

Получена: 14 мая 2021 / Принята: 27 августа 2021 / Опубликовано online: 30 декабря 2021

DOI 10.34689/SH.2021.23.6.015

УДК 616.133.3-007.271

## **ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗВИТОСТЬ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ: ЭТИОЛОГИЯ, КЛИНИКА, ДИАГНОСТИКА, ЛЕЧЕНИЕ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

**Ербол К. Догалбаев**<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

**Алесандр Б. Фурсов**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6992-8646>

**Токан А. Султаналиев**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

**Ирлан Н. Сагандыков**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9597-198X>

**Серик С. Сулейменов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4103-4130>

<sup>1</sup> Национальный научный онкологический центр, Центр сосудистой хирургии, г. Нур-Султан, Республика Казахстан;

<sup>2</sup> НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

### **Резюме**

**Актуальность.** Патологическая извитость (ПИ) внутренней сонной артерии (ВСА) не редкое заболевание, не смотря на полувековую историю изучения данной нозологии, некоторые вопросы, касающиеся этиологии, клиники, диагностики и тактики лечения остаются без ответа.

**Цель.** Обзор литературы по оптимизации этиологии, клиники, диагностики и тактики лечения ПИ ВСА.

**Стратегия поиска.** В ходе изучения данной патологии был проведен поиск актуальной литературы базы данных PubMed (MEDLINE) и научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) и eLIBRARY.RU глубиной поиска 20 лет (2001–2021 гг.). В некоторых случаях есть ссылки на более ранние публикации, имеющие историческую ценность. Поиск литературы включал публикации на русском и английском языках. Всего было найдено 488 источников, из которых были отобраны 52, которые соответствуют критериям включения, и исключают газетные публикации, описание клинических случаев, тезисы, а также дублирование или повтор информации.

**Результаты.** В статье изложены основные гипотезы развития врожденных и приобретенных ПИ ВСА. Показана разнообразность клинической картины данной патологии. Представлены различные инструментальные методы диагностики ПИ ВСА, с преимуществами и недостатками каждого из них. Рассмотрена тактика лечения ПИ ВСА с современными методами реконструкции сонных артерии (СА).

**Выводы.** На сегодняшний день нет однозначного мнения по поводу этиологии. Сужение просвета в месте перегиба артерии уменьшает кровоток по ВСА и может вызывать развитие общемозговой симптоматики. Диагностика ПИ ВСА включает ультразвуковые и лучевые методы, но нет стандартизированного алгоритма методов обследования. Симптоматическую ПИ ВСА с инструментально доказанной гемодинамически значимой деформацией, следует лечить хирургическим путем. Хирургическое лечение ПИ ВСА может привести к хорошим результатам, с низкими показателями заболеваемости и смертности.

**Ключевые слова:** Патологическая извитость; внутренняя сонная артерия; хирургическое лечение.

### **Abstract**

## **DOLICHOARTERIOPATHY OF THE INTERNAL CAROTID ARTERY: ETIOLOGY, CLINICAL MANIFESTATION, DIAGNOSIS, TREATMENT. REVIEW.**

**Yerbol K. Dogalbayev**<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

**Alexander B. Fursov**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6992-8646>

**Tokan A. Sultanaliyev**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

**Irlan N. Sagandykov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9597-198X>

**Serik S. Suleimenov**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4103-4130>

<sup>1</sup> National research oncology center, Center for vascular surgery, Nur-Sultan c. Republic of Kazakhstan;

<sup>2</sup> NCJSC «Astana Medical University», Nur-Sultan c. Republic of Kazakhstan.

**Introduction.** Dolichoarteriopathy of the internal carotid artery (DICA) is not a rare disease, despite the half-century history of studying this nosology, some questions regarding the etiology, clinic, diagnosis and treatment tactics remain unanswered.

**Aim.** A review of the literature on the optimization of the etiology, clinical picture, diagnosis, and treatment tactics of DICA.

**Search strategy.** In the course of studying this pathology, a search was carried out for the current literature of the PubMed database (MEDLINE) and the scientific electronic library "CyberLeninka" (CYBERLENINKA) and eLIBRARY.RU with a search depth of 20 years (2001–2021). In some cases, there are links to earlier publications of historical value. The literature search included publications in Russian and English. A total of 488 sources were found, of which 52 were selected that meet the inclusion criteria and exclude newspaper publications, case reports, abstracts, and duplication or repetition of information.

**Results.** The article presents the main hypotheses for the development of congenital and acquired DICA. The diversity of the clinical picture of this pathology is shown. Various instrumental methods for the diagnosis of DICA are presented, with the advantages and disadvantages of each of them. The tactics of treatment of DICA with modern methods of reconstruction of the carotid artery (CA) are considered.

**Conclusions.** To date, there is no unequivocal opinion about the etiology. Narrowing of the lumen at the site of the bend of the artery reduces blood flow through the ICA and can cause the development of general cerebral symptoms. Diagnostics of DICA include ultrasound and radiation methods, but there is no standardized algorithm for examination methods. Symptomatic DICA with instrumental proven hemodynamically significant deformity should be treated surgically. Surgical treatment of DICA can lead to good results, with low morbidity and mortality.

**Keywords:** *Dolichoarteriopathy; Internal carotid artery; surgical treatment.*

Түйіндеме

## ІШКІ ҰЙҚЫ АРТЕРИЯСЫНЫҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ БҰРМАЛАНУЫ: ЭТИОЛОГИЯСЫ, КЛИНИКАСЫ, ДИАГНОСТИКАСЫ, ЕМІ. ӘДЕБИ ШОЛУ

**Ербол К. Догалбаев**<sup>1,2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8239-563X>

**Александр Б. Фурсов**<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6992-8646>

**Токан А. Султаналиев**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1732-9489>

**Ирлан Н. Сагандыков**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9597-198X>

**Серик С. Сулейменов**<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4103-4130>

<sup>1</sup> Ұлттық ғылыми онкология орталығы, Тамырлы хирургия орталығы, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы;

<sup>2</sup> КеАҚ «Астана медицина университеті», Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы.

**Кіріспе.** Ішкі ұйқы артериясының (ІҰА) патологиялық бұрмалануы (ПБ) сирек кездесетін аурулар қатарында емес, бұл нозологияның жарты ғасырлық зерттелу тарихына қарамастан, этиологиясына, клиникасына, диагностикасына және ем тактикасына қатысты кейбір сұрақтар әлі күнге дейін жауапсыз қалуда.

**Мақсат.** ІҰА ПБ этиологиясын, клиникасын, диагностикасын және емдеу тактикасын оңтайландыру бойынша әдебиеттерге шолу.

**Іздеу стратегиясы.** Осы патологияны зерттеу барысында PubMed деректер базасының (MEDLINE) және «CyberLeninka» (CYBERLENINKA) ғылыми электронды кітапханасының және eLIBRARY.RU 20 жылдық іздеу тереңдігімен (2001–2021) ағымдағы әдебиеттерге іздеу жүргізілді. Кейбір жағдайларда тарихи құндылығы бар бұрынғы басылымдарға сілтемелер бар. Әдебиеттерді іздеуге орыс және ағылшын тілдеріндегі басылымдар кірді. Барлығы 488 дереккөз табылды, оның ішінен қосу критерийлеріне сәйкес келетін және газет жарияланымдарын, жағдай туралы есептерді, тезистерді және ақпараттың қайталануын немесе қайталануын жоққа шығаратын 52 дереккөз таңдалды.

