

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

ПРОФИЛАКТИКА ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА У БОЛЬНЫХ С ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗВИТОСТЬЮ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Гавриленко А.В.^{1,2}, Кочетков В.А.¹, Куклин А.В.¹, Абрамян А.В.^{1,2}, Аль-Юсеф Н.Н.¹, Попов С.О.¹, Яхин Р.М.³

¹ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

На сегодняшний день не проведено ни одного многоцентрового рандомизированного клинического исследования эффективности и безопасности хирургического лечения пациентов с патологической извитостью (ПИ) внутренней сонной артерии (ВСА).

Цель исследования: изучить эффективность и безопасность хирургического лечения больных с ПИ ВСА на основе длительного наблюдения пациентов после операции

Материал и методы. В исследование включено 115 пациентов (38 (33%) мужчин и 77 (67%) женщин) с ПИ ВСА в возрасте от 35 до 72 лет (средний возраст $54,2 \pm 7,5$ года). 9 пациентов были бессимптомные, 27 пациентов перенесли транзиторную ишемическую атаку (ТИА), 50 пациентов имели признаки хронического цереброваскулярного заболевания (ЦВЗ), 29 пациентов перенесли ишемический инсульт (ИИ). Резекция ВСА с низведением устья (группа I) выполнена 61 (53%) пациенту, и 54 (47%) больным проведено протезирование ВСА (группа II). Пациенты наблюдались в течение 5 лет после проведения операции.

Результаты. В качестве операционных осложнений у одного пациента отмечена ТИА, у 5 пациентов преходящие поражения черепных нервов. В течение 5 лет наблюдения ни у одного из пациентов не отмечено развития ТИА, ИИ или других сосудистых событий. В раннем операционном периоде не отмечено существенных различий по эффективности между группами пациентов. В отдаленном периоде (через 5 лет после операции) отмечена более высокая частота бессимптомных пациентов в I группе.

Заключение. Резекция и протезирование ПИ ВСА являются безопасным и эффективным методом хирургического лечения. Необходимо многоцентровое рандомизированное исследование по оценке эффективности хирургического лечения ПИ ВСА в сравнении с консервативным ведением пациентов.

Ключевые слова: патологическая извитость внутренней сонной артерии; хроническое цереброваскулярное заболевание; ишемический инсульт; хирургическое лечение больных с патологической извитостью сонных артерий.

Для цитирования: Гавриленко А.В., Кочетков В.А., Куклин А.В., Абрамян А.В., Аль-Юсеф Н.Н., Попов С.О., Яхин Р.М. Профилактика ишемического инсульта у больных с патологической извитостью внутренней сонной артерии. *Российский неврологический журнал*. 2023;28(1):47–53. DOI 10.30629/2658-7947-2023-28-1-47-53

Для корреспонденции: Кочетков Василий Андреевич, e-mail: vasilyxo@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Информация об авторах

Гавриленко А.В., <https://orcid.org/0000-0001-7267-7369>

Кочетков В.А., <https://orcid.org/0000-0003-1410-839X>; e-mail: vasilyxo@mail.ru

Куклин А.В., <https://orcid.org/0000-0002-9230-0304>

Абрамян А.В., <https://orcid.org/0000-0003-1091-2639>

Аль-Юсеф Н.Н., <https://orcid.org/0000-0003-3891-1099>

Попов С.О., <https://orcid.org/0000-0002-4488-1597>

Яхин Р.М., <https://orcid.org/0000-0002-6285-4402>

PREVENTION OF ISCHEMIC STROKE IN PATIENTS WITH PATHOLOGICAL TORTUOSITY OF THE INTERNAL CAROTID ARTERY

Gavrilenco A.V.^{1,2}, Kochetkov V.A.¹, Kuklin A.V.¹, Abramyan A.V.^{1,2}, Al-Yousef N.N.¹, Popov S.O.¹, Yakhin R.M.³

¹Federal State University “Russian Scientific Center for Surgery named after Academician B.V. Petrovsky”, Moscow, Russia

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

³Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

Abstract

No multicenter randomized clinical trial has been conducted worldwide to date on indications, types of surgery and their comparison with conservative treatment in patients with PI BSA.

Aims: of the study is to improve the results of surgical treatment in patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery

Material and methods. The study included 115 patients (38 (33%) men and 77 (67%) women) with PI ICA aged 35 to 72 years (average age 54.2 ± 7.5 years) divided into 2 groups. 61 patients (53%) of group I underwent BSA resection

with lower mouth and 54 patients (47%) of group II underwent BSA prosthetics. Depending on the degree of neurological disorders, patients were distributed according to the classification of A.V. Pokrovsky.

