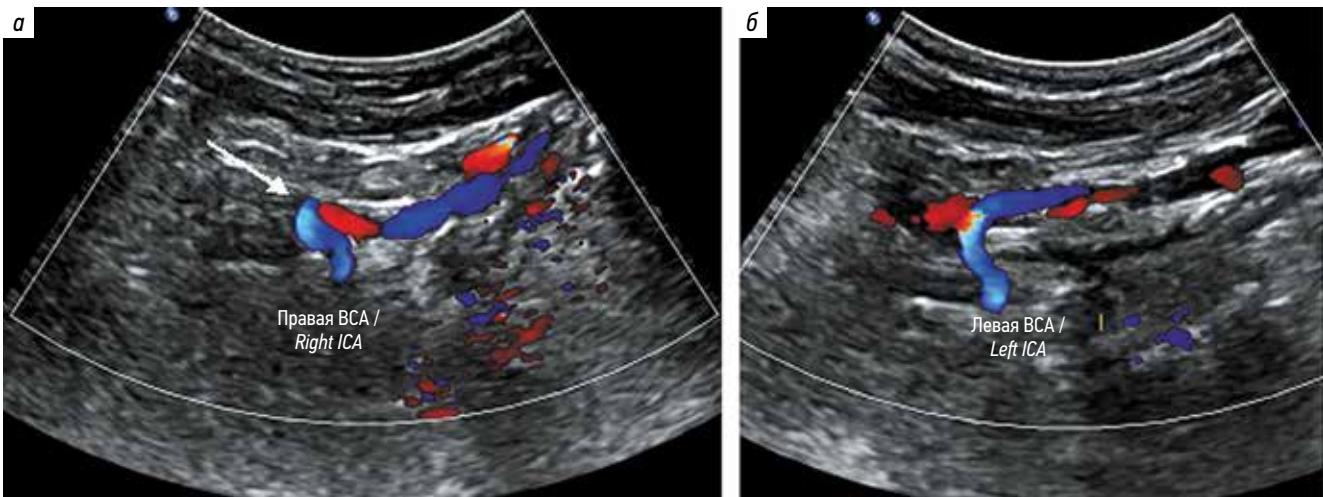


Рис. 1. Ультразвуковое дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий: а – правая внутренняя сонная артерия (ВСА) (стрелкой отмечен кинкинг); б – левая ВСА

Fig. 1. Ultrasound duplex scanning of brachiocephalic arteries: a – right internal carotid artery (ICA) (the arrow marks the kinking); b – left ICA

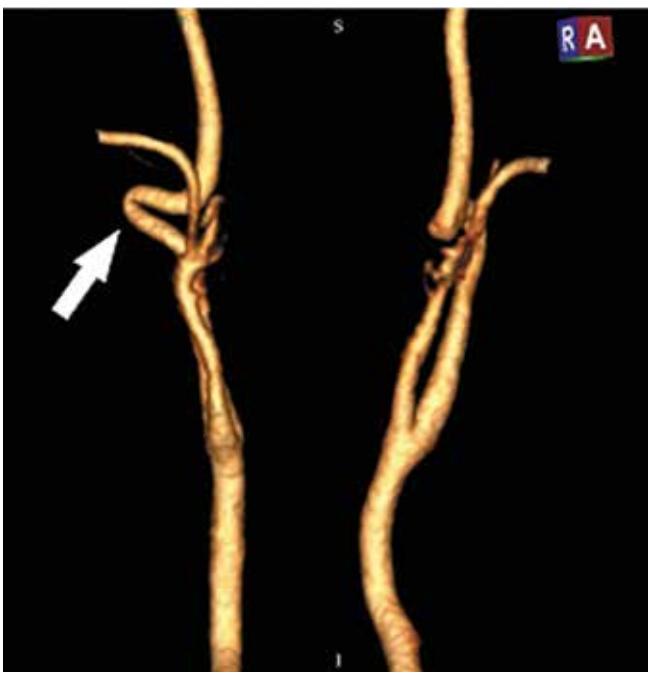


Рис. 2. Компьютерная томографическая ангиография брахиоцефальных артерий (3D-рендеринг). Стрелкой отмечена патологическая деформация экстракраниального сегмента правой внутренней сонной артерии