**Нәтижелері.** Мақалада туа біткен және жүре пайда болған ІҰА ПБ дамуының негізгі гипотезалары келтірілген. Бұл патологияның клиникалық көрінісінің әртүрлілігі көрсетілген. с диагностикасының әртүрлі аспаптық әдістері ұсынылған, олардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Ұйқы артериясын (КА) қалпына келтірудің заманауи әдістерімен ІҰА ПБ емдеу тактикасы қарастырылады.

**Қорытынды.** Бүгінгі күні этиология туралы біржақты пікір жоқ. Артерияның иілу орнындағы арнасының тарылуы ІҰА арқылы қан ағымын азайтады және жалпы церебральды симптомдардың дамуын тудыруы мүмкін. ІҰА ПБ диагностикасы ультрадыбыстық және радиациялық әдістерді қамтиды, бірақ зерттеу әдістерінің стандартталған алгоритмі жоқ. Аспаптық дәлелденген гемодинамикалық маңызды деформациясы бар симптоматикалық ІҰА ПБ хирургиялық жолмен емделуі керек. ІҰА ПБ-ны хирургиялық емдеу жақсы нәтижелерге әкелуі мүмкін, аурушандық пен өлім-жітім төмен.

**Негізгі сөздер:** *Патологиялық бұрмалану; ішкі ұйқы артериясы; хирургиялық ем.*

**Библиографическая ссылка:**

Догалбаев Е.К., Фурсов А.Б., Султаналиев Т.А., Сагандыков И.Н., Сулейменов С.С. Патологическая извитость внутренней сонной артерии: этиология, клиника, диагностика, лечение. Обзор литературы // Наука и Здравоохранение. 2021. 6 (Т.23). С. 130-139. doi:10.34689/SH.2021.23.6.015

Dogalbayev Ye.K., Fursov A.B., Sultanaliev T.A., Sagandykov I.N., Suleimenov S.S. Dolichoarteriopathy of the internal carotid artery: etiology, clinical manifestation, diagnosis, treatment. Review // Nauka i Zdravookhranenie [Science & Healthcare]. 2021, (Vol.23) 6, pp. 130-139. doi:10.34689/SH.2021.23.6.015

Догалбаев Е.К., Фурсов А.Б., Султаналиев Т.А., Сагандыков И.Н., Сулейменов С.С. Ішкі ұйқы артериясының патологиялық бұрмалануы: этиологиясы, клиникасы, диагностикасы, емі. Әдеби шолу // Ғылым және Денсаулық сақтау. 2021. 6 (Т.23). Б. 130-139. doi:10.34689/SH.2021.23.6.015

**Актуальность**

Патология экстракраниальных сосудов является актуальной проблемой и занимает ведущее место в структуре заболеваний, являющихся причиной развития сосудисто-мозговой недостаточности (СМН). [7] Среди причин, вызывающих нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу ПИ ВСА находится на второй позиции после атероклеротического поражения. [6] ПИ ВСА – это патологическое углообразование ВСА с нарушением локального и общемозгового кровотока, которое в определенном количестве случаев может привести к развитию острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК). [3] Распространенность ПИ ВСА по данным разных авторов, в общей популяции составляет от 10 до 40% [7, 14]. В связи с высокой заболеваемостью и инвалидностью, ОНМК остается одной из основных актуальных проблем в Республике Казахстан (РК). Поэтому одним из приоритетных направлений социальной политики в РК является борьба с ОНМК, а именно профилактика ее развития. Вопреки высокой встречаемости ПИ ВСА и

продолжительности изучения данной патологии, в настоящее время, вопрос этиологии, диагностики и тактики лечения остается нерешенным.

**Цель.** Обзор литературы по оптимизации этиологии, клиники, диагностики и тактики лечения ПИ ВСА.

**Стратегия поиска.**

В ходе изучения данной патологии был проведен поиск актуальной литературы базы данных PubMed (MEDLINE), научной электронной библиотеки «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) и eLIBRARY.RU. Учитывая недостаточную изученность данной патологии с ограниченным количеством публикации, глубина поиска составила 20 лет (2001–2021 гг.). В некоторых случаях есть ссылки на более ранние публикации, имеющих историческую ценность. *Критерии включения:* обзоры, оригинальные статьи с статистически доказанными выводами, на русском и английском языках. *Критерии исключения:* резюме докладов, газетные публикации, описание клинических случаев, тезисы, дублирование или повтор информации. Всего было найдено 488 научных публикации, из которых были отобраны 52 статьи. (Таб.1)

Таблица 1.

**Алгоритм поиска научных статей для проведения обзора литературы.**

(Table 1. Algorithm for searching scientific articles for conducting a literature review).

Научные публикации, найденные в источниках n=488		
PubMed (MEDLINE)	«КиберЛенинка» (CYBERLENINKA)	eLIBRARY.RU.
283	47	158
Исключенные повторяющиеся научные публикации (дубликаты)		
58	11	47
Оставшиеся научные публикации n=372, исключенные научные публикации n=116		
225	36	111
Исключенные научные публикации (резюме докладов, описание клинических случаев, тезисы)		
79	12	82
Оставшиеся научные публикации n=199, исключенные научные публикации n=173		
146	24	29
Исключенные научные публикации, не соответствующие тематике обзора		
115	13	19
Оставшиеся научные публикации n=52, исключенные научные публикации n=147		
Отобранные научные публикации n=52		
31	11	10

**История вопроса**

Первое описание неровности хода ВСА при вскрытии описал G.B. Morgagni в первой половине XVIII века [47]. A. Fisher в 1915 г. описал клинический случай осложнения (кровоотечение из ВСА) при проведении тонзилэктомии у пациента с ПИ ВСА с успешной остановкой кровоотечения [30]. В 1951 г. Riser M. с

соавторами связали наличие у больной головокружений, головных болей, потливости и тошноты с петлеобразной ПИ ВСА [45]. Хирургическое лечение, проведенное авторами путем распрямления петли за счет подшивания адвентиции сосуда к кивательной мышце, привела к полному купированию исходной неврологической симптоматики. В 1956 г. I.

*Hsu u A.D. Kistin* первыми выполнили редрессация ВСА, с неудачным исходом, у пациентки случился инсульт [32].

Первое успешное реконструктивное вмешательство, резекция общей сонной артерии (ОСА) с устранением ПИ ВСА была выполнена в 1958 г. *J. Quattlebaum u соавт.* [44]. *E. Hurwitt u соавт.* в 1959 г. выполнили успешную резекцию с низведением ВСА, с анастомозом «конец в конец» [33]. Впервые резекция с выпрямлением деформации ВСА и ее реимплантацией (анастомоз «конец-в-бок» в боковую стенку ОСА ниже бифуркации) была выполнена *W. Lorimer. u соав.* в 1961 г. [39]. Учитывая дегенеративные изменения стенок ВСА в области наиболее выраженной ангуляции *Паулюкас П.А. u Баркаускас Э.М.* в 1989 г. предложили применять протезирование аутоvenой [16].

