

DOI: 10.56871/MTP.2023.59.29.035

УДК 616.133.33-089+616.127

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО УДЛИНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ ЕЕ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗВИТОСТИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ

© Родион Викторович Шилов^{1, 4}, Владимир Вениаминович Ахметов¹, Муртазали Сурхаевич Гапизов^{1, 4}, Кирилл Викторович Можаровский^{1, 4}, Иван Петрович Дуданов^{1, 2, 3}

¹Петрозаводский государственный университет. 185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

²Городская Мариинская больница. 191014, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56

³Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2

⁴Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева Департамента здравоохранения г. Москвы. 129327, Российская Федерация, Москва, ул. Ленская, д. 15

Контактная информация: Иван Петрович Дуданов — д.м.н., чл.-корр. РАН, заведующий кафедрой общей и факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», профессор кафедры факультетской хирургии им. проф. А.А. Русанова СПбГПМУ. E-mail: ipdudanov@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-0629-6581 SPIN: 7617-9535 Author ID: 107304

Для цитирования: Шилов Р.В., Ахметов В.В., Гапизов М.С., Можаровский К.В., Дуданов И.П. Измерение избыточного удлинения внутренней сонной артерии при ее патологической извитости. Определение оптимальной хирургической тактики // Медицина: теория и практика. 2023. Т. 8. Спецвыпуск. С. 72–78. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.59.29.035>

Поступила: 15.09.2023

Одобрена: 18.10.2023

Принята к печати: 09.11.2023

РЕЗЮМЕ: Введение. Патологические извитости внутренних сонных артерий занимают второе место по частоте среди всех причин цереброваскулярных заболеваний и являются значимой медико-социальной проблемой. Изучение аномалии внутренней сонной артерии, ее роли и места в развитии острых и хронических нарушений мозгового кровообращения, разработка оптимальных методов лечения являются актуальной проблемой сосудистой хирургии, требующей научного разрешения. **Материал и методы.** Представлено клиническое наблюдение: приведены расчеты и вариант реконструкции при патологическом удлинении внутренней сонной артерии. Пациентка С., 57 лет, поступила по экстренным показаниям с клинической картиной острого нарушения мозгового кровообращения (ОМНК) в бассейне левой СМА в июне 2021 года. Предъявляла жалобы на головокружения при изменении положения тела, которые отмечала в течение 5 месяцев до госпитализации. **Результаты обследования.** При выполнении ультразвукового дуплексного сканирования (УЗДС) брахиоцефальных артерий (БЦА) выявлены патологические деформации ВСА: выявлены билатеральные гемодинамически значимые патологические деформации внутренних сонных артерий (справа — койлинг С1с сегмента ВСА, слева определялось сочетание С-образной извитости С1с сегмента и дистальный койлинг С1d сегмента по классификации А. Бутилье). На основе исходных изображений были выполнены преобразования VRT (визуализация объема) и MPR-реконструкции (многопланарное переформатирование) в трехплоскостной системе (аксиальной, сагиттальной и корональной). Измерение общей длины ВСА было достигнуто путем установки начальной точки в месте бифуркации общей сонной артерии и конечной точки в месте начала средней мозговой артерии. **Заключение.** На основании определения избыточного удлинения ВСА прогнозировали предполагаемую реконструкцию извитости СА (степень редрессации и уровень транспозиции ВСА). Параметры существенно дополняют предоперационное планирование метода реконструкции, позволяют оценить и соотнести объем (длину) выделения СА, в том числе и проксимально необходимую границу ОСА, что положительно может сократить время пережатия СА во время реконструкции и продолжительность вмешательства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: патологические извитости сонных артерий, оптимальные методы реконструкции, ишемический инсульт.

