

<https://doi.org/10.25512/DIR.2022.16.3.01>

КТ-АНГИОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АРТЕРИЙ И ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗВИТОСТЯХ ВНУТРЕННИХ СОННЫХ АРТЕРИЙ

***М.В. Вишнякова** – [ORCID: 0000-0003-3838-636X]

д.м.н., врач-рентгенолог, заведующая отделением лучевой диагностики

Р.Н. Ларьков – [ORCID: 0000-0002-2778-4699]

д.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением хирургии сосудов и ишемической болезни сердца

С.С. Загаров – [ORCID: 0000-0002-9917-7652]

врач-сердечно-сосудистый хирург, н.с.

П.В. Саломатин – [ORCID: 0000-0002-9292-8302]

врач-рентгенолог, м.н.с.

ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» (МОНКИ)

129110 Российская Федерация, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- патологические извитости
- внутренняя сонная артерия
- КТ-ангиография
- стенозирующее поражение

АННОТАЦИЯ:

Актуальность: патологические извитости внутренних сонных артерий (ВСА) широко распространены, частота изменений в популяции варьирует в пределах 18–34%. На настоящий момент существует несколько подходов к определению показаний к оперативному вмешательству при патологических извитостях ВСА. Основными критериями являются гемодинамические изменения в артериальном русле и наличие неврологической симптоматики, поэтому информативное предоперационное обследование является неотъемлемой составляющей для определения тактики последующего лечения пациента.

Цель: определить состояние внутренних сонных артерий и вещества головного мозга при изолированных патологических извитостях и в сочетании со стенозирующим процессом по результатам КТ-ангиографии.

Материал и методы: выполнен анализ результатов обследования и лечения 70 пациентов. В рамках клинического обследования устанавливали степень сосудистой мозговой недостаточности по А.В. Покровскому. Пациентам проводили ультразвуковое исследование и КТ-ангиографию брахиоцефальных артерий на мультиспиральном компьютерном томографе Philips iCT 256 срезов (бесконтрастное исследование, артериальная и венозная фазы контрастирования с внутривенным болюсным введением 50,0 мл изоосмолярного йодсодержащего контрастного препарата со скоростью 4–5 мл/секунду).

Пациенты были разделены на две группы – с изолированными патологическими извитостями ВСА (28 человек) и пациенты с сочетанием стенозирующего поражения ВСА и патологических извитостей (42 пациентов). При статистическом анализе мы оценивали значение типа патологических изменений ВСА (изолированного или сочетанного поражения) для степени изменений в веществе головного мозга. Был использован критерий Манна-Уитни для сравнения порядковых переменных с распределением, отличным от нормального. Уровень статистической значимости установлен равным 0,05 ($p < 0,05$).

Результаты: была отмечена меньшая выраженность изменений вещества головного мозга у пациентов в группе с изолированными патологическими извитостями ВСА. В 9 наблюдениях мы не выявили очагового микропоражения, в 15 случаях отмечены мелкие очаги микроангиопатии и отдельные ликворные кисты, у 4 пациентов мы отметили участки и зоны кистозно-глиозных изменений.

Самыми частыми вариантами извитостей стали S- и C-образные деформации, выявлено формирование 3 мешотчатых аневризм (двух истинных и одной ложной).

Проявления ишемического поражения вещества головного мозга в группе пациентов с сочетанием извитости ВСА и ее стенозирующего атеросклеротического поражения были выражены в большей степени. У 11 пациентов определялись зоны и участки кистозно-глиозных изменений в рамках перенесенных нарушений мозгового кровообращения; у 20 пациентов были отмечены выраженные в различной степени очаги микроангиопатии, а также отдельные ликворные кисты. В 11 случаях в головном мозге не было выявлено очагового поражения.

При проведении статистической обработки получена корреляция между состоянием сонных артерий и наличием очагового поражения головного мозга. В группе с сочетанием патологических извитостей и стенозов ВСА выявлено более выраженное хроническое ишемическое поражение головного мозга ($p=0,012$).