### Результаты обзора.

#### Этиология.

На сегодняшний день причина развития ПИ ВСА остается не до конца изученной проблемой. ПИ ВСА бывают врожденными и приобретенными. По данным различных исследователей, ПИ ВСА является врожденной [50, 51, 38, 26]. В пользу этого свидетельствует то, что извитость ВСА тесно связана с заболеваниями соединительной ткани, особенно с синдромом Морфана, синдромом Лоеса-Диетза и нейрофиброматозом 1 типа [49]. Так же в пользу врожденности данной патологии свидетельствует генетическая ассоциация между полиморфизмом A80807T фактора транскрипции Sp4 и деформацией ВСА [1].

Теория о приобретенной этиологии ПИ ВСА заключается во влиянии определенных факторов на стенку сосуда, вызывающих ее деформацию. По утверждению *J. Olin u соавторов* атеросклеротическое поражение СА приводит к развитию необратимых изменений средней оболочки артерии и может стать причиной патологической ангуляции [41]. Так же другие исследователи показали прямую зависимость остроты угла ангуляции ВСА от уровня систолического артериального давления и возраста, что свидетельствует о приобретённости ПИ ВСА [27, 28, 10, 25, 4, 8, 21]. *Hai-Chao Han. u др.* пришли к выводу, что на появление приобретенных ПИ ВСА влияет повышение артериального давления, которое увеличивает выраженность углообразования и способствует образованию септальных стенозов на месте наиболее выраженной ангуляции [31]. В конечном итоге под воздействием выше перечисленных факторов стенки СА растягиваются с последующей деформацией и углообразованием сосуда. Так же в подтверждение выше указанной гипотезы *Yu J. u соавт.* пришли к заключению, что образование деформации ВСА, это защитная реакция организма на гипертензию, т.е. сосуд адаптируется к высокому артериальному давлению, защищая интракраниальные сосуды [51].

На развитие ПИ ВСА влияет сочетание атеросклероза и фибромышечной дисплазии. Во время гистологического исследования патологически

измененных участков СА, обнаруживают фибромышечную дисплазию, наиболее часто – фиброплазия меди. Наиболее частым признаком фиброплазии меди является дисплазия эластических волокон средней оболочки. Эластические волокна стенок артериальных сосудов местами приобретают утолщенный вид [46]. В некоторых случаях в месте деформации ВСА формируются микроаневризмы, данные формирования связаны с потерей эластических волокон [11, 12].

#### Классификация

Не существуют единой классификации деформации ВСА. Есть несколько вариантов классификации ПИ ВСА, но они отражают только форму извитости ВСА, без принятия во внимание гемодинамической значимости ангуляции сосуда. В 1965г. *J. Weibel u W. Fields* предложили классификацию ПИ ВСА, которое в настоящее время не потеряла свою актуальность и является наиболее употребляемой [48].

Выделяют три вида ПИ ВСА:

Извитость (tortuosity) – С- и S-образные удлинения ВСА;

Перегиб (kinking) – под углом 90°;

Петлеобразование (coiling) — удлинение артерии в виде петли или спирали (Рис. 1).

К сожалению, выше указанная классификация ПИ ВСА также не отражает изменение кровотока в месте наиболее выраженного углообразования.

#### Клиника

Почти в 50% случаев деформация ВСА протекает асимптомно и ПИ ВСА обнаруживается случайно во время осмотра и/или инструментальном обследовании брахиоцефальных сосудов по поводу другой патологии [4]. ПИ ВСА могут быть двусторонними, но односторонние поражения встречаются чаще [36]. На сегодняшний день нет однозначного ответа по поводу роли ПИ ВСА в патогенезе ишемии головного мозга.

По результатам исследования некоторых авторов гемодинамически значимая ПИ ВСА может быть причиной как хронической, так и острой СМН [10, 52]. Очень редко больные с ПИ ВСА предъявляют жалобы локального характера (ощущение пульсации в проекции сонных артерии, симптомы сдавления окружающих органов – дисфагия и пр.) [52].

Основные клинические проявления ПИ ВСА представлены всем спектром признаков СМН. Наблюдается клиника дисциркуляторной энцефалопатии: головная боль, снижение памяти и интеллекта, головокружение, снижение остроты зрения, шум в голове, шаткость походки, частичный или полный дефект речи [6, 10]. У детей, кроме клиники СМН заболевание характеризуется эпилептиформными припадками. Некоторые авторы отмечают прямую зависимость от остроты угла изгиба ВСА и выраженности нарушения мозгового кровообращения [9]. Соответственно у больных с острым углом патологического изгиба ВСА риск развития ишемического инсульта больше чем у больных с углом более 90° [9].

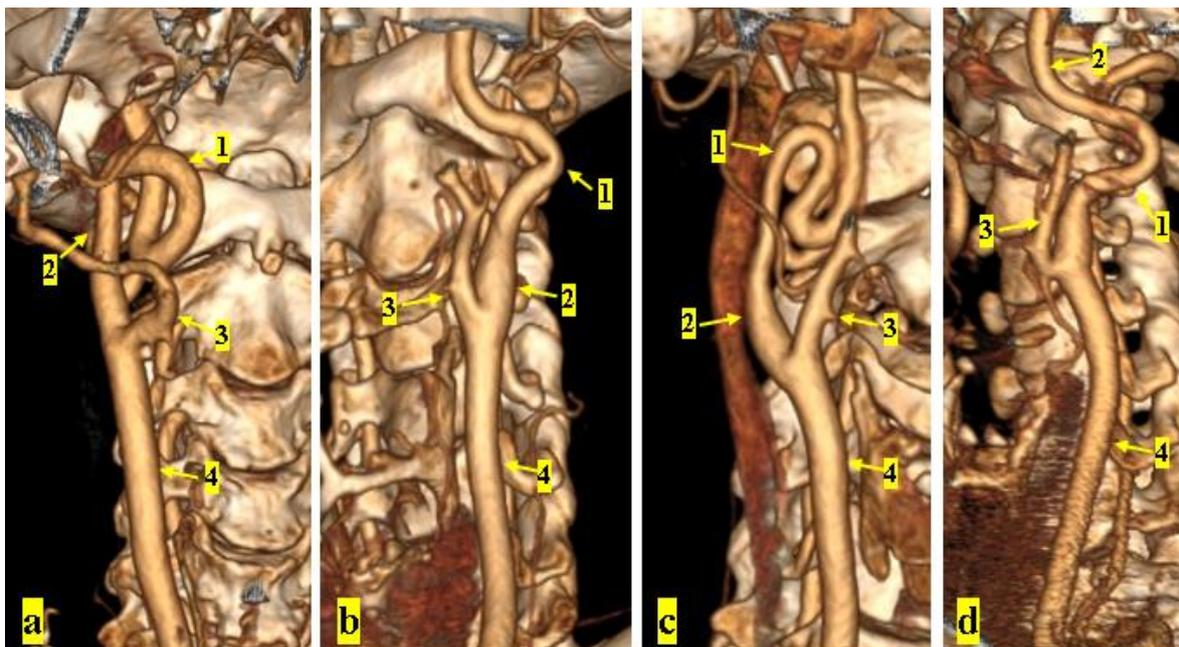


Рисунок 1. Классификация патологической извитости внутренней сонной артерии по Weibel и W. Fields (1965).  
 a – Петлеобразование (coiling), b – Перегиб (kinking);  
 c – Извитость (tortuosity) S-образная; d – Извитость (tortuosity) C-образная;  
 1 – Деформированный участок внутренней сонной артерии; 2 – Внутренняя сонная артерия;  
 3 – Наружная сонная артерия; 4 – Общая сонная артерия.