Fig. 2. Computed tomographic angiography of brachiocephalic arteries (3D rendering). The arrow marks the pathological deformation of the extracranial segment of the right internal carotid artery

нарушений с увеличением ЛСК до 132 см/с (рис. 1). Пациентке выполнены КТ головного мозга и КТ-АГ БЦА в экстра- и интракраниальных отделах. Результаты КТ головного мозга – без патологии. По данным КТ-АГ БЦА выявлены билатеральные выраженные патологические деформации ВСА: справа – кинкинг С1-сегмента ВСА, слева – S-образная извитость (рис. 2).

На основе исходных изображений были выполнены преобразования VRT (визуализация объема) и MPR-реконструкции (многопланарное переформатирование) в трехплоскостной системе (аксиальной, сагиттальной и коронарной). Измерение общей длины ВСА было достигнуто путем установки начальной точки в месте бифуркации ОСА и конечной точки у входа в череп (каротидное отверстие). Измерения проводили по осевой линии сосуда. Длину интракраниального сегмента не оценивали, так как это не представляло практической значимости. Определяли разницу удлинения экстракраниальной части ВСА относительно максимального прямолинейного расстояния – дельту извитости. При вычислении дельты извитости ВСА использовали режим рендеринга МIP в MPR-реконструкциях и переформатированных криволинейных изображениях. Обработку и постобработку изображений проводили на специальной рабочей станции RadiAnt DICOM Viewer. Схема измерения представлена на рис. 3.

С учетом гемодинамически значимого кинкинга правой ВСА с septальным стенозом и увеличением ЛСК до 210 см/с по данным УЗДС БЦА, ранее перенесенной транзиторной ишемической атаки в бассейне правой средней мозговой артерии, сохраняющейся общемозговой неврологической симптоматики без эффекта на фоне консервативной терапии было принято решение о редрессации правой ВСА.

В предоперационном периоде проведена оценка морфологического строения правой ВСА по данным КТ-АГ БЦА. Результаты измерений представлены в табл. 1. Дельта извитости составила 19,5 мм. Определена ожидаемая степень редрессации правой ВСА.

Пациентке выполнена редрессация правой ВСА с транспозицией в «новое» устье без резекции луковицы ВСА. Достигнута максимальная прямолинейность хода