Results. In patients with CMHI, the clinical effect was due to the absence of cerebrospinal and focal neurological symptoms. As a result of surgical treatment of PI BSA in group I, a clinical effect was achieved in 54 (89%) patients. In group II, regression of clinical-neurological symptoms was observed in 40 (74%) patients.

Conclusions. Resection and prosthetics of BSA PI in order to stop neurological symptoms and prevent ischemic stroke in patients with this pathology is a safe and effective method of surgical treatment.

Key words: pathological crimping of internal carotid artery; cerebral insufficiency; ischemic stroke; surgical treatment of patients with pathological tortuosity carotid artery.

For citation: Gavrilenko A.V., Kochetkov V.A., Kuklin A.V., Abramyan A.V., Al-Yousef N.N., Popov S.O., Yakhin R.M. Prevention of ischemic stroke in patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery. *Russian Neurological Journal (Rossijskij Nevrologicheskij Zhurnal)*. 2023;28(1):47–53. (In Russian). DOI 10.30629/2658-7947-2023-28-1-47-53

For correspondence: Kochetkov Vasily A., e-mail: vasilyxo@mail.ru

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

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Information about authors

Gavrilenko A.V., <https://orcid.org/0000-0001-7267-7369>

Kochetkov V.A. <https://orcid.org/0000-0003-1410-839X>; e-mail: vasilyxo@mail.ru

Kuklin A.V., <https://orcid.org/0000-0002-9230-0304>

Abramyan A.V., <https://orcid.org/0000-0003-1091-2639>

Al-Yousef N.N., <https://orcid.org/0000-0003-3891-1099>

Popov S.O., <https://orcid.org/0000-0002-4488-1597>

Yakhin R.M., <https://orcid.org/0000-0002-6285-4402>

Received 17.05.2022

Accepted 19.11.2022

Сокращения: ВСА — внутренняя сонная артерия; ИИ — ишемический инсульт; КШОПС — краткая шкала оценки психического статуса; ЛСК — линейная скорость кровотока; ПИ — патологическая извитость; ТИА — транзиторная ишемическая атака; ЦВЗ — цереброваскулярные заболевания.

Патология сонных артерий занимает значимое место в структуре заболеваний, вызывающих недостаточность кровообращения головного мозга, сетчатки и зрительного нерва [1–4]. Патологическая извитость (ПИ) внутренних сонных артерий (ВСА) обнаруживается в ходе ангиографии в 10–43% случаев [5]. Остаются открытыми некоторые вопросы, касающиеся распространенности, этиологии, диагностики, тактики лечения и роли ПИ ВСА в развитии цереброваскулярных болезней [6–8]. До конца остается не изучена связь между ПИ ВСА и такими заболеваниями, как атеросклероз и артериальная гипертензия [9–12].

ПИ ВСА наиболее часто встречающаяся патология среди всех деформаций брахиоцефальных артерий. В 1951 г. М.М. Riser впервые отметил связь церебральной ишемии с патологической извитостью и удлинением сонных артерий [13]. С целью нормализации мозгового кровообращения им была предложена хирургическая коррекция данной патологии [14]. Несмотря на значительное количество исследований по данной теме, роль ПИ ВСА в патогенезе ишемии головного мозга изучена недостаточно [15, 16]. Гемодинамически значимая ПИ ВСА встречается в 10–15% случаев среди пациентов с проявлениями недостаточности мозгового кровообращения [17,

18]. В 8,6% наблюдений выявляется сочетание патологической извитости ВСА и общей сонной артерии. В таком случае даже гемодинамически незначимая извитость ВСА может привести к развитию симптомов нарушения мозгового кровообращения [19].

Почти в половине случаев патология сонных артерий протекает бессимптомно, и ПИ обнаруживается случайно при осмотре или дуплексном сканировании сонных артерий [6, 20]. Гемодинамически значимая ПИ ВСА может приводить как к хроническим цереброваскулярным заболеваниям (ЦВЗ), так и к острым нарушениям мозгового кровообращения [18, 21–24]. Большое значение имеет острота угла изгиба сонной артерии; наибольшая частота встречаемости ишемического инсульта (ИИ) наблюдается среди пациентов с углом патологического изгиба 60° и менее; при увеличении остроты угла поворота от 60° до 30° потеря давления на участке изгиба увеличивается в 3 раза — от 509 до 1466 Па [25]. В сосудах с углом изгиба 90° и более гемодинамика зависит от неровности ВСА, возникающей из-за атеросклероза, артериальной гипертензии или сахарного диабета [26–29].