(Figure 1. Classification of dolichoarteriopathy of the internal carotid artery according to Weibel and W. Fields (1965).  
 a – Coiling, b – Kinking; c – Tortuosity (S-shaped); d – Tortuosity (C-shaped);  
 1 – Deformed portion of the internal carotid artery; 2 – Internal carotid artery;  
 3 – External carotid artery; 4 – Common carotid artery)

#### Диагностика

В настоящее время существуют несколько видов инструментальной диагностики ПИ ВСА:

- ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС);
- компьютерная томография (КТ) с контрастированием;
- магнитно-резонансная ангиография (МРА);
- каротидная ангиография (КА).

**УЗДС** - это не инвазивный, безопасный и быстрый метод визуализации, который может предоставить информацию о скоростных показателях кровотока по сонным артериям, и о прямолинейности ВСА. По данным некоторых исследований точность этого метода составляет 90% [5, 22]. Кроме первичной диагностики ПИ ВСА цветное дуплексное сканирование является надежным методом для оценки сосудов после реконструктивных операций [18].

Недостатком ультразвукового исследования является зависимость точности результатов от профессиональной подготовленности специалиста, выполняющего исследование [17].

**КТ с контрастированием и МРА.** КТ с контрастированием достигает 100% чувствительности и специфичности в диагностике ПИ ВСА [29, 37]. Более того, компьютерная постобработка снимков КТ с 3D-реконструкцией является более эффективным средством визуализации морфологических вариаций видов деформации ВСА.

Преимущества МРА в том, что метод позволяет визуализировать не только патологию сосудов, но и морфологические изменения головного мозга без применения нефротоксичного йодсодержащего

контрастного вещества и рентгеновского излучения [24, 40, 42].

Среди выше указанных методик диагностики сосудистой патологии брахиоцефальных артерий «золотым» стандартом остается КА [15, 43].

Недостатками КА являются: искаженный результат из-за наличия всего 2-х проекций; йодсодержащее контрастное вещество; рентгеновское излучение; стационарные условия; инвазивность процедуры.

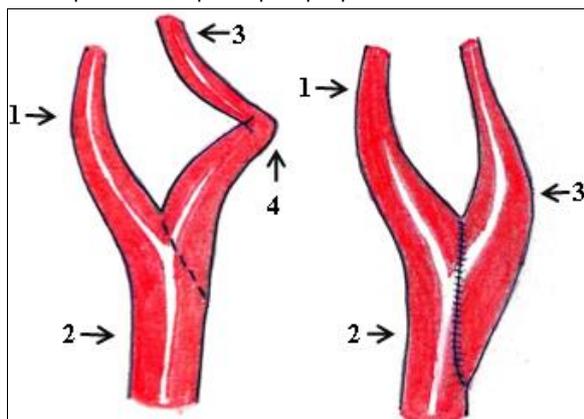
#### Лечение

В настоящий момент нет единого стандарта диагностики и тактики лечения больных с ПИ ВСА. Это связано с отсутствием многоцентрового рандомизированного исследования. *Гавриленко А.В. и др.* провели сравнение хирургического и консервативного лечения ПИ ВСА и обнаружили, что хирургическое лечение ПИ ВСА является эффективным методом предотвращения прогрессирования сосудисто-мозговой недостаточности [3]. *Ji-heng Hao и др.* пришли к выводу, что операция по поводу симптоматического перегиба ВСА является безопасной, а результаты удовлетворительны [35].

По данным некоторых авторов показаниями к оперативному лечению являются наличие доказанной по данным УЗДС гемодинамически значимая ПИ ВСА и наличие клиники СМН [2, 3, 35]. Некоторые авторы считают, что ПИ ВСА становится гемодинамически значимой при  $ЛСК_{max} > 1,5$  м/с [23, 20], другие - при  $ЛСК_{max} > 2,0$  м/с [2, 3]. Бессимптомные больные с инструментально доказанной гемодинамически значимой ПИ ВСА могут быть прооперированы в

качестве первого этапа перед обширными операциями на других органах или оперативными вмешательствами на других артериальных бассейнах [2]. Однако показания к оперативному лечению ПИ ВСА остаются спорными. Например, некоторые исследователи пришли к выводу, что нет доказательств, подтверждающих распространение этого хирургического показания на бессимптомных пациентов с ПИ ВСА [2, 3, 6, 51, 52].

При устранении патологической деформации ВСА используются несколько методик хирургической реконструкции на СА, однако в каждой клинике отдается предпочтение определенному виду реконструкции ПИ ВСА с учетом накопленного опыта. Все методы хирургического лечения выполняются через типичный доступ к СА по медиальному краю кивательной мышцы, длиной 7-13 см. Операции проводятся под интубационным наркозом или регионарной анестезией (блокада шейного сплетения) [51]. Во время пережатия СА головной мозг защищают от ишемии искусственной гипертензией, гипотермией, фармакотерапией. В очень редких случаях описаны использование временного шунта [23]. *Лемнев В. Л. и др.* пришли к выводу, что морфологические изменения сосудистой стенки при их ПИ могут повлиять на выбор способа сосудистой реконструкции [13]. Выполнение резекции ВСА в дегенеративно измененном участке ВСА с анастомозом «конец-в-конец» нецелесообразно, так как наибольшие морфологические изменения стенки артерии находятся в области извитости, а стенка ОСА и устье ВСА подвергаются меньшим морфологическим изменениям. Способ наложения проксимального анастомоза при редрессации ВСА они определяли на основании оставшегося избытка артерии: при избытке артерии 1,5-2 см отсекали у устья ВСА с редрессацией и реимплантацией в расширенное старое устье (Рис. 2). При таком виде реконструкции сохраняются геометрические параметры артерии.



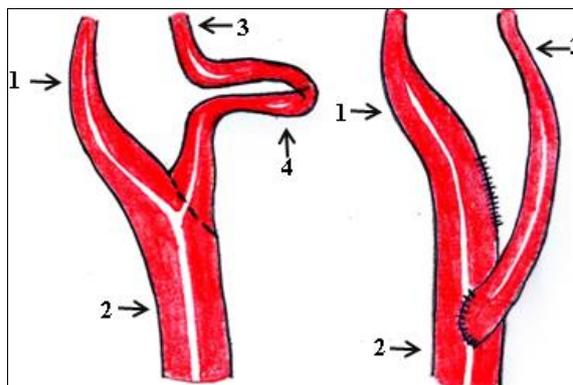
**Рисунок 2. Отсечение ВСА у устья с редрессацией и реимплантацией в расширенное старое устье.**

1 – Наружная сонная артерия; 2 – Общая сонная артерия; 3 – Внутренняя сонная артерия; 4 – Деформированный участок внутренней сонной артерии.