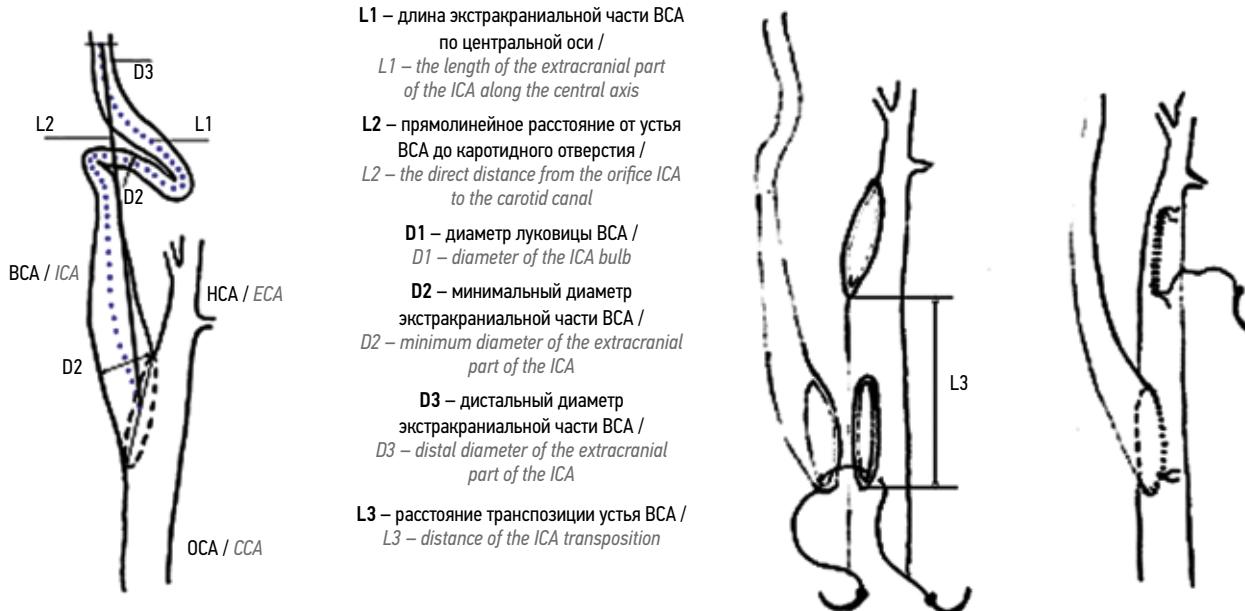


Рис. 3. Схема измерения внутренней сонной артерии по данным компьютерной томографической ангиографии брахиоцефальных артерий (слева) и схема редрессации внутренней сонной артерии с транспозицией в общую сонную артерию (справа). ВСА – внутренняя сонная артерия; ОСА – общая сонная артерия; НСА – наружная сонная артерия

Fig. 3. Internal carotid artery measurement scheme according to computed tomographic angiography of brachiocephalic arteries (left) and internal carotid artery reduction scheme with transposition into common carotid artery (right). ICA – internal carotid artery; CCA – common carotid artery; ECA – external carotid artery

Таблица 1. Результаты измерений правой внутренней сонной артерии по данным компьютерной томографической ангиографии брахиоцефальных артерий в пред- и послеоперационном периодах, мм

Table 1. Right internal carotid artery measurement results according to computed tomographic angiography of brachiocephalic arteries data in the pre- and postoperative periods, mm

Период измерения Time of measurement	L1	L2	L1–L2	D1	D2	D3
До операции Before the operation	94,2	74,7	19,5	6,76	1,76	3,80
После редрессации After redressation	–	–	–	5,22	3,62	4,60

**Примечание.** L1 – длина экстракраниальной части внутренней сонной артерии (ВСА) по центральной оси; L2 – прямолинейное расстояние от устья ВСА до каротидного отверстия; D1 – диаметр луковицы ВСА; D2 – минимальный диаметр экстракраниальной части ВСА; D3 – дистальный диаметр экстракраниальной части ВСА.

**Note.** L1 – the length of the extracranial part of the internal carotid artery (ICA) along the central axis; L2 – the direct distance from the orifice ICA to the carotid canal; D1 – diameter of the ICA bulb; D2 – minimum diameter of the extracranial part of the ICA; D3 – distal diameter of the extracranial part of the ICA.

ВСА, «старое» устье ВСА ушито непрерывным швом (рис. 4). Интраоперационно и при контрольной КТ-АГ БЦА оценена степень редрессации ВСА и выявлена ее корреляция с дельтой извитости (рис. 5).

В интраоперационном периоде у пациентки признаков нарушения мозгового кровообращения не отмечено. Период наблюдения до настоящего времени составил 740 дней: проводили анализ электронной базы обращений пациентки к специалистам и контрольные инструментальные исследования. За период наблюдения признаков острого нарушения мозгового кровообращения и транзиторных ишемических атак не обнаружено. По данным контрольных УЗДС БЦА признаков рестенозов, тромбозов и резидуальных деформаций ВСА не зафиксировано,

повышения скоростных показателей и турбулентии потока в зоне реконструкции также не выявлено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

С учетом частоты патологии сонных артерий полезно как можно тщательнее изучить анатомию этой системы. Полное изображение надаортальных стволов с помощью компьютерной или магнитно-резонансной томографии и точное знание морфологии сонных артерий могут помочь клиницистам в планировании операции и подробном анализе не только наличия выраженного стеноза и деформаций, но также аневризм и других локальных или генерализованных сосудистых аномалий [7].