MEASUREMENT OF EXCESSIVE LENGTHENING OF THE INTERNAL CAROTID ARTERY AT ITS PATHOLOGICAL TORTUOSITY. DETERMINATION OF OPTIMAL SURGICAL TACTICS

© Rodion V. Shilov^{1, 4}, Vladimir V. Akhmetov¹, Murtazali S. Gapizov^{1, 4}, Kirill V. Mozharovsky^{1, 4}, Ivan P. Dudanov^{1, 2, 3}

¹ Petrozavodsk State University. 185910, Russian Federation, Republic of Karelia, Petrozavodsk, Lenin Ave., 33

² City Mariinsky Hospital. 191014, Russian Federation, Saint Petersburg, Liteiny pr., 56

³ Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Russian Federation, Saint Petersburg, Lithuania, 2

⁴ City Clinical Hospital named after. A.K. Eramishantsev of the Moscow Department of Health. 129327, Russian Federation, Moscow, st. Lenskaya, 15

Contact information: Ivan P. Dudanov — Ph.D., Doctor of Medical Sciences, corresponding member of RAS, Head of the Department of General and Faculty Surgery, Petrozavodsk State University, Professor of the Department of Faculty Surgery after Prof. A.A. Rusanov SPbSPMU. E-mail: ipdudanov@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-0629-6581 SPIN: 7617-9535 Author ID: 107304

For citation: Shilov RV, Akhmetov VV, Gapizov MS, Mozharovsky KV, Dudanov IP. Measurement of excessive lengthening of the internal carotid artery at its pathological tortuosity. Determination of optimal surgical tactics. *Medicine: theory and practice* (St. Petersburg). 2023;8(Supplement):72-78. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.59.29.035>

Received: 15.09.2023

Revised: 18.10.2023

Accepted: 09.11.2023

ABSTRACT: Background. Pathological tortuosities of internal carotid arteries are the second most frequent among all causes of cerebrovascular diseases and are a significant medical and social problem. The study of internal carotid artery anomaly, its role and place in the development of acute and chronic cerebral circulatory disorders, and the development of optimal treatment methods is an urgent problem of vascular surgery requiring scientific resolution. **Material and methods.** A clinical observation is presented: we give calculations and reconstruction variant for pathological lengthening of the internal carotid artery. Patient S., 57 years old, was admitted on emergency indications with clinical picture of acute cerebral circulation disorder (ACCD) in the left SMA basin in June 2021. She complained of dizziness when changing body position, which she had been experiencing for 5 months prior to hospitalisation. **Study results.** Ultrasound duplex scanning (USDS) of the brachiocephalic arteries (BCA) revealed pathological deformations of the internal carotid arteries: bilateral haemodynamically significant pathological deformations of the internal carotid arteries were detected (on the right — coiling of the C1c segment of the BCA, on the left there was a combination of C-shaped tortuosity of the C1c segment and distal coiling of the C1d segment according to the A. Boutillier classification). Boutillier). Based on the original images, VRT (volume visualisation) and MPR reconstructions (multiplanar reformatting) were performed in a three-plane system (axial, sagittal and coronal). Measurement of the total length of the VCA was achieved by placing the start point at the common carotid artery bifurcation site and the end point at the origin of the middle cerebral artery. **Conclusion.** Based on the definition of excess VCA elongation, the anticipated reconstruction of SA tortuosity (degree of redress and level of VCA transposition) was predicted. The parameters will essentially supplement the preoperative planning of the reconstruction method, will allow to estimate and correlate the volume (length) of the SA allocation, including the proximal necessary border of the OSA, which can positively reduce the time of the SA transposition during the reconstruction and the duration of the intervention.

KEY WORDS: pathological tortuosity of carotid arteries, optimal reconstruction methods, ischaemic stroke.

ВВЕДЕНИЕ

Атеросклеротическое поражение экстракраниального сегмента сонных артерий (СА)

является основной причиной ишемического острого нарушения мозгового кровоснабжения во все мире [1]. Патологические извитости внутренних сонных артерий занимают второе

место по частоте среди всех причин цереброваскулярных заболеваний и являются значимой медико-социальной проблемой [2, 3]. Знание морфометрических особенностей внутренней сонной артерии (ВСА) оказывает важное влияние на определение хирургических методов лечения в сердечно-сосудистой хирургии [4].