Материал и методы. В Российском научном центре хирургии (РНЦХ) им. Б.В. Петровского в отделении сосудистой хирургии наблюдалось 115 пациентов — 38 (33%) мужчин и 77 (67%) женщин в возрасте от 35 до 72 лет (средний возраст 54,2 ± 7,5 года) с ПИ ВСА. Девять пациентов были бессимптомные до операции, 27 пациентов перенесли транзиторную ишемическую атаку (ТИА), 50 пациентов имели ассоциированные с ПИ ВСА церебральные жалобы и неврологические нарушения (хроническое

ЦВЗ), 29 пациентов перенесли ИИ. У пациентов, перенесших ТИА или ИИ, проводились дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий, КТ-ангиография экстра- и интракраниальных артерий. У всех пациентов, перенесших ТИА или ИИ, не было выявлено возможных сопутствующих причин нарушения мозгового кровообращения, таких как тромбоз или диссекция ВСА. Атеротромботический патогенез инсульта был исключен, так как в группу наблюдения вошли пациенты с изолированной ПИ ВСА без атеросклеротического стеноза ВСА и церебральных артерий. Кардиоэмболический тип инсульта был исключен на основе тщательного кардиологического обследования, включая холтеровское мониторирование ЭКГ. Согласно классификации А.В. Покровского, пациенты были разделены соответственно на 4 степени сосудисто-мозговой недостаточности: 1-я степень — бессимптомное течение, 2-я степень — ТИА, 3-я степень — хроническое ЦВЗ, 4-я степень — перенесенный ИИ [30].

С учетом национальных рекомендаций по ведению больных с сосудистой артериальной патологией хирургическое лечение проводилось больным с доказанной гемодинамически значимой ПИ ВСА. Для этого определялся градиент скорости кровотока путем измерения линейной скорости кровотока (ЛСК) в изгибе ВСА и определения скорости кровотока в ВСА до уровня извитости. Отношение ЛСК в изгибе ВСА к ЛСК до деформации ВСА и есть градиент [31, 32]. Также оценивался характер кровотока в зоне

извитости ВСА. При наличии турбулентного кровотока и градиенте 2,5 и более патологическая извитость является гемодинамически значимой [33, 34]. Бессимптомные пациенты оперировались при наличии доказанной гемодинамически значимой ПИ ВСА перед предстоящим хирургическим лечением на других артериальных бассейнах или обширных операциях на других органах. Больные, перенесшие ТИА, ИИ или имеющие хроническое ЦВЗ, были оперированы при наличии соответствующих неврологических симптомов и наличии гемодинамически значимой ПИ ВСА.

В зависимости от показаний 61 (53%) пациенту (группа I) проводилась резекция ВСА с низведением устья и 54 пациентам (47%) (группа II) выполнено протезирование ВСА. Группы пациентов не отличались по тяжести состояния и перенесенным ТИА и ИИ; в группе I исходно было 4 (6%) бессимптомных пациента, 15 (25%) пациентов с ТИА, 26 пациентов с хроническим ЦВЗ, 16 (26%) пациентов с ранее перенесенным ИИ. В группе II до операции было 5 (9%) бессимптомных пациентов, 12 (23%) пациентов с ТИА, 24 (44%) пациента с хроническим ЦВЗ, 13 (24%) пациентов с перенесенным ИИ. Пациенты I и II групп не отличались ($p > 0,05$) по наличию и степени когнитивных нарушений, оцениваемых по краткой шкале оценки психического статуса (КШОПС). Пациенты I и II групп, перенесшие ИИ, не отличались по степени функциональных нарушений, оцениваемых по шкале Рэнкина ($p > 0,05$).