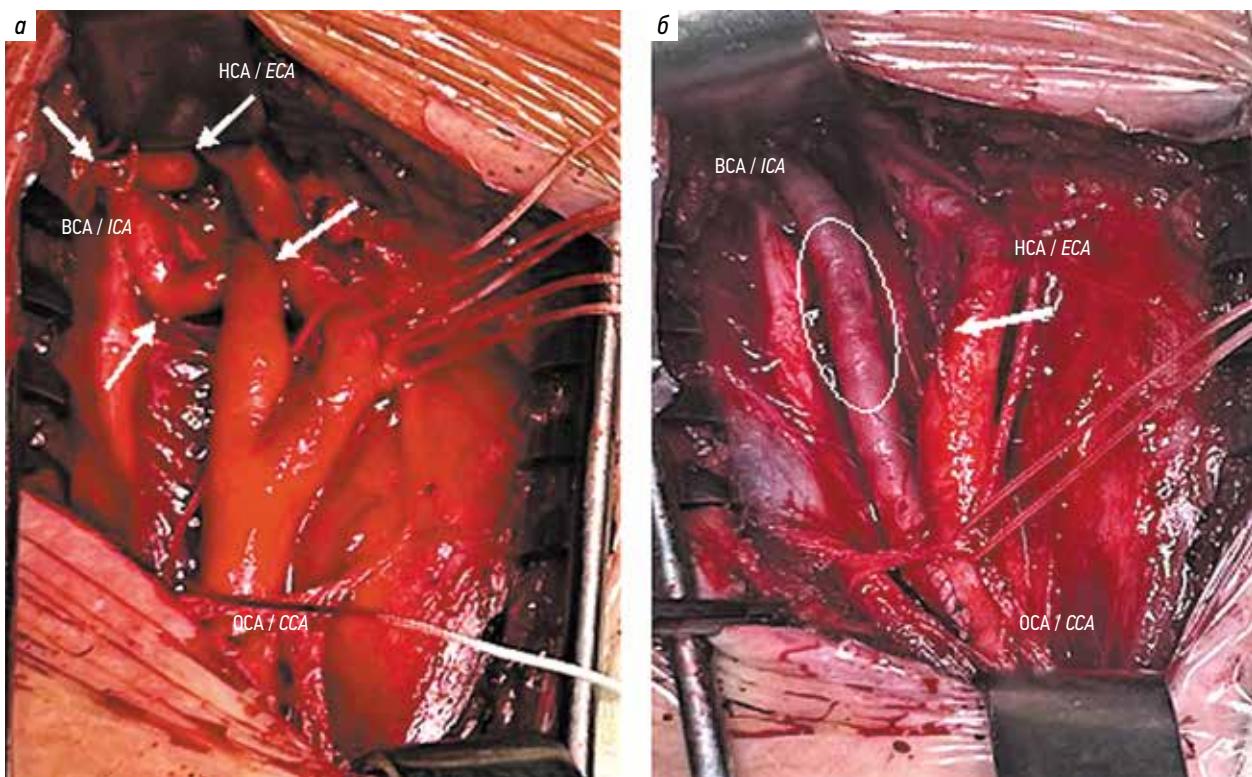


Рис. 4. Интраоперационные фотографии: а – кинкинг внутренней сонной артерии (отмечен стрелками) до реконструкции; б – состояние после редрессации внутренней сонной артерии с транспозицией в «новое» устье и ушиванием «старого» устья. Отмечены зона максимального истончения стенки после артериолиза (овал) и ушитое «старое» устье (стрелка). ОСА – общая сонная артерия; ВСА – внутренняя сонная артерия; НСА – наружная сонная артерия

Fig. 4. Intraoperative photos: a – kink of the internal carotid artery (marked with arrows) before the reconstruction with transposition into the “new” orifice and suturing of the “old” orifice. The zone of maximum thinning of the wall after arteriolysis (oval) and a bruised “old” orifice (arrow) were noted. CCA – common carotid artery; ICA – internal carotid artery; ECA – external carotid artery