Заключение: отмечена высокая информативность КТ-ангиографии в оценке состояния сонных артерий и вещества головного мозга у пациентов с изолированными патологическими извитостями, а также при сочетании со стенозирующим поражением внутренних сонных артерий. При сочетании патологических извитостей и стенозов внутренних сонных артерий получены данные о более выраженном поражении вещества головного мозга.

Клинические проявления хронической сосудистой мозговой недостаточности в целом были

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Вишнякова Марина Валентиновна (Vishnyakova Marina V. (Jr.)), e-mail: cheridra@mail.ru

больше выражены по сравнению с изменениями вещества головного мозга по данным компьютерной томографии, однако прослеживалась корреляция между нарастанием степени хронической сосудистой мозговой недостаточности и усугублением состояния вещества головного мозга.

Для цитирования. Вишнякова М.В., Ларьков Р.Н., Загаров С.С., Саломатин П.В. «КТ-АНГИОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АРТЕРИЙ И ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗВИСТОСТЯХ ВНУТРЕННИХ СОННЫХ АРТЕРИЙ». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2022, 16(3): 6–14.

COMPUTED ANGIOGRAPHY IN THE EVALUATION OF CAROTID ARTERIES AND ISCHEMIC BRAIN INJURY IN CONDITION OF CAROTID TORTUOSITY

*Vishnyakova M.V. (Jr.) – [ORCID: 0000-0003-3838-636X]

MD, PhD, professor, head of department

Larkov R.N. – [ORCID: 0000-0002-2778-4699]

MD, PhD, professor, head of department

Zagarov S.S. – [ORCID: 0000-0002-9917-7652]

MD, researcher

Salomatin P.V. – [ORCID: 0000-0002-9292-8302]

MD, junior researcher

*Moscow Regional Research and Clinical Institute named after M.F. Vladimirovskiy (MONIKI)
61/2, Shchepkina str., Moscow, Russian Federation, 129110*

KEY-WORDS:

- arterial tortuosity
- internal carotid artery
- CT-angiography
- carotid stenosis/intervention

ABSTRACT:

Introduction: pathological tortuosity of internal carotid arteries (ICA) is widespread; its frequency in population varies within 18-34%. Currently, there are several approaches for the determination of indications for surgical intervention in pathological ICA tortuosity. The main criteria are hemodynamic changes in the arterial flow and the presence of neurological symptoms, so an informative preoperative examination is an integral part in treatment strategy determination in patients' subsequent treatment.

Aim: was to estimate the condition of carotid arteries and substance of the brain in isolated pathological tortuosity and in combination with stenotic lesions, based on results of CT angiography.

Materials and methods: we analyzed results of examination and treatment of 70 patients. Ultrasound and CT angiography of brachiocephalic arteries were performed on a Philips iCT 256-slice multislice computed tomograph. During CT angiography, a non-contrast study, arterial and venous phases of contrast enhancement were performed with an intravenous bolus injection of 50,0 ml of isoosmolar iodinated contrast-agent at 4-5 ml/sec.

Patients were divided into two groups: patients with isolated pathological carotid tortuosity (28 pts) and patients with a combination of carotid tortuosity and stenotic lesions (42 pts). We assessed the effect of carotid tortuosity on the severity of the brain tissue alterations using statistical analysis.

Results: a lesser severity of changes in the substance of the brain was noted in patients in the group with isolated pathological tortuosity of ICA. In 9 cases, we did not detect focal lesions; in 15 cases, small foci of microangiopathy and individual cerebrospinal fluid cysts were noted, in 4 patients, we noted areas and zones of cystic-gliial changes. S- and C-shaped deformation became the most frequent variants of tortuosity; the formation of 3 saccular aneurysms (two true and one false) was revealed.