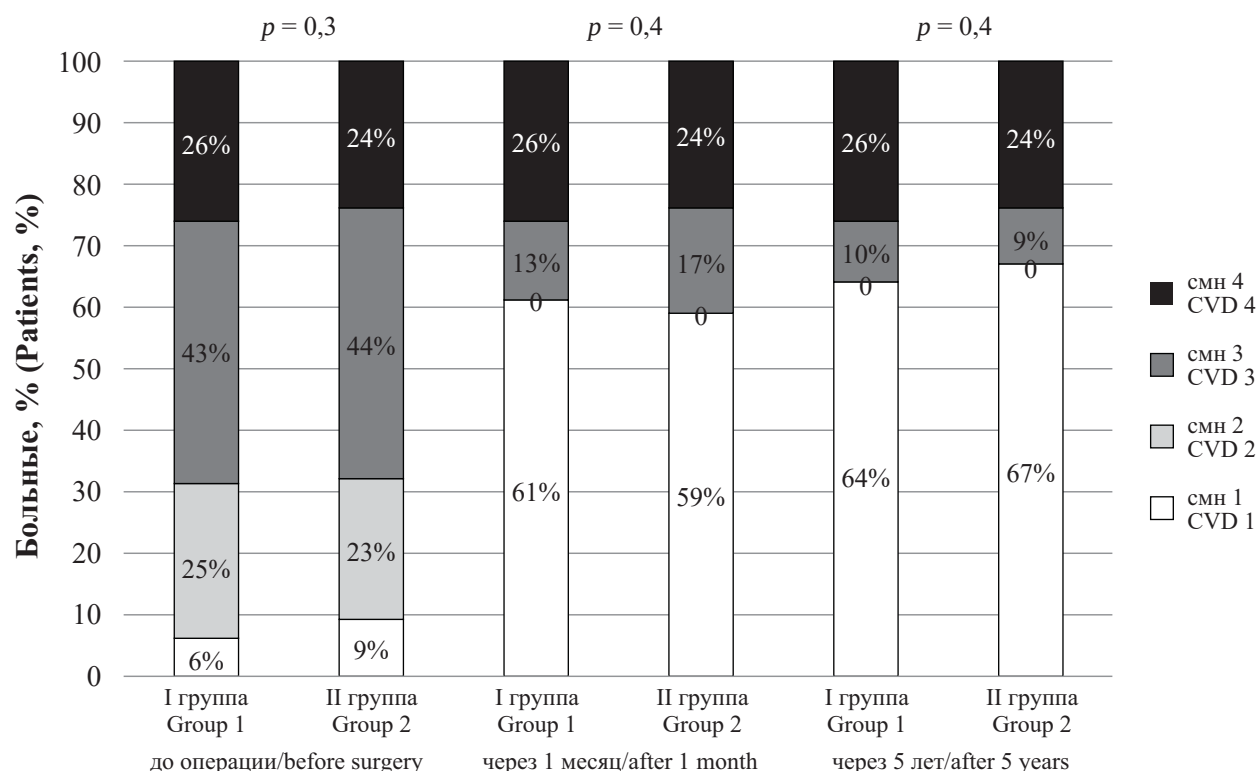


Рис. 1. Состояние больных, перенесших операцию по поводу ПИ ВСА, через 1 мес. и 5 лет после операции по показателям сосудисто-мозговой недостаточности (СМН)

Fig. 1. Condition of patients who underwent surgery for PI ICA after 1 month and 5 years after surgery in terms of cerebrovascular insufficiency (CVD)

У всех пациентов в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде оценивали новые сосудистые события (инсульт, инфаркт, смерть от сосудистых причин), динамику церебральных жалоб и очаговой неврологической симптоматики, а также возникшие послеоперационные осложнения. В течение всего периода наблюдения пациенты принимали эффективную терапию (антигипертензивные и другие лекарственные средства по показаниям) для профилактики ТИА, ИИ и других сосудистых событий.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью математического пакета программы SPSS statistics 17.0 for Windows, включая методы параметрического и непараметрического анализа. Для анализа применялись методы описательной статистики с вычислением среднего значения и среднего квадратичного отклонения. При нормальном распределении количественных признаков использовали критерий Стьюдента (t). Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты. В раннем послеоперационном периоде в группе I у одного пациента с хроническим ЦВЗ возникла ТИА в виде кратковременной моторной дисфазии и онемения левой руки на фоне подъема артериального давления до 220/120 мм рт. ст. По данным КТ в первые часы и МРТ на третьи сутки не выявлено признаков ИИ. В группе II в первые часы после операции у одного пациента отмечено поступление по дренажу геморрагического отделяемого общим объемом 250–300 мл. Пациент был взят в операционную, кровотечения из зоны анастомоза не выявлено, выполнен тщательный гемостаз диффузно кровоточащих тканей, дренирование, ушивание раны. В группе I у трех пациентов после операции возникли невропатии черепных нервов (у одного пациента поражение возвратного нерва гортани, у двух пациентов поражение подъязычного нерва). В группе II невропатия черепных нервов развилась у двух больных (у одного пациента поражение возвратного нерва гортани, у другого пациента поражение лицевого нерва). У всех пяти пациентов симптомы невропатии полностью регрессировали в течение 3 мес.

Все бессимптомные пациенты не имели повторных событий и неврологических нарушений в течение последующего периода наблюдения.

Все пациенты обеих групп, перенесшие ТИА, отметили после операции улучшение состояния и уменьшение имеющихся церебральных жалоб.

В раннем послеоперационном периоде большинство пациентов с хроническим ЦВЗ (18 пациентов группы I и 15 группы II) отметили улучшение в виде регресса церебральных жалоб (рис. 1). У всех пациентов обеих групп новых эпизодов преходящей неврологической симптоматики в виде ТИА и инсульта не выявлено.