(Figure 2. Cutting of the ICA with redressing and reimplantation into the dilated native vascular bed.

1 – External carotid artery; 2 – Common carotid artery; 3 – Internal carotid artery; 4 – Deformed portion of the internal carotid artery).

При избытке ВСА больше 2 см выполняли транспозицию ВСА в ОСА с анастомозом «конец в бок» проксимальнее бифуркации [13] (Рис. 3).



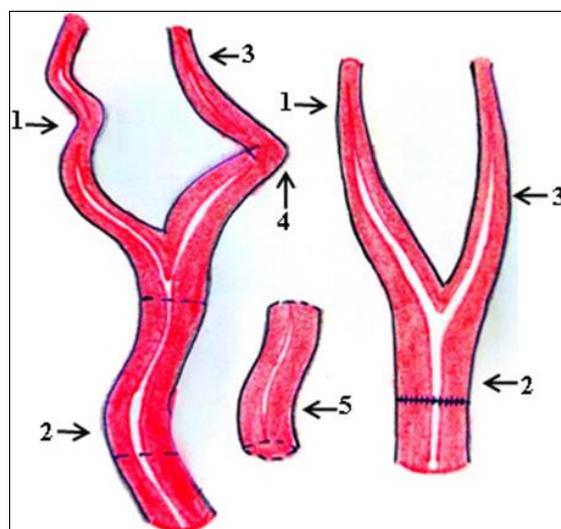
**Рисунок 3. Отсечение ВСА у устья с редрессацией и транспозицией в ОСА с анастомозом «конец в бок»**

1 – Наружная сонная артерия; 2 – Общая сонная артерия; 3 – Внутренняя сонная артерия; 4 – Деформированный участок внутренней сонной артерии.

(Figure 3. Cutting of the ICA with redressing and reimplantation into the common carotid artery with "end-to-side" anastomosis.

1 – External carotid artery; 2 – Common carotid artery; 3 – Internal carotid artery; 4 – Deformed portion of the internal carotid artery).

При сочетанных извитостях ОСА и ВСА используют следующую методику: сегментарная резекция ОСА с низведением бифуркации и формированием анастомоза ОСА «конец в конец» (Рис. 4), при высокой бифуркации ОСА и коротком стволе ИСА, последнюю лигируют [19] (Рис. 5).

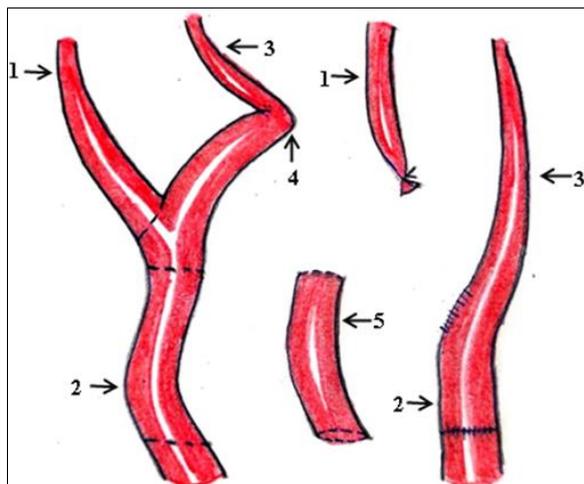


**Рисунок 4. Резекция ОСА с низведением бифуркации и анастомозом ОСА «конец в конец».**

1 – Наружная сонная артерия; 2 – Общая сонная артерия; 3 – Внутренняя сонная артерия; 4 – Деформированный участок внутренней сонной артерии; 5 – Резецированный участок ОСА;

(Figure 4. CCA resection with "end-to-end" anastomosis and bringing down the CCA bifurcation.

1 – External carotid artery; 2 – Common carotid artery; 3 – Internal carotid artery; 4 – Deformed portion of the internal carotid artery; 5 – Resected part of the CCA).



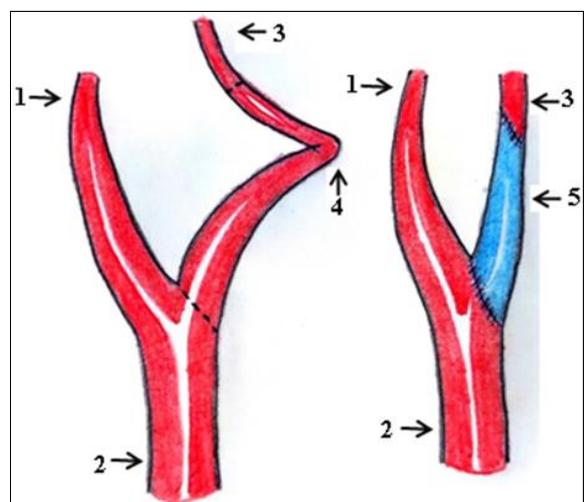
**Рисунок 5. Резекция ОСА с лигированием НСА, низведением бифуркации и анастомозом ОСА «конец в конец».**

1 – Наружная сонная артерия; 2 – Общая сонная артерия; 3 – Внутренняя сонная артерия; 4 – Деформированный участок внутренней сонной артерии; 5 – Резецированный участок ОСА;

(Figure 5. CCA resection with ECA ligation, bringing down of the bifurcation and "end-to-end" CCA anastomosis.

1 – External carotid artery; 2 – Common carotid artery; 3 – Internal carotid artery; 4 – Deformed portion of the internal carotid artery; 5 – Resected part of the CCA).

Гавриленко А. В. и др. считают, что протезирование ВСА с анастомозом «конец в конец» (Рис. 6) должны выполняться только по абсолютным показаниям, так как сопровождаются большим числом осложнений.



**Рисунок 6. Резекция деформированного участка ВСА с протезированием.**

1 – Наружная сонная артерия; 2 – Общая сонная артерия; 3 – Внутренняя сонная артерия; 4 – Деформированный участок внутренней сонной артерии; 5 – Аутовенозный протез.

(Figure 6. Resection of the deformed part of the ICA with replacement. 1 – External carotid artery; 2 – Common carotid artery; 3 – Internal carotid artery; 4 – Deformed portion of the internal carotid artery; 5 – Autovenous prosthesis).

По их данным показаниям к протезированию ВСА являются наличие микроаневризм, диаметр сосуда менее 4 мм, и невозможность расправить ротируемую

ВСА из-за фиброзно-дегенеративных изменений стенки артерий [2].

#### Вывод

ПИ ВСА встречается не так редко, их можно классифицировать по форме извитости: скручивание, перегиб, С- и S-образные извитости. Различают врожденные и приобретенные ПИ ВСА, но в настоящий момент данное разделение является условным и нет однозначного мнения по поводу этиологии. Сужение просвета в месте перегиба артерии уменьшает кровоток по ВСА и может вызывать развитие общемозговой симптоматики из-за недостаточного кровоснабжения. Инструментальная диагностика ПИ ВСА включают УЗДС, КТ с контрастированием, МРА и КА, но нет стандартизированного алгоритма методов обследования, необходимых для уточнения диагноза. Симптоматическую ПИВСА с инструментально доказанной гемодинамически значимой деформацией, следует лечить хирургическим путем. Методы хирургического лечения ПИВСА подбираются строго по показаниям в зависимости от вида деформации. Хирургическое лечение ПИВСА может привести к хорошим результатам, с низкими показателями заболеваемости и смертности. Однако, несмотря на успех хирургического лечения, показание к операции остается предметом многочисленных дискуссий из-за отсутствия многоцентрового рандомизированного исследования. Таким образом, наличие неразрешенных и спорных вопросов в этиологии, диагностике и лечебной тактике ПИ ВСА требуют дальнейшего исследования данного заболевания.