Изучение аномалии внутренней сонной артерии, ее роли и места в развитии острых и хронических нарушений мозгового кровообращения, разработка оптимальных методов лечения является актуальной проблемой сосудистой хирургии, требующей научного разрешения. В настоящее время существует множество различных методик хирургической коррекции данной патологии. Первыми, по литературным данным, хирургическую коррекцию ПИ успешно выполнили в 1959 году Quattelbaum, Upson and Kistin [5].

Среди методов хирургического лечения патологических деформаций внутренних сонных артерий 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 [6], проводя гистологический анализ строения стенки артерии при ее извито-

сти и математическое моделирование нарушения кровообращения при патологической извитости ВСА, сделал выводы о более безопасной реплантации ВСА в ОСА, после расправления извитости без предшествующей ее резекции, с формированием нового устья. На примере нашего клинического наблюдения приводим расчеты и вариант реконструкции при патологическом удлинении внутренней сонной артерии

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациентка С., 57 лет, поступила в отделение неврологии по экстренным показаниям с клинической картиной острого нарушения мозгового кровообращения (ОМНК) в бассейне левой СМА в июне 2021 года. Предъявляла жалобы на головокружения при изменении положения тела, которые отмечала в течение 5 месяцев до госпитализации. При выполнении ультразвукового дуплексного сканирования (УЗДС) брахиоцефальных артерий (БЦА) выявлены патологические деформации ВСА.

Пациентка консультирована сосудистым хирургом, рекомендовано для верификации поражения выполнение КТ-Аг БЦА в экстра- и интракраниальных отделах. По результатам КТ-Аг (рис. 1) выявлены билатеральные гемодинамически значимые патологические де-

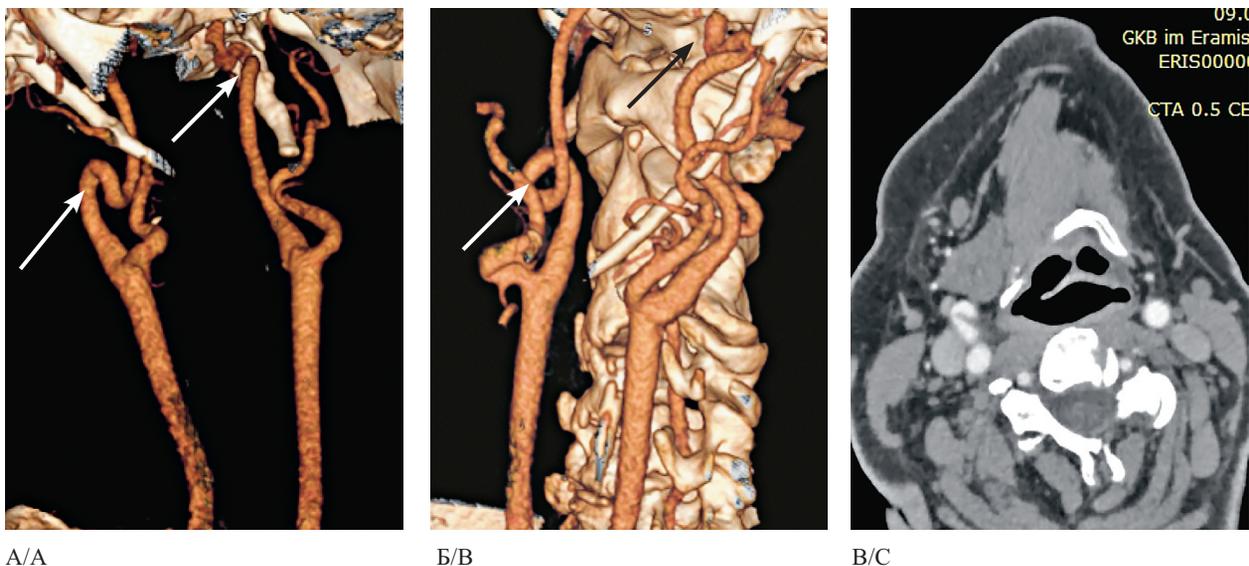
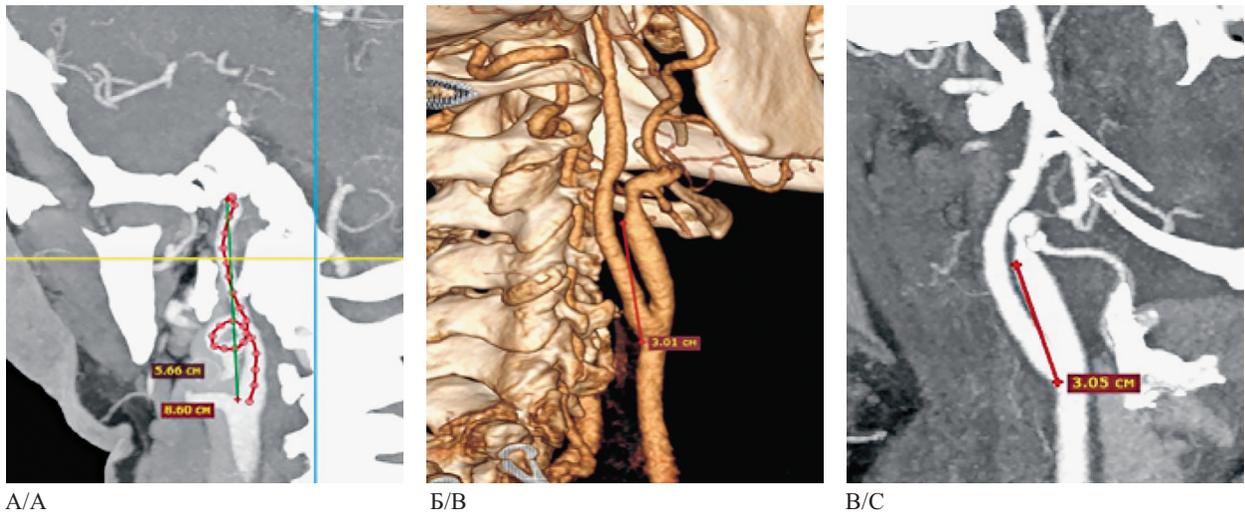