В раннем послеоперационном периоде у пациентов, перенесших инсульт, не отмечено ухудшения когнитивных функций по КШОПС в сравнении с исходными показателями ($p > 0,05$), а также нарушений

функционального состояния, оцениваемого по шкале Рэнкина до операции и через 30 дней ($p > 0,05$).

В отдаленном периоде наблюдения (5 лет) после операции бессимптомные пациенты обеих групп не имели повторных событий (ТИА, ИИ и других) и неврологических нарушений. Пациенты обеих групп, перенесшие ТИА, также не имели повторных событий и неврологических нарушений. У большинства (39 из 50) больных с хроническим ЦВЗ регрессировали церебральные жалобы, у них также не наблюдалось повторных событий.

При анализе степеней сосудисто-мозговой недостаточности до и после операции в группах I, II достоверно значимой разницы не выявлено ($p = 0,3$). В то же время клинический эффект в виде купирования симптомов сосудисто-мозговой недостаточности после операции статистически значимо был лучше в группе I и составили 89% по сравнению с 74% во II группе ($p = 0,041$), что отражено на рис. 1. Число бессимптомных пациентов достоверно ($p = 0,00001$) преобладало в группе I. Через 5 лет также достоверно улучшился средний балл КШОПС с 25,3 до 28,4 ($p = 0,006$) в группе пациентов с хроническим ЦВЗ. Оцениваемое по шкале Рэнкина функциональное состояние пациентов, перенесших ИИ, стало лучше, чем до операции (табл. 1).

Обсуждение. На сегодняшний день нет однозначного ответа об этиологии деформаций СА. Частично определена роль атеросклероза и артериальной гипертензии в патогенезе развития ПИ ВСА. Эпидемиология конфигурационных аномалий сонных артерий носит приблизительный характер по причине нередкого бессимптомного течения заболевания.

Результаты проведенного исследования показывают эффективность и безопасность хирургического лечения ПИ ВСА как у бессимптомных пациентов, так и у пациентов, перенесших ТИА или ИИ либо имеющих хроническое ЦВЗ. Все операционные осложнения проявлялись ТИА или поражением черепных нервов, они носили преходящий характер, полностью регрессировали в течение 3 мес. после операции. Длительное (в течение 5 лет) наблюдение пациентов показало увеличение числа бессимптомных пациентов преимущественно вследствие уменьшения пациентов из группы с хроническим ЦВЗ. Ни у одного из 115 пациентов в период 5 лет наблюдения не возникло ТИА, ИИ или других сосудистых событий, что указывает на высокую профилактическую эффективность хирургического лечения ПИ ВСА. Важно отметить, что в течение всего периода наблюдения пациенты принимали эффективную терапию (антигипертензивные и другие лекарственные средства по показаниям) для профилактики ТИА, ИИ и других сосудистых событий, что составляет основу профилактики инсульта. Полученные данные совпадают с результатами ранее проведенных исследований по оценке хирургического лечения ПИ ВСА [5, 23, 34].

Сравнение двух методов оперативного вмешательства (резекция ВСА с низведением устья и протезирование ВСА) показало сходные результаты

Таблица 1

Функциональное состояние больных, перенесших ИИ и операцию по поводу ПИ ВСА, через 1 мес. и 5 лет после операции по шкале Рэнкина

Характеристика степени тяжести инсульта	Группа I			Группа II		
	исходно	через 30 дней	через 5 лет	исходно	через 30 дней	через 5 лет
0 = отсутствие неврологических нарушений	2 (12,5%)	2 (12,5%)	3 (19%)	1 (8%)	1 (8%)	1 (8%)
1 = минимальные нарушения	2 (12,5%)	2 (12,5%)	2 (12,5%)	3 (23%)	3 (23%)	4 (31%)
2 = легкие нарушения	4 (25%)	5 (31%)	7 (43,5%)	2 (15%)	2 (15%)	3 (23%)
3 = умеренные нарушения (ходьба без посторонней помощи)	6 (37,5%)	5 (31%)	3 (19%)	4 (31%)	4 (31%)	2 (15%)
4 = выраженные нарушения (ходьба с посторонней помощью)	2 (12,5%)	2 (12,5%)	1 (6%)	3 (23%)	3 (23%)	3 (23%)
5 = инвалидизирующие инсульты (прикованность к постели)	0	0	0	0	0	0
6 = инсульт с летальным исходом	0	0	0	0	0	0

Table 1

Functional state of patients who underwent IS and surgery for ICA PI, 1 month and 5 years after surgery according to the Rankin Scale