**Вклад авторов.** Все авторы в равной мере принимали участие в поиске и проведении анализа литературных источников и написании разделов статьи.

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Финансирование:** не проводилось.

**Сведения о публикации:** Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами.

#### Литература:

1. Воевода М.И., Куликов В.П., Куликов И.В., Максимов В.Н., Смирнова Ю.В. Ассоциация полиморфизма гена *Sr4* с патологической извитостью внутренних сонных артерий // Кардиология. 2009. Т.49. №7-8. С. 46-49.

2. Гавриленко А.В., Абрамян А.В., Куклин А.В., Офосу Д. Патологическая извитость внутренней сонной артерии: клиника, диагностика и хирургическое лечение // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2016. Т.9. №1. С. 29-33.

3. Гавриленко А.В., Абрамян А.В., Куклин А.В., Офосу Д. Сравнительный анализ эффективности реконструктивных операций и консервативного лечения у больных с патологической извитостью внутренней сонной артерии на основании динамики неврологического и офтальмологического статусов // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2017. Т.10. №1. С. 51-55.

4. Гавриленко А.В., Куклин А.В., Хрипов А.С., Абрамян А.В. Оценка эффективности реконструктивных операций на сонных артериях в сочетании стеноза и

патологической извитости // Ангиология и сосудистая хирургия. 2014. Т.20. №3. С. 116–122.

5. Данилова М.А., Байдина Т.В., Данилов В.Н. Дополнительные методы диагностики нестабильной атеросклеротической бляшки в сонных артериях // Ангиология и сосудистая хирургия. 2014. Т.20. №3. С. 37–39.

6. Дуванов Д.А., Куликова А.Н., Чехонацкая М.Л., Илясова Е.Б. Патологические деформации внутренней сонной артерии: современные аспекты этиологии, патогенеза, диагностики и хирургического лечения // Клиническая медицина. 2017. Т.95. №7. С. 599–606.

7. Зербино Д.Д., Кузык Ю.И. Патологические деформации сонных артерий (обзор литературы) // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2015. Т.115. №1. С. 118–123.

8. Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В., Рычкова И.В., Тарасенко Т.Д., Лазебный В.В. Сопоставление оценки данных клинико-ультразвукового исследования и данных магнитно-резонансной томографии у пациентов старшей возрастной группы с артериальной гипертензией // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. Т.7. №2. С.65–77.

9. Каплан М.Л., Бонцевич Д.Н. Влияние формы патологической извитости внутренней сонной артерии на церебральную гемодинамику // Ангиология и сосудистая хирургия. 2013. Т.19. №3. С. 102–106.

10. Каплан М.Л., Бонцевич Д.Н., Шилько С.И. Роль локальных нарушений гемодинамики при патологической извитости сонных артерий в развитии сосудистой мозговой недостаточности // Российский журнал биомеханики. 2015. Т.19. №1. С. 8–24.

11. Кузык Ю.И. Патологические деформации сонных артерий: этиология, патогенез, клинические и патоморфологические изменения // Ангиология и сосудистая хирургия. 2014. №3. С. 123–128.

12. Кузык Ю.И. Фибромышечная дисплазия внутренних сонных артерий // Патология. 2015. №1. С. 35–38.

13. Леманев В.Л., Силуянова А.С., Шамшилин А.А., Ахметов В.В. Выбор способа сосудистой реконструкции у пациентов с патологической извитостью внутренней сонной артерии // Нейрохирургия. 2014. №3. С. 42–49.

14. Медведева Л.А. и др. Анализ показателей кровотока в патологически извитых внутренних сонных артериях при их ортостатической и ротационной транспозициях // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. Т.119. №8. С. 68–74.

15. Мурадян М. В. 3D-ротационная ангиография в диагностике сонных артерий // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 2016. Т.17. №5. С. 4–10.

16. Паулюкас П.А., Баркаускас Э.М. Хирургическая техника при выпрямлении петель внутренних сонных артерий // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 1989. №12. С. 12–18.

17. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Тимина И.Е., Адырхаев З.А. Когда нужно оперировать патологическую деформацию внутренней сонной артерии? // Ангиология и сосудистая хирургия. 2010. Т.16. №4. С. 116–122.

18. Поморцев А.В., Шевелёв В.И., Багдасарян К.А. Ультразвуковая диагностика патологий сонных артерий

// Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2020. Т.10. №2. С. 195–204.

19. Силуянова, А.С., Шамшилин, А.А., Бармина, Т.Г., Леманев В.Л. Реконструктивные операции у больных с сочетанием патологической извитости общей и внутренней сонных артерий // Нейрохирургия. 2015. №2. С. 39–44.

20. Стародубцев В.Б., Карпенко А.А., Альсов С.А., с соавт. Хирургическое лечение патологической извитости внутренней сонной артерии у пациентов с сосудисто-мозговой недостаточностью // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2009. №1. С. 58–61.

21. Тухбатуллин М.Г., Галиханов В.Р., Сафиуллина Л.Р., Хамзина Ф.Т. Деформация экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий у больных с гипертонической болезнью // Практическая медицина. 2014. Т.6. №82. С. 79–82.

22. Back M.R., Wilson J.S., Rushing G., Stordahl N., Linden C., Johnson B.L., Bandyk D.F. Magnetic resonance angiography is an accurate imaging adjunct to duplex ultrasound scan in patient selection for carotid endarterectomy // Journal of Vascular Surgery. 2000. V.32. N.3. P. 429–440.

23. 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 // Journal of Vascular Surgery. 2005. V.42. N.5. P. 838–846.

24. Beeman S.C., Georges J.F., Bennett K.M. Toxicity, biodistribution, and ex vivo MRI detection of intravenously injected cationized ferritin // Magnetic resonance in medicine. 2013. V.69. N.3. P. 853–861.

25. Beigelman R., Izaguirre A.M., Robles M., Grana D.R., Ambrosio G., Milei J. Are kinking and coiling of carotid artery congenital or acquired? // Angiology. 2010. V.61. N.1. P. 107–112.

26. Callewaert B.L., Willaert A., Kerstjens-Frederikse W.S. et al. Arterial tortuosity syndrome: clinical and molecular findings in 12 newly identified families // Human mutation. 2008. N. 29. P. 150–158.

27. Choudhry F.A., Grantham J.T., Rai A.T., Hogg J.P. Vascular geometry of the extracranial carotid arteries: an analysis of length, diameter, and tortuosity // Journal of neurointerventional surgery. 2016. V.8. N.5. P. 536–540.

28. Diedrich K.T., et al. Validation of an arterial tortuosity measure with application to hypertension collection of clinical hypertensive patients // BMC Bioinformatics. 2011. V.12. N.10. P. 1–12.