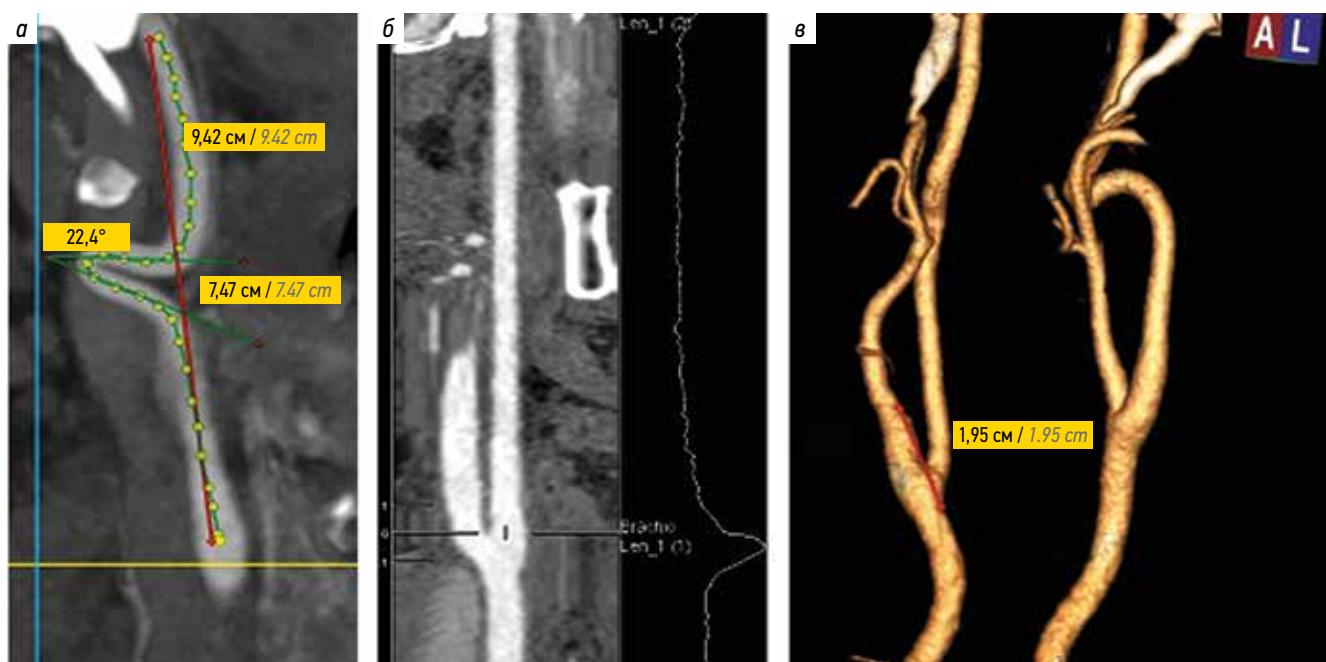


Рис. 5. Данные компьютерно-томографической ангиографии брахиоцефальных артерий (MPR- и VRT-реконструкции) до операции (а, б) и после нее (в) с указанием дельты извивности и степени транспозиции правой внутренней сонной артерии

Fig. 5. Computed tomographic angiography data of brachiocephalic arteries (MPR and VRT reconstructions) before (a, b) and after surgery (c) indicating the tortuosity delta and the degree of transposition of the right internal carotid artery

Все большее число авторов подвергают сомнению достаточность данных УЗДС при планировании хирургического лечения. КТ с введением контрастного вещества (ангиографией) является высоконформативным методом изучения состояния сонных артерий с возможностью получения изображения БЦА на всем протяжении и детальной оценки изменений [8].

Интраоперационно при выполнении тщательного артериолиза достигается полное выпрямление артерии с профилактикой резидуальных деформаций и дилатацией диаметра ВСА (см. табл. 1), что дополнитель но увеличивает перфузию головного мозга [9]. И зачастую при максимальной редрессации на уровне «старого» устья находится истонченный измененный сегмент ВСА (см. рис. 4), что может приводить к сложностям при формировании анастомоза, прорезыванию стенок и нарушению его герметичности. В таких случаях выполнение редрессации с транспозицией в «новое» устье может стать эффективной альтернативой более распространенному методу резекции с низведением ВСА и позволит сохранить нативную луковицу ВСА.

Предоперационный сайзинг по данным КТ-АГ БЦА позволяет соотнести предполагаемую длину редрессации и выраженную деформацию с минимальным диаметром артерии, чтобы определить оптимальный метод реконструкции бифуркации каротидных артерий.

При редрессации ВСА с транспозицией в «новое» устье важное значение имеет степень удлинения ВСА, поскольку длина сосуда при расправлении извитости непосредственно влияет на место формирования анастомоза.