Characteristics of the severity of stroke	Group I			Group II		
	initially	through 30 days	after 5 years	initially	through 30 days	after 5 years
0 = no neurological impairment	2 (12.5%)	2 (12.5%)	3 (19%)	1 (8%)	1 (8%)	1 (8%)
1 = minimal impairment	2 (12.5%)	2 (12.5%)	2 (12.5%)	3 (23%)	3 (23%)	4 (31%)
2 = mild impairment	4 (25%)	5 (31%)	7 (43.5%)	2 (15%)	2 (15%)	3 (23%)
3 = moderate impairment (unaided walking)	6 (37.5%)	5 (31%)	3 (19%)	4 (31%)	4 (31%)	2 (15%)
4 = severe impairment (assisted walking)	2 (12.5%)	2 (12.5%)	1 (6%)	3 (23%)	3 (23%)	3 (23%)
5 = disabling strokes (bedridden)	0	0	0	0	0	0
6 = fatal stroke	0	0	0	0	0	0

по числу операционных осложнений, эффективности в раннем операционном периоде и небольшое преимущество резекции ВСА с низведением устья в отдаленном периоде. Не отмечено негативного влияния оперативного лечения на когнитивные функции пациентов.

Определенным ограничением данного исследования служит его проведение только в одном центре. Поэтому требуется проведение многоцентрового рандомизированного клинического исследования по оценке эффективности и безопасности хирургического лечения ПИ ВСА в сравнении с консервативным ведением пациентов.

Показаны эффективность и безопасность хирургического лечения ПИ ВСА как у бессимптомных пациентов, так и пациентов, перенесших ТИА или ИИ либо имеющих хроническое ЦВЗ.

Заключение. Резекция и протезирование ПИ ВСА являются безопасным и эффективным методом хирургического лечения. Необходимо многоцентровое рандомизированное исследование по оценке эффективности хирургического лечения ПИ ВСА в сравнении с консервативным ведением пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Власов С.К. Изменения органа зрения при патологической извитости и стенозирующем атеросклерозе сонных артерий. *Вестник офтальмологии*. 2010;5:58–62. [Vlasov S.K. Changes in the organ of vision in pathological tortuosity and ath-

erosclerotic stenosis of the carotid arteries. *Vestnik oftalmologii*. 2010;5:58–62. (In Russ.)].

- Станкевич Ю.А., Богомякова О.Б., Шрайбман Л.А., Тулупов А.А. Магнитно-резонансные критерии гемодинамической значимости патологической извитости внутренних сонных артерий. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: биология, клиническая медицина*. 2015;13(4):40–46. [Stankevich Y.A., Bogomyakova O.B., Shraibman L.A., Tulupov A.A. MR-criteria the hemodynamic significance of pathologic deformation of internal carotid arteries. *Vestnik novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: biologiya, klinicheskaya meditsina*. 2015;13(4):40–46. (In Russ.)].
- Ali F. AbuRahma, Dennis F. Bandyč. Noninvasive Vascular Diagnosis: A Practical Guide to Therapy. London: Springer Science & Business Media; 2013.
- Антонов Г.И., Ким Э.А., Гизатуллин Ш.Х. Анализ зависимости неврологической симптоматики от локализации и формы патологической деформации магистральных артерий головы. *Клиническая неврология*. 2013;3:9–12. [Antonov G.I., Kim E.A., Gizatullin Sh.Kh. Analysis of neurological symptoms depending on the location and shape of abnormal deformation of the main arteries of the head. *Klinicheskaya neurologiya*. 2013;3:9–12. (In Russ.)].
- Гавриленко А.В., Абрамян А.В., Куклин А.В., Омаржанова И.И. Показания к хирургической профилактике сосудисто-мозговой недостаточности у пациентов с патологической извитостью внутренней сонной артерии. *Анналы хирургии*. 2011;6:16–22. [Gavrilenko A.V., Abramyan A.V., Kuklin A.V., Omarzhanova I.I. Indications to surgical prevention of cerebrovascular insufficiency in patients with pathologic tortuosity of internal carotid arter. *Annals of surgery*. 2011;6:16–22. (In Russ.)].
- Pfeiffer J., Becker C., Ridder G. Aberrant extracranial internal carotid arteries: new insights, implications and demand for a clinical grading system. *Head Neck*. 2016;38:687–693. <https://doi.org/10.1002/hed.24071>