Рис. 1. КТ-ангиография брахиоцефальных артерий (3D-рендеринг). Стрелками отмечены патологические деформации экстракраниального сегмента ВСА (А, Б). На аксиальном срезе (В) показан септальный стеноз в петлевой деформации (отмечен черной стрелкой)

Fig 1. CT-angiography of brachiocephalic arteries (3D-rendering). The arrows indicate pathological deformations of the extracranial segment of the VCA (A, B). The axial slice (C) shows septal stenosis in the loop deformity (marked with a black arrow)



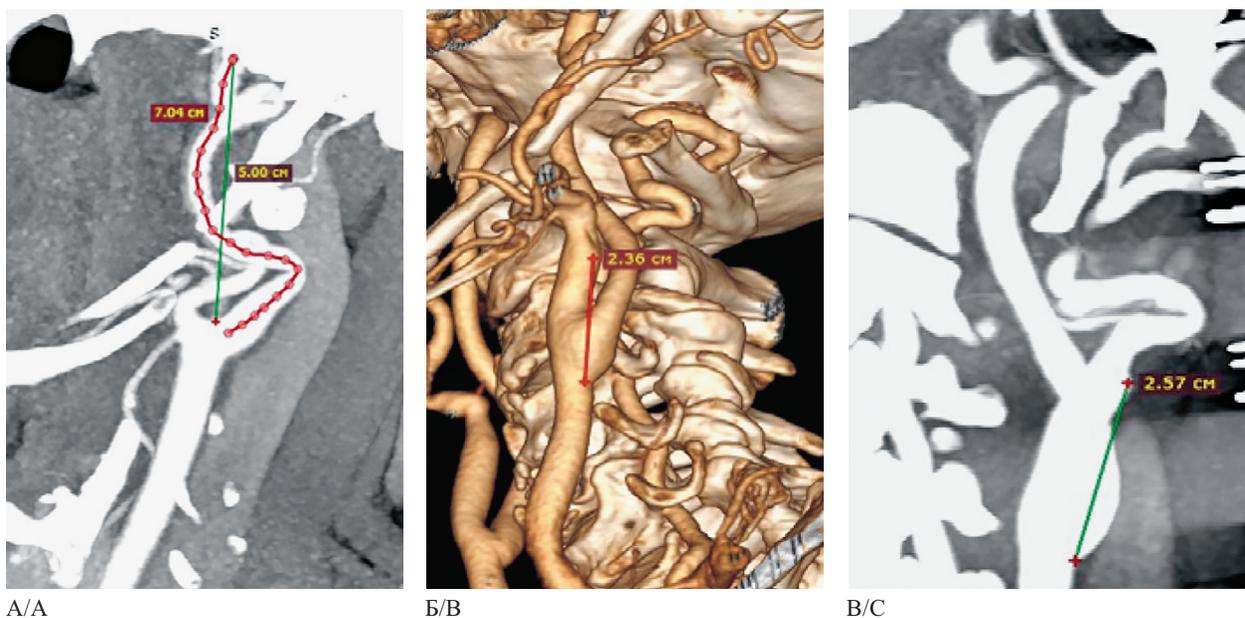
A/A

B/B

B/C

Рис. 2. Данные КТ-ангиографии БЦА (VRT и MPR-реконструкции) до операции (А) и после операции (Б, В) с указанием дельты извитости и степени транспозиции правой ВСА

Fig. 2. BCA CT-angiography data (VRT and MPR reconstruction) preoperatively (A) and postoperatively (B, C) with indication of tortuosity delta and degree of right VCA transposition



A/A

B/B

B/C

Рис. 3. КТ-ангиография БЦА (VRT и MPR-реконструкции) до операции (А) и после операции (Б, В) с указанием дельты извитости и степени транспозиции левой ВСА

Fig. 3. CT-angiography of BCA (VRT and MPR-reconstructions) preoperatively (A) and postoperatively (B, C) with indication of tortuosity delta and degree of transposition of the left VCA

формации внутренних сонных артерий (справа — койлинг C1c сегмента ВСА, слева определялось сочетание С-образной извитости C1c сегмента и дистальный койлинг C1d сегмента по классификации А. Бутилье) [7].

На основе исходных изображений были выполнены преобразования VRT (визуализация объема) и MPR-реконструкции (многопланарное переформатирование) в трехплоскостной

системе (аксиальной, сагитальной и корональной). Измерение общей длины ВСА было достигнуто путем установки начальной точки в месте бифуркации общей сонной артерии и конечной точки в месте начала средней мозговой артерии. При определении дельты извитости ВСА использовали режим рендеринга MIP в MPR-реконструкциях. Обработка и постобработка изображений проводились на специ-

альной рабочей станции RadiAnt DICOM Viewer.

При оценке правой ВСА дельта извитости составила 2,94 см (рис. 2). Пациентке первым этапом выполнена редрессация правой внутренней сонной артерии с транспозицией в новое устье. При контрольной КТ-Аг БЦА оценена степень редрессации ВСА и ее корреляция с дельтой извитости.

Дополнительно при контрольном исследовании был выявлен кинкинг левой ВСА в сегменте С1с, который на ранних исследованиях был представлен плавной извитостью. Учитывая перенесенный ОНМК в анамнезе в бассейне левой СМА, несмотря на сочетание деформаций ввиду кинкинга и дистального койлинга (недостижимого для реконструктивной хирургии) и сохраняющуюся общемозговую неврологическую симптоматику, вторым этапом выполнена редрессация левой ВСА. До операции оценена дельта деформации левой ВСА и выполнен контроль степени транспозиции ВСА после операции для выявления корреляции (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

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

При этом все большее число авторов подвергают сомнению достаточность УЗДС при планировании хирургического лечения. Компьютерная томография с введением контраста (ангиографией) (КТАг) является высокоинформативным методом изучения состояния сонных артерий [8] с возможностью получения изображения БЦА на всем протяжении и детальной оценки изменений [9].