Существует много исследований ВСА с точки зрения ее диаметра [10, 11], часто со значительно отлича-

ющимися результатами из-за использования различных методов, а также из-за выбранного целевого места измерения. Кроме того, имеются исследования с оценкой удлинения ВСА и расчетом индекса извитости. Этот показатель определяет тяжесть извитости и вычисляется по формуле: (фактическая длина/прямолинейная длина – 1) × 100. Индекс извитости используют для выявления корреляций между извитостью сосудов и другими заболеваниями [12–14]. Но ни в одном исследовании не оценивали практическую значимость для сосудистого хирурга морфологических изменений сосуда и влияние таких уточняющих данных на выбор метода хирургического лечения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью мультиспиральной компьютерной томографии мы оценивали экстракраниальную траекцию ВСА путем измерения длины (в мм), дельту извитости – как кратчайшее возможное расстояние от бифуркации до основания черепа, вычченное из длины ВСА (разница фактической длины экстракраниальной части ВСА и прямолинейной длины). На основании определения избыточного удлинения ВСА мы прогнозировали предполагаемую реконструкцию извитости сонных артерий (степень редрессации и уровень транспозиции ВСА). Подобные параметры существенно дополняют предоперационное планирование метода реконструкции, позволяют заранее оценивать и соотносить объем выделения сонных артерий, в том числе и проксимально необходимую границу ОСА, что может сократить время пережатия сонной артерии во время реконструкции и продолжительность всего вмешательства.

## Литература | References

- Шилов Р.В., Ахметов В.В., Гапизов М.С. и др. 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  
Shilov R.V., Akhmetov V.V., Gapizov M.S. et al. Surgical treatment of severe deformity of the internal carotid arteries. Regionarnoye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya = Regional blood circulation and microcirculation 2023;22(1):64–71. (In Russ.). DOI: 10.24884/1682-6655-2023-22-1-64-71
- Данилова М.А., Байдина Т.В., Каракулова Ю.В. и др. Патологическая извитость сонных артерий. Пермский медицинский журнал 2018;35(6):82–8. DOI: 10.17816/pmj35682-88  
Danilova M.A., Baidina T.V., Karakulova Yu.V. et al. Pathologic carotid arteries tortuosity. Permskiy meditsinskiy zhurnal = Perm Medical Journal 2018;35(6):82–8. (In Russ.). DOI: 10.17816/pmj35682-88
- Лукьянчиков В.А., Хасауов Р.Х., Кордонская О.О. и др. Эндо- скопически-ассистированная коррекция патологических извистостей сонных артерий. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова 2020;(2):13–20. DOI: 10.17116/hirurgia202002113  
Lukyanchikov V.A., Khasauov R.Kh., Kordonskaya O.O. et al. Endoscopy-assisted surgical treatment of carotid artery kinking. Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Pirogov Russian Journal of Surgery 2020;(2):13–20. (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202002113
- Baz R.A., Scheau C., Niscoveanu C., Bordei P. Morphometry of the entire internal carotid artery on CT angiography. Medicina (Kaunas) 2021;57(8):832. DOI: 10.3390/medicina57080832
- Родин Ю.В. Исследование потоков крови при патологической S-образной извитости сонных артерий. Міжнародний неврологічний журнал 2006;4(8):1–8. Доступно по: <http://www.mif-ua.com/archive/article/2465>  
Rodin Yu.V. Investigation of blood flows in pathological S-shaped tortuosity of the carotid arteries. Mizhnarodniy nevrolodichnyi zhurnal = International Neurological Journal 2006;4(8):1–8. (In Russ.). Available at: <http://www.mif-ua.com/archive/article/2465>
- Ballotta E., Thiene G., Baracchini C. 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;5(42):838–46; discussion 846. DOI: 10.1016/j.jvs.2005.07.034