7. Смирнова Ю.В., Граф Е.В. Роль патологической извитости внутренних сонных артерий в детской ангионеврологии. *Современные проблемы науки и образования*. 2012;2:99–107. [Smirnova Y.V., Graf E.V. Role of pathological kinking of internal carotid arteries in children's neuropathology. *Modern problem science and education*. 2012;2:99–107. (In Russ.)].
8. Beigelman R., Izaguirre A., Robles M., Grana D., Ambrosio G., Milei J. Are kinking and coiling of carotid artery congenital or acquired? *Angiology*. 2010;61(1):107–112. <https://doi.org/10.1177/0003319709336417>
9. Gill J.K., Sadiq M., Badar Z., Ezhapilli S. Clinically significant anatomical variation of the retropharyngeal internal carotid arteries. *Radiology case reports*. 2017;1(5):514–518. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2017.05.008>
10. Saba L., Argiolas G.M., Sumer S., Siotto P., Raz E., Sanfilippo R., Montisci R., Piga M., Wintermark M. Association between internal carotid artery dissection and arterial tortuosity. *Neuroradiology*. 2015;57(2):149–153. <https://doi.org/10.1007/s00234-014-1436-x>
11. Wang L., Zhao F., Wang D., Hu Sh., Liu J., Zhou Zh., Lu J., Qi P., Song S. Pressure Drop in Tortuosity/Kinking of the Internal Carotid Artery: Simulation and Clinical Investigation. *BioMed Research International*. Open access article distributed under the Creative Commons Attribution License. Accessed October 21, 2017. [Internet] <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2016/2428970/>
12. Ультразвуковое исследование сердца и сосудов. Под ред. Атькова О.Ю., Балахоновой Т.В., Гороховой С.Г. М.: Эксмо; 2015:456. [Atkov O.Y., Balakhonova T.V., Gorokhova S.G. Ultrasound of the heart and blood vessels. M.: Eksmo; 2015:456. (In Russ.)].
13. Каплан М.Л., Бонцевич Д.Н. Влияние формы патологической извитости внутренней сонной артерии на церебральную гемодинамику. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2013;19(3):102–106. [Kaplan M.L., Bontsevich D.N. Influence of the form of pathological tortuosity of the internal carotid artery on cerebral hemodynamics. *Angiology and vascular surgery*. 2013;19(3):102–106. (In Russ.)].
14. Дадашов С.А., Виноградов О.А., Анцупов К.А. Гигантская аневризма как исход патологической извитости внутренней сонной артерии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2010;47:198–200. [Dadashov S.A., Vinogradov O.A., Antsupov K.A. Gigantic aneurysm resulting from pathological kinking of the internal carotid artery. *Angiology and vascular surgery*. 2010;47:198–200. (In Russ.)].
15. Cvetko E. Concurrence of bilateral kinking of the extracranial part of the internal carotid artery with coiling and tortuosity of the external carotid artery — a case report. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2014;50(2):433–435.
16. Каплан М.Л. Патологическая извитость сонных артерий: история вопроса, этиология, распространенность, классификация (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии*. 2013;1:11–16. [Kaplan M.L. Pathologic tortuosity of carotid arteries: Background, etiology, prevalence, classification (literature review). *Health and environmental issues*. 2013;1:11–16. (In Russ.)].
17. Yu J., Qu L., Xu B., Wang Sh., Li Ch., Xu X., Yang Y. Current Understanding of Dolichoarteriopathies of the Internal Carotid Artery: A Review. *International journal of medical science*. 2017;14(8):772–784. <https://doi.org/10.7150/ijms>
18. Шмырёв В.И., Казанцева И.В. Влияние патологической извитости магистральных артерий головы на мозговой кровоток. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2010;2:50–53. [Shmyrev V.I., Kazantseva I.V. Effects of pathological tortuosity of main cerebral arteries at the brain bloodflow. *Kremlin medicine. Clinical Herald*. 2010;2:50–53. (In Russ.)].
19. Павлова О.Е., Иванов Д.В., Грамакова А.А. Гемодинамика и механическое поведение бифуркации сонной артерии с патологической извитостью. *Известия саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика*. 2010;10(2):66–73. [Pavlova O.E., Ivanov D.V., Gramakova A.A. Hemodynamics and Mechanical Behavior of Pathologically Tortuous Carotid Arteries. *News of Saratov University. New series. Series: Math. Mechanics. Computer science*. 2010;10(2):66–73. (In Russ.)].
20. Agrawal G., Gupta A., Chaudhary V., Mazhar H., Tiwari S. Rare anatomical variant of the cervical internal carotid artery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;55(5):530–532. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2017.01.011>
21. Pancera P., Ribul M., Presciutti B., Lechi A. Prevalence of carotid artery kinking in 590 consecutive subjects evaluated by Echocolor Doppler. Is there a correlation with arterial hypertension? *Journal of Internal Medicine*. 2010;248:7–12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.2000.00611>
22. Силуянова А.С., Шамшилин А.А., Бармина Т.Г., Леманов В.Л. Реконструктивные операции у больных с сочетанием патологической извитости общей и внутренней сонных артерий. *Нейрохирургия*. 2015;2:39–44. [Siluyanov A.S., Shamshilin A.A., Barmina T.G., Lemenev V.L. The reconstructive operations at patients with combined tortuosity of common and internal carotid arteries. *Neurosurgery*. 2015;2:39–44. (In Russ.)].
23. Poepping T.L., Rankin R.N., Holdsworth D.W. Flow patterns in carotid bifurcation models using pulsed Doppler ultrasound: effect of concentric vs. eccentric stenosis on turbulence and recirculation. *Ultrasound Med Biology*. 2010;36(7):1125–1134. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2010.02.005>
24. Коссович Л.Ю., Морозов К.М., Павлова О.Е. Биомеханика сонной артерии человека с патологической извитостью. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика*. 2013;13(3):76–82. [Kossovich L.Y., Morozov K.M., Pavlova O.E. Biomechanics of Human Carotid Artery with Pathological Tortuosity. *News of Saratov University. New series. Series: Math. Mechanics. Informatics*. 2013;13(3):76–82. (In Russ.)].
25. 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;8(5):536–540. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2015-011671>
26. Diedrich K.T., Roberts J.A., Schmidt R.H., Chang-Ki Kang, Zang-Hee Cho, Parker D.L. Validation of an arterial tortuosity measure with application to hypertension collection of clinical hypertensive patients. *BMC Bioinformatics*. 2017;12(10). [Internet] <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/12/S10/S15>
27. Гавриленко А.В., Ку克林 А.В., Хрипков А.С., Абрамян А.В. Оценка эффективности реконструктивных операций на сонных артериях в сочетании стеноза и патологической извитости. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014;20(3):116–122. [Gavrilenko A.V., Kuklin A.V., Khripkov A.S., Abramyan A.V. Otsenka effektivnosti rekonstruktivnykh operatsii na sonnykh arteriyakh v sochetanii stenoz i patologicheskoi izvitosti. *Angiology and vascular surgery*. 2014;20(3):116–122. (In Russ.)].
28. Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В., Рычкова И.В. Сопоставление оценки данных клинко-ультразвукового исследования и данных магнитно-резонансной томографии у пациентов старшей возрастной группы с артериальной гипертензией. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2017;7(2):65–77. [Zubarev A.R., Krivosheeva N.V., Rychkova I.V. Data evaluation comparison of clinical ultrasound examination and magnetic resonance imaging results among older age group patients with arterial hypertension. *Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics*. 2017;7(2):65–77. (In Russ.)].
29. 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;6(82):79–82. [Tukhatullin M.G., Galikhanov V.R., Safiullina L.R., Khamzina F.T.