Существует множество исследований состояния ВСА с точки зрения ее диаметра [10–13], часто со значительно отличающимися результатами из-за различных методов исследования, но также и из-за выбранного целевого места измерения. Встречаются исследования с оценкой удлинения экстракраниального сегмента ВСА и определением индекса извитости. Индексом извитости определяют тяжесть извитости и оценивают по формуле $[(\text{фактическая длина} / \text{прямолинейная длина} - 1) \cdot 100]$ и используют для выявления корреляций между извитостями сосудов и другими заболеваниями [14–16]. Но ни в одном исследовании не оценивалась практическая значимость для сосудистого хирурга

морфологических изменений сосуда и влияние этих уточнений на хирургическую тактику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На МСКТ мы оценивали траекторию экстракраниального сегмента ВСА путем изменения длины (в миллиметрах), дельту извитости (определяется как кратчайшее возможное расстояние от бифуркации до основания черепа, вычтенное из длины ВСА). Формула: фактическая длина экстракраниальной части ВСА — прямолинейная длина = дельта извитости. На основании определения избыточного удлинения ВСА мы прогнозировали предполагаемую реконструкцию извитости СА (степень редрессации и уровень транспозиции ВСА). Подобные параметры существенно дополняют предоперационное планирование метода реконструкции, позволят заранее оценить и соотносить объем (длину) выделения СА, в том числе и проксимально необходимую границу ОСА, что положительно может сократить время пережатия СА во время реконструкции и продолжительность всего хирургического вмешательства.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левин О.С., Усольцева Н.И., Дударева М.И. Постинсультные когнитивные нарушения : механизмы развития и подходы к лечению // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2009. (7). С. 36–42.
2. Шойхет Я.Н., Хорев Н.Г., Куликов В.П. Патологическая извитость внутренней сонной артерии и ее хирургическое лечение // Проблемы клинической медицины. 2005; № 1. С. 80-90.
3. Покровский А.В., Белоярцев Д.Ф., Адырхаев З.А., Тимина И.Е., Лосик И.А. Отдаленные результаты реконструктивных операций при патологической деформации внутренней сонной артерии // Ангиология и сосудистая хирургия. 2012; 18 (1) Стр. 92-104.
4. Baz R.A. и др. Morphometry of the entire internal carotid artery on ct angiography // Medicina (Lithuania). 2021. № 8 (57).
5. Oliviero U. et al. Prospective evaluation of hypertensive patients with carotid kinking and coiling: An ultrasonographic 7-year study // Angiology. 2003. № 2 (54). P. 169–175.
6. Родин Ю.В. Исследование потоков крови при патологической S-образной извитости сонных артерий // Международный неврологический журнал. 2006. № 8 (4). С. 1–8.
7. Bouthillier A., Loveren H.R. Van, Keller J.T. Segments of the internal carotid artery: A new classification // Neurosurgery. 1996. № 3 (38). P. 425–433.
8. Jauch E. C. и др. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association // Stroke. 2013. № 3 (44). P. 870–947.
9. Gladstone D.J. et al. Management and outcomes of transient ischemic attacks in Ontario // Cmaj. 2004. № 7 (170). P. 1099–1104.
10. Wollschlaeger P.B., Wollschlaeger G. Anterior cerebral-internal carotid artery and middle cerebral-internal carotid artery ratios // Acta Radiol. Diagn. 1966; № 5. P. 615–620.
11. Spanos K., Petrocheilou G., Karathanos C., Labropoulos N., Mikhailidis D., Giannoukas A. Carotid Bifurcation Geometry and Atherosclerosis // Angiology. 2017;68. P. 757–764.
12. Krejza J., Arkuszewski M., Kasner S.E., Weigele J., Ustymowicz A., Hurst R.W., Cucchiara B.L., Messe S.R. Carotid artery diameter in men and women and the relation to body and neck size // Stroke. 2006;37. P. 1103–1105.