29. Ekici F. et al. Course anomalies of extracranial internal carotid artery and their relationship with pharyngeal wall: an evaluation with multislice CT // Surgical and radiologic anatomy. 2012. V.34. N.7. P. 625–631.

30. Fisher A.G.T. Sigmoid tortuosity of the internal carotid artery and its relation to tonsil and pharynx // Lancet. 1915. N.2. P. 128–130.

31. Hai-Chao Han. Twisted blood vessels: symptoms, etiology and biomechanical mechanisms // Journal of vascular research. 2012. V.49. N.3. P. 185–197.

32. HSU I., KISTIN A. D. Buckling of the great vessels: a clinical and angiocardiographic study // AMA archives of internal medicine. 1956. V.98. N.6. P. 712–719.

33. Hurwitt E.S., Carton C.A., Fell S.C. et al. Critical evaluations and surgical corrections of obstructions in the branches and aortic arch // *Ann. Surg.* 1960. V.152. N.3. P. 472-484.
34. Illuminati G., Ricco J.B., Calò F.G., et al. Results in a consecutive series of 83 surgical corrections of symptomatic stenotic kinking of the internal carotid artery // *Surgery.* 2008. V.143. N.1. P. 134-139.
35. Ji-heng Hao, Li-yong Zhang, Kai Lin, Wei-dong Liu, et al. Surgical Revascularization of Symptomatic Kinking of the Internal Carotid Artery // *Vascular and Endovascular Surgery.* 2016. V.50. N.7. P. 470-474.
36. Jinlu Yu, Lai Qu, Baofeng Xu, Shouchun Wang, Chao Li, Xan Xu, et al. Current Understanding of Dolichoarteriopathies of the Internal Carotid Artery: A Review. *International Journal of Medical Sciences.* 2017. N.14. P. 772-784.
37. Josephson S.A., et al. Evaluation of carotid stenosis using CT angiography in the initial evaluation of stroke and TIA // *Neurology.* 2004. N.63. P. 457-460.
38. La Barbera G., La Marca G., Martino A. et al. Kinking, coiling, and tortuosity of extracranial internal carotid artery: is it the effect of a metaplasia // *Surgical and Radiologic Anatomy.* 2006. V.28. N.6. P. 573-580.
39. Lorimer W.S. Internal carotid artery angioplasty // *Surgery, gynecology & obstetrics.* 1961. N. 113. P. 783-784.
40. Oguz E.G. et al. Lack of nephrotoxicity of gadopentetate dimeglumine-enhanced non-vascular MRI and MRI without contrast agent in patients at high-risk for acute kidney injury // *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research.* 2013. N.19. P. 942.
41. Olin J.W. Atherosclerotic renal and carotid artery disease // *Cardiology clinics.* 2002. N. 20. P. 547-562.
42. Olmaz R. et al. Does the MRI or MRI contrast medium gadopentetate dimeglumine change the oxidant and antioxidant status in humans? // *Acta Radiologica.* 2013. V.54. N.1. P. 30-34.
43. Ota H. et al. Quantitative vascular measurements in arterial occlusive disease // *Radiographics.* 2005. V.25. №5. P. 1141-1158.
44. Quattlebaum J.K., Wade J.S., Whiddon C.M. Stroke associated with elongation and kinking of the carotid artery: long-term follow-up // *Annals of surgery.* 1973. V.177 N.5. P. 572-579.
45. Riser M., Gerard J., Ribaut L. Dolichocarotide interne avec syndrome vertigineux // *Revue neurologique.* 1951. V.85. N.2. P. 145-147.
46. Sethi S.S., Lau J.F., Godbold J., Gustavson S., Olin J.W. The S curve: a novel morphological finding in the internal carotid artery in patients with fibromuscular dysplasia // *Vascular Medicine.* 2014. V.19. N.5. P. 356-362.
47. Shifrin E.G., Barkauskas E.M., Pauliukas P., et al. Clinical relevance of redundant carotid arteries // In *Cerebral Revascularisation: Med-Orion Publishing Company.* 1983. P. 379–393.
48. Weibel J., Fields W.S., Tortuosity, coiling and kinking of the internal carotid artery. Etiology and radiographic anatomy // *Neurology.* 1965. N.15. P. 7-18.
49. Welby J.P. et al. Carotid artery tortuosity is associated with connective tissue diseases // *American Journal of Neuroradiology.* 2019. V.40. N.10. P. 1738-1743.
50. Yildiz S. et al. Concurrence of the tortuosity of bilateral common and left internal carotid arteries in a case with common origin of the innominate trunk and left common carotid artery // *Surgical and radiologic anatomy.* 2010. V.32. N.8. P. 797-799.
51. Yu J. et al. Current understanding of dolichoarteriopathies of the internal carotid artery: A review // *International journal of medical sciences.* 2017. V.14. N.8. P. 772-784.
52. Zenteno M. et al. Clinical implications of internal carotid artery tortuosity, kinking and coiling: a systematic review // *Romanian Neurosurgery.* 2014. P. 50-59.

#### References (1-21):

1. Voevoda M.I., Kulikov V.P., Kulikov I.V., Maksimov V.N., Smirnova Yu.V. Assotsiatsiya polimorfizma gena Sp4 s patologicheskoi izvitost'yu vnutrennikh sonnykh arterii [Association of Sp4 gene polymorphism with pathological tortuosity of the internal carotid arteries]. *Kardiologiya [Cardiology].* 2009. T.49. №7-8. pp. 46-49 [in Russian].
2. Gavrilenko A.V., Abramyan A.V., Kuklin A.V., Ofosu D. Patologicheskaya izvitost' vnutrennei sonnoi arterii: klinika, diagnostika i khirurgicheskoe lechenie [Pathological tortuosity of the internal carotid artery: clinical picture, diagnosis and surgical treatment]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya [Cardiology and Cardiovascular Surgery].* 2016. T.9. №1. pp. 29-33 [in Russian].
3. Gavrilenko A.V., Abramyan A.V., Kuklin A.V., Ofosu D. Sravnitel'nyi analiz effektivnosti rekonstruktivnykh operatsii i konservativnogo lecheniya u bol'nykh s patologicheskoi izvitost'yu vnutrennei sonnoi arterii na osnovanii dinamiki nevrogicheskogo i oftalmologicheskogo statusov [Comparative analysis of the effectiveness of reconstructive operations and conservative treatment in patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery based on the dynamics of neurological and ophthalmological status]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya [Cardiology and Cardiovascular Surgery].* 2017. T.10. №1. pp. 51-55 [in Russian].
4. Gavrilenko A.V., Kuklin A.V., Khripkov A.S., Abramyan A.V. Otsenka effektivnosti rekonstruktivnykh operatsii na sonnykh arteriyakh v sochetanii stenoza i patologicheskoi izvitosti [Evaluation of the effectiveness of reconstructive operations on the carotid arteries in combination of stenosis and pathological tortuosity]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya [Angiology and Vascular Surgery].* 2014. T.20. №3. pp. 116–122 [in Russian].
5. Danilova M.A., Baidina T.V., Danilov V.N. Dopolnitel'nye metody diagnostiki nestabil'noi ateroskleroticheskoi blyashki v sonnykh arteriyakh [Additional diagnostic methods for unstable atherosclerotic plaque in the carotid arteries]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya [Angiology and Vascular Surgery].* 2014. T.20. №3. pp. 37–39 [in Russian].
6. Duvanov D.A., Kulikova A.N., Chekhonatskaya M.L., Ilyasova E.B. Patologicheskie deformatsii vnutrennei sonnoi arterii: sovremennyye aspekty etiologii, patogenez, diagnostiki i khirurgicheskogo lecheniya [Pathological deformities of the internal carotid artery: modern aspects of etiology, pathogenesis, diagnosis and surgical treatment]. *Klinicheskaya meditsina [Clinical medicine].* 2017. T.95. №7. pp. 599-606 [in Russian].