- Deformation of extracranial sections of brachiocephalic arteries in patients with hypertension. *Applied medicine*. 2014;6(82):79–82. (In Russ.).
30. Покровский А.В. Профилактические операции на брахиоцефальных сосудах при сосудистой недостаточности головного мозга. *Журнал невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 1976;1:16–23. [Pokrovsky A.V. Preventive operations on brachiocephalic vessels in case of vascular cerebral insufficiency. *Journal of Neuropathology and Psychiatry named after S.S. Korsakov*. 1976;1:16–23. (In Russ.).]
31. Кузык Ю.И. Патологические деформации сонных артерий: этиология, патогенез, клинические и патоморфологические изменения. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014;3:123–128. [Kuzyk Y.I. Pathological deformation of carotid artery in patients over 50: clinical and morphological analysis. *Angiology and vascular surgery*. 2014;3:123–128. (In Russ.).]
32. Дуданов И.П., Ордынцев С.В. Хирургическое лечение сочетанного стеноза и извитости внутренней сонной артерии в остром периоде ишемического инсульта. *Вестник Российской военной медицинской академии*. 2013;3:201–213. [Dudanov I.P., Ordynstev S.V. Determination of indications for surgical treatment with a combination of stenosis and tortuosity of the internal carotid artery in acute ischemic stroke. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2013;3:201–213. (In Russ.).]
33. Гавриленко А.В., Сандриков В.А., Абрамян А.В. Выбор метода хирургического лечения больных с патологической извитостью внутренней сонной артерии. *Анналы хирургии*. 2013;6:18–23. [Gavrilenco A.V., Sandrikov V.A., Abramyan A.V. Choosing a method of surgical treatment of patients with pathological tortuosity of the internal carotid artery. *Annals of Surgery*. 2013;6:18–23. (In Russ.).]
34. Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Соснин А.Д. Хирургическое лечение больных с патологическими деформациями сонных артерий. *Вопросы нейрохирургии*. 2014;5:3–15. [Usachev D.Y., Lukshin V.A., Sosnin A.D. Surgical Management of Patients with Pathological Deformation of Carotid Arteries. *Neurosurgery questions*. 2014;5:3–15. (In Russ.).]

Поступила 17.05.2022
Принята к печати 19.11.2022