Manifestations of ischemic damage of the brain substance in the group of patients with a combination of ICA tortuosity and stenotic lesion were more pronounced. Thus, in 11 cases, zones and areas of cystic-gliial changes were determined within the framework of past cerebrovascular accidents; in 20 patients, foci of microangiopathy expressed in varying degrees, as well as individual cerebrospinal fluid cysts, were noted. In 11 cases, no focal lesions were detected in the brain.

Statistical processing showed a correlation between the condition of carotid arteries and the presence of focal brain damage - in the group with combination of pathological tortuosity and stenosis of ICA, more pronounced chronic ischemic brain damage was detected ($p=0,012$).

Conclusion: CT-angiography was noted to be highly informative in assessment of condition of carotid arteries and brain substance in patients with isolated pathological tortuosity, as well as in combination with a stenotic lesion of internal carotid arteries. With a combination of pathological tortuosity and a stenosis in internal carotid arteries, data were obtained on a more pronounced damage of the brain substance. According to computed tomography, clinical manifestations of chronic cerebrovascular insufficiency were generally more pronounced compared to changes in the brain substance. However, there was a correlation between the increase in the degree of chronic cerebrovascular insufficiency and the aggravation of the state of the brain substance.

Введение

Патологические извитости внутренних сонных артерий (ВСА) широко распространены, частота изменений в популяции варьирует в пределах 18-34% с возможным развитием клинических проявлений цереброваскулярной недостаточности до 16% случаев [1,2].

Это обуславливает интерес к данной патологии с точки зрения возможного хирургического вмешательства для устранения симптоматики и профилактики риска возникновения нарушений мозгового кровообращения по ишемическому типу. На настоящий момент существует несколько подходов к определению показаний к оперативному вмешательству при патологических извитостях ВСА. Основными критериями являются гемодинамические изменения в артериях и наличие неврологической симптоматики [1,3], поэтому комплексное предоперационное обследование является неотъемлемой составляющей для определения тактики последующего лечения пациента. Ультразвуковое исследование является оптимальным методом для оценки гемодинамики в патологически деформированной артерии. Однако метод отличается известными недостатками: операторозависимостью, трудностью в оценке верхних отделов шейного сегмента ВСА и интракраниальных артерий [1-4].

Компьютерная томографическая ангиография (КТ-ангиография) характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью при оценке стенозов и окклюзий сонных артерий, а также в детальном определении мультифокального поражения артерий [5,6]. Детальная оценка состояния стенок ВСА и ишемических изменений головного мозга при патологических деформациях до конца не изучена.

Цель исследования: определить состояние внутренних сонных артерий и вещества головного мозга при изолированных патологических извитостях и в сочетании со стенозирующим процессом по результатам КТ-ангиографии.

Материал и методы

Выполнен ретроспективный анализ результатов обследования и лечения 70 пациентов. В рамках клинического обследования устанавливали степень сосудистой мозговой недостаточности по А.В. Покровскому.

Пациентам проводили ультразвуковое исследование и КТ-ангиографию экстра- и интракраниальных отделов брахиоцефальных артерий (БЦА) на мультиспиральном компьютерном томографе Philips iCT 256 срезов. При КТ-ангиографии выполняли бесконтрастное исследование, артериальную и венозную фазы контрастирования с внутривенным болюсным введением 50,0 мл изотонического йодсодержащего контрастного препарата со скоростью 4-5 мл/секунду.

Пациенты были разделены на две группы – больные с изолированными патологическими извитостями ВСА (28 человек) и пациенты с сочетанием стенозирующего поражения ВСА и патологических извитостей (42 человек). Средний возраст пациентов 1 группы – 68 лет (стандартное отклонение 9 лет), во второй группе 71 год (стандартное отклонение 8 лет).

При статистическом анализе мы оценивали значение типа патологических изменений ВСА (изолированного или сочетанного поражения) для степени изменений в веществе головного мозга. Был использован критерий Манна-Уитни для сравнения порядковых переменных с распределением, отличным от нормального. Уровень статистической значимости установлен равным 0,05 ($p < 0,05$).