7. Sidiq M., Scheidecker E., Potreck A. et al. Aortic arch variations and supra-aortic arterial tortuosity in stroke patients undergoing thrombectomy: retrospective analysis of 1705 cases. *Clin Neuroradiol* 2023;33(1):49–56. DOI 10.1007/s00062-022-01181-y
8. Gladstone D.J., Kapral M.K., Fang J. et al. Management and outcomes of transient ischemic attacks in Ontario. *CMAJ* 2004;170(7):1099–104. DOI: 10.1503/cmaj.1031349
9. Шилов Р.В., Ахметов В.В., Дуданов И.П. Аберрантное позадиглоточное расположение патологической деформации внутренней сонной артерии – хирургическое лечение. В сб.: Молодые исследователи – современной науке. Сборник статей III Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2022. С. 170–177.
- Shilov R.V., Akhmetov V.V., Dudanov I.P. Aberrant postaryngeal location of pathological deformity of the internal carotid artery-surgical treatment. In: Young Researchers for Modern Science. Collection of articles from the III International Scientific and Practical Conference. Petrozavodsk, 2022. Pp. 170–177. (In Russ.).
10. Spanos K., Petrocheilou G., Karathanos C. et al. Carotid bifurcation geometry and atherosclerosis. *Angiology* 2017;68(9):757–64. DOI: 10.1177/0003319716678741
11. Sun Z., Jiang D., Liu P. et al. Age-related tortuosity of carotid and vertebral arteries: quantitative evaluation with MR angiography. *Front Neurol* 2022;13:858805. DOI: 10.3389/fneur.2022.858805
12. Chen Y.C., Wei X.E., Lu J. et al. Correlation between internal carotid artery tortuosity and imaging of cerebral small vessel disease. *Front Neurol* 2020;11:567232. DOI: 10.3389/fneur.2020.567232
13. Spinardi L., Vornetti G., de Martino S. et al. Intracranial arterial tortuosity in marfan syndrome and loeys-dietz syndrome: tortuosity index evaluation is useful in the differential diagnosis. *Am J Neuroradiol* 2020;41(10):1916–22. DOI: 10.3174/ajnr.A6732
14. Wang H.F., Wang D.M., Wang J.J. et al. Extracranial internal carotid artery tortuosity and body mass index. *Front Neurol* 2017;8:508. DOI: 10.3389/fneur.2017.00508

**Вклад авторов**

Р.В. Шилов: разработка дизайна статьи, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи, подготовка таблиц и иллюстративного материала;  
 И.П. Дуданов: разработка дизайна исследования, написание текста статьи, научное редактирование и консультирование;  
 В.В. Ахметов: написание текста статьи, научное редактирование и консультирование;  
 К.В. Можаровский, М.С. Гапизов: сбор и анализ данных, стилистическая правка текста статьи;  
 М.В. Можаровская, Ю.В. Черникова: сбор и анализ данных.

**Authors' contributions**

R.V. Shilov: article design development, review of publications on the topic of the article, article writing, preparation of figures and tables;  
 I.P. Dudanov: research design development, article writing, scientific editing and consulting;  
 V.V. Akhmetov: article writing, scientific editing and consulting;  
 K.V. Mozharovsky, M.S. Gapizov: data collection and analysis, stylistic editing of the text;  
 M.V. Mozharovskaya, Yu.V. Chernikova: data collection and analysis.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

Р.В. Шилов / R.V. Shilov: <https://orcid.org/0000-0002-1421-8065>  
 И.П. Дуданов / I.P. Dudanov: <https://orcid.org/0000-0002-0629-6581>  
 В.В. Ахметов / V.V. Akhmetov: <https://orcid.org/0000-0001-7625-9156>  
 К.В. Можаровский / K.V. Mozharovsky: <https://orcid.org/0000-0002-6346-270X>  
 М.С. Гапизов / M.S. Gapizov: <https://orcid.org/0000-0002-9503-6959>  
 М.В. Можаровская / M.V. Mozharovskaya: <https://orcid.org/0000-0001-6006-0142>  
 Ю.В. Черникова / Yu.V. Chernikova: <https://orcid.org/0000-0001-7097-8379>

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

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

**Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.**

Funding. The work was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики.** Пациентка подписала информированное согласие на участие в исследовании и публикацию своих данных.

**Compliance with patient rights and principles of bioethics.** The patient gave written informed consent to participate in the study and to the publication of his data.