13. Limbu Y.R., Gurung G., Malla R., Rajbhandari R., Regmi S.R. Assessment of carotid artery dimensions by ultrasound in non-smoker healthy adults of both sexes. Nepal Med. Coll. J. 2006;8. P. 200–203.
14. Chen Y.C. et al. Correlation Between Internal Carotid Artery Tortuosity and Imaging of Cerebral Small Vessel Disease // Frontiers in Neurology. 2020. № October (11). P. 1–7.
15. Spinardi L. et al. Intracranial arterial tortuosity in Marfan syndrome and loeys-dietz syndrome: Tortuosity index evaluation is useful in the differential diagnosis // American Journal of Neuroradiology. 2020. № 10 (41). P. 1916–1922.
16. Wang H.F. et al. Extracranial internal carotid artery tortuosity and body mass index // Frontiers in Neurology. 2017. № SEP (8). P. 508.

REFERENCES

1. Levin O.S., Usoltseva N.I., Dudareva M.I. Post-stroke cognitive impairment: mechanisms of development and approaches to treatment // Journal of Neurology and Psychiatry. S.S. Korsakov. 2009. (7). P. 36-42. (in Russian)
2. Shoikhet Y.N., Horev N.G., Kulikov V.P. Pathological tortuosity of the internal carotid artery and its surgical treatment // Problems of clinical medicine. 2005; №1. P. 80-90. (in Russian)
3. Pokrovsky A.V., Beloyartsev D.F., Adyrkhaev Z.A., Timina I.E., Losik I.A. Long-term results of reconstructive surgeries for pathological deformity of the internal carotid artery // Angiology and Vascular Surgery. 2012; 18 (1). P. 92-104. (in Russian)
4. Baz R.A. et al. Morphometry of the entire internal carotid artery on ct angiography // Medicina (Lithuania). 2021. № 8 (57).
5. Oliviero U. et al. Prospective evaluation of hypertensive patients with carotid kinking and coiling: An ultrasonographic 7-year study // Angiology. 2003. № 2 (54). P. 169-175.
6. Rodin Yu.V. Study of blood flow in pathological S-shaped tortuosity of carotid arteries // International Neurological Journal. 2006. № 8 (4). P. 1-8. (in Russian)
7. Bouthillier A., Loveren H.R. Van, Keller J.T. Segments of the internal carotid artery: A new classification // Neurosurgery. 1996. № 3 (38). P. 425-433.
8. Jauch E.C. et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association // Stroke. 2013. № 3 (44). P. 870-947.
9. Gladstone D. J. et al. Management and outcomes of transient ischemic attacks in Ontario // Cmaj. 2004. № 7 (170). P. 1099–1104.
10. Wollschlaeger P.B., Wollschlaeger G. Anterior cerebral-internal carotid artery and middle cerebral-internal

- carotid artery ratios // *Acta Radiol. Diagn.* 1966; № 5. P. 615–620.
11. Spanos K., Petrocheilou G., Karathanos C., Labropoulos N., Mikhailidis D., Giannoukas A. Carotid Bifurcation Geometry and Atherosclerosis // *Angiology.* 2017;68. P. 757–764.
 12. Krejza J., Arkuszewski M., Kasner S.E., Weigele J., Ustymowicz A., Hurst R.W., Cucchiara B.L., Messe S.R. Carotid artery diameter in men and women and the relation to body and neck size // *Stroke.* 2006;37. P. 1103–1105.
 13. Limbu Y.R., Gurung G., Malla R., Rajbhandari R., Regmi S.R. Assessment of carotid artery dimensions by ultrasound in non-smoker healthy adults of both sexes. *Nepal Med. Coll. J.* 2006;8. P. 200–203.
 14. Chen Y.C. et al. Correlation Between Internal Carotid Artery Tortuosity and Imaging of Cerebral Small Vessel Disease // *Frontiers in Neurology.* 2020. № October (11). P. 1–7.
 15. Spinardi L. et al. Intracranial arterial tortuosity in Marfan syndrome and loeys-dietz syndrome: Tortuosity index evaluation is useful in the differential diagnosis // *American Journal of Neuroradiology.* 2020. № 10 (41). P. 1916–1922.
 16. Wang H.F. et al. Extracranial internal carotid artery tortuosity and body mass index // *Frontiers in Neurology.* 2017. № SEP (8). P. 508.