Результаты

При сопоставлении данных в рамках анализа выраженности ишемических поражений вещества головного мозга при изолированных патологических извитостях (1 группа) и сочетанном поражении (2 группа) и

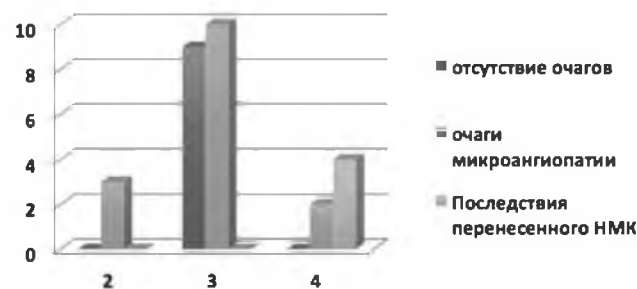


Рис. 1. Соотношение степени ХСМН и изменений вещества головного мозга у пациентов с изолированными патологическими извитостями ВСА по данным МСКТ.

Таблица 1. Соотношение степени ХСМН и изменений вещества головного мозга у пациентов с изолированными патологическими извитостями ВСА по данным МСКТ

Степень ХСМН	Количество пациентов	Изменения вещества головного мозга по данным МСКТ
II	3	очаги микроангиопатии
III	19	отсутствие очагов (9) очаги микроангиопатии (10)
IV	6	ликворная киста (1) очаги микроангиопатии (1) последствия НМК (4)

статистической обработке результатов была получена корреляция между состоянием сонных артерий и наличием очагового поражения головного мозга. Так было выявлено, что пациенты в группе сочетания патологических извитостей и стенозов ВСА характеризовались выраженным хроническим ишемическим поражением головного мозга ($p=0,012$).

Группа I. изолированные патологические извитости ВСА (28 пациентов)

Отмечена меньшая выраженность изменений вещества головного мозга у пациентов в данной группе. В 9 случаях мы не выявили очагового поражения, в 15 случаях отмечены мелкие очаги микроангиопатии и отдельные ликворные кисты, у 4 пациентов мы отме-

тили участки и зоны кистозно-глиозных изменений. Необходимо отметить, что клиническая симптоматика у пациентов была выражена в большей степени по сравнению с результатами РКТ головного мозга (табл. 1, рис. 1), по мере увеличения степени ХСМН постепенно прогрессировали изменения в веществе головного мозга.

Преобладали в данной группе S- и C-образные деформации, реже выявлялись перегибы под острым углом, петлеобразование отмечено у 2 пациентов (табл. 2, рис. 2а). При сопоставлении формы извитости и выраженности поражения вещества головного мозга корреляции изменений не было отмечено. При изолированных патологических извитостях ВСА в 3 случаях

Таблица 2. Распределение вариантов патологических извитостей по форме при изолированном поражении

Вариант патологической извитости	Количество пациентов
S-образная извитость	11
C-образная извитость	10
Перегиб под острым углом (кинкинг)	5
Петлеобразная деформация (койлинг)	2
Всего	28

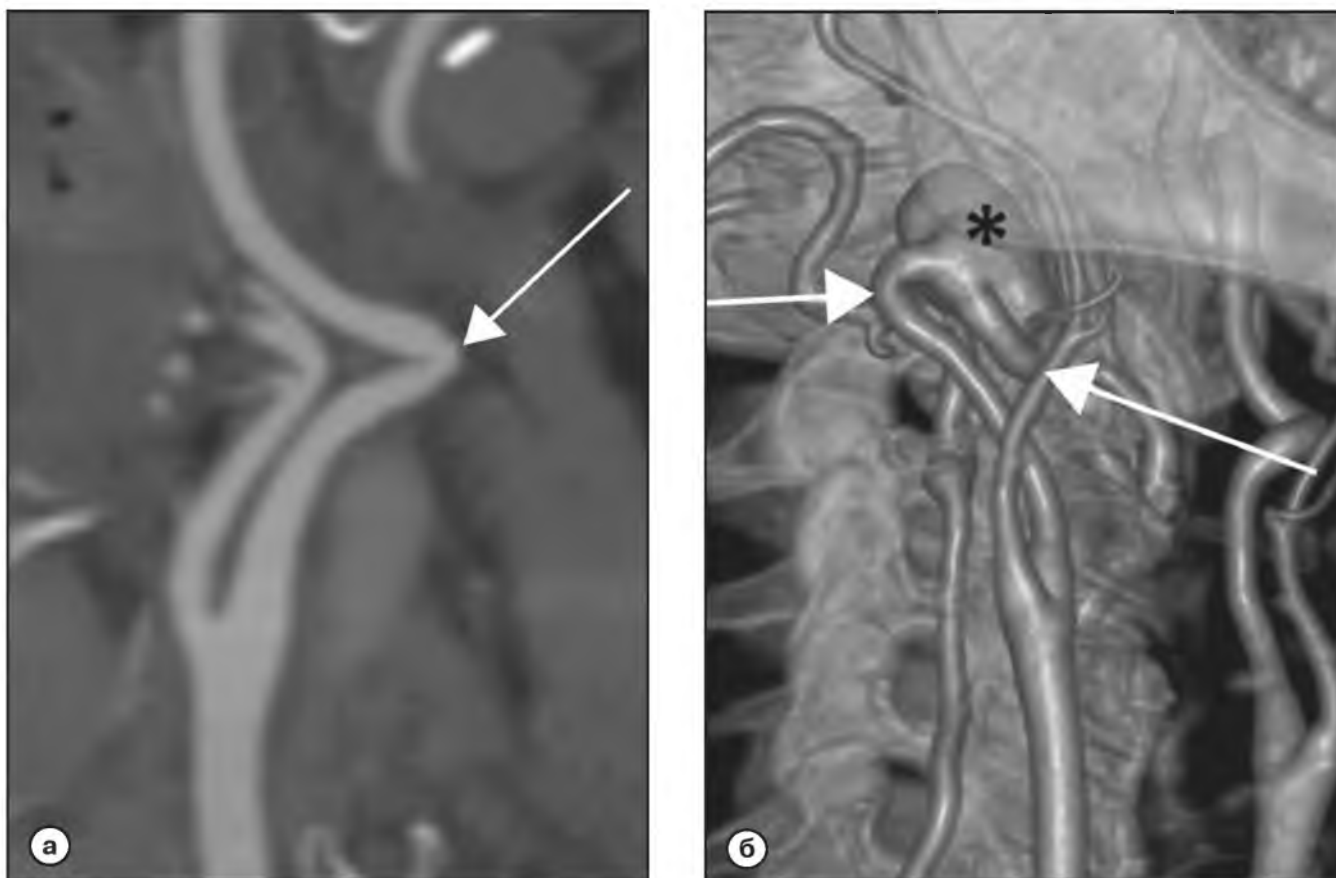


Рис. 2. КТ-ангиография внутренних сонных артерий, артериальная фаза, трехмерная реконструкция.
 а – извитость с перегибом (кинкинг) правой ВСА (белая стрелка);
 б – сочетание S-образной патологической извитости правой ВСА (белые стрелки) с формированием мешотчатой истинной аневризмы (звездочка).

Таблица 3. Соотношение степени ХСМН и изменений вещества головного мозга у пациентов с сочетанием патологической извитости ВСА и стенозирующего атеросклеротического поражения по данным МСКТ

Степень ХСМН	Количество пациентов	Изменения вещества головного мозга по данным МСКТ
I	6	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствие очагов (2) • очаги микроангиопатии (3) • последствия НМК (1)
II	2	<ul style="list-style-type: none"> • очаги микроангиопатии (1) • последствия НМК (1)
III	9	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствие очагов (2) • очаги микроангиопатии (5) • последствия НМК (2)