7. Zerbino D.D., Kuzyk Yu.I. Patologicheskie deformatsii sonnykh arterii (obzor literatury) [Pathological deformities of the carotid arteries (literature review)]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov]. 2015. T.115. №1. pp. 118-123 [in Russian].
8. Zubarev A.R., Krivosheeva N.V., Rychkova I.V., Tarasenko T.D., Lazebnyi V.V. Sopostavlenie otsenki dannykh kliniko-ul'trazvukovogo issledovaniya i dannykh magnitno-rezonansnoi tomografii u patsientov starshei vozrastnoi gruppy s arterial'noi gipertenziei [Comparison of the evaluation of clinical ultrasound data and magnetic resonance imaging data in patients of the older age group with arterial hypertension]. *Rossiiskii elektronnyi zhurnal luchevoi diagnostiki* [Russian electronic journal of radiation diagnostics]. 2017. T.7. №2. pp.65-77 [in Russian].
9. Kaplan M.L., Bontsevich D.N. Vliyanie formy patologicheskoi izvitosti vnutrennei sonnoi arterii na tserebral'nyuyu gemodinamiku [Influence of the form of pathological tortuosity of the internal carotid artery on cerebral hemodynamics]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2013. T.19. №3. pp. 102–106 [in Russian].
10. Kaplan M.L., Bontsevich D.N., Shil'ko S.I. Rol' lokal'nykh narushenii gemodinamiki pri patologicheskoi izvitostisonnykh arterii v razvitii sosudistoi mozgovoii nedostatochnosti [The role of local hemodynamic disorders in pathological tortuous arteries in the development of cerebrovascular insufficiency]. *Rossiiskii zhurnal biomekhaniki* [Russian Journal of Biomechanics]. 2015. T.19. №1. pp. 8-24 [in Russian].
11. Kuzyk Yu.I. Patologicheskie deformatsii sonnykh arterii: etiologiya, patogenez, klinicheskie i patomorfologicheskie izmeneniya [Pathological deformities of the carotid arteries: etiology, pathogenesis, clinical and pathomorphological changes]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2014. №3. pp. 123-128 [in Russian].
12. Kuzyk Yu.I. Fibromyshechnaya displaziya vnutrennikh sonnykh arterii [Fibromuscular dysplasia of the internal carotid arteries]. *Patologiya* [Pathology]. 2015. №1. pp. 35-38 [in Russian].
13. Lemenev V.L., Siluyanova A.S., Shamshilin A.A., Akhmetov V.V. Vybora sposoba sosudistoi rekonstruktsii u patsientov s patologicheskoi izvitost'yu vnutrennei sonnoi arterii [The choice of the method of vascular reconstruction in patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery]. *Neirokhirurgiya* [Neurosurgery]. 2014. №3. pp. 42-49 [in Russian].
14. Medvedeva L.A., et al. Analiz pokazatelei krovotoka v patologicheskii izvitykh vnutrennikh sonnykh arteriyakh pri ikh ortostaticheskoi i rotatsionnoi transpozitsiyakh [Analysis of blood flow parameters in pathologically tortuous internal carotid arteries during their orthostatic and rotational transpositions]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov]. 2019. T.119. №8. pp. 68-74 [in Russian].
15. Muradyan M.V. 3D-rotatsionnaya angiografiya v diagnostike sonnykh arterii [3D rotary angiography in the diagnosis of carotid arteries]. *Byulleten' NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolovaniya* [Bulletin NTSSKh them. A.N. Bakuleva RAMS. Cardiovascular diseases]. 2016. T.17. №5. pp. 4-10 [in Russian].
16. Paulyukas P.A., Barkauskas E.M. Khirurgicheskaya tekhnika pri vypryamlenii petel' vnutrennikh sonnykh arterii [Surgical technique for straightening the loops of the internal carotid arteries]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* [Surgery. Journal named after N.I. Pirogov]. 1989. №12. pp. 12-18 [in Russian].
17. Pokrovskii A.V., Beloyartsev D.F., Timina I.E., Adyrkhaev Z.A. Kogda nuzhno operirovat' patologicheskuyu deformatsiyu vnutrennei sonnoi arterii? [When is it necessary to operate on a pathological deformation of the internal carotid artery?]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Angiology and Vascular Surgery]. 2010. T.16. №4. pp. 116–122 [in Russian].
18. Pomortsev A.V., Shevel'ev V.I., Bagdasaryan K.A. Ul'trazvukovaya diagnostika patologii sonnykh arterii [Ultrasound diagnostics of pathologies of the carotid arteries]. *Rossiiskii elektronnyi zhurnal luchevoi diagnostiki* [Russian electronic journal of radiation diagnostics]. 2020. T.10. №2. pp. 195-204 [in Russian].
19. Siluyanova, A.S., Shamshilin, A.A., Barmina, T.G., Lemenev V.L. Rekonstruktivnye operatsii u bol'nykh s sochetaniem patologicheskoi izvitosti obshchei i vnutrennei sonnykh arterii [Reconstructive surgery in patients with a combination of pathological tortuosity of the common and internal carotid arteries]. *Neirokhirurgiya* [Neurosurgery]. 2015. №2. pp. 39-44 [in Russian].
20. Starodubtsev V.B., Karpenko A.A., Al'sov S.A., s soavt. Khirurgicheskoe lechenie patologicheskoi izvitosti vnutrennei sonnoi arterii u patsientov s sosudistomozgovoi nedostatochnost'yu [Surgical treatment of pathological tortuosity of the internal carotid artery in patients with cerebrovascular insufficiency]. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya* [Circulatory pathology and cardiac surgery]. 2009. №1. pp. 58–61 [in Russian].
21. Tukhbatullin M.G., Galikhanov V.R., Safiullina L.R., Khamzina F.T. Deformatsiya ekstrakranial'nykh otdelov brachiosefal'nykh arterii u bol'nykh s gipertonicheskoi bolezn'yu [Deformation of the extracranial sections of the brachiocephalic arteries in patients with essential hypertension]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical medicine]. 2014. T.6. №82. pp. 79–82 [in Russian].

**Контактная информация:**

**Догалбаев Ербол Кайратбекович** – докторант специальности «Медицина», НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

**Почтовый адрес:** Республика Казахстан, 010000, г. Нур-Султан, ул. ул. Бейбитшилик 49 а.

**E-mail:** dek08.09.89@gmail.com

**Телефон:** +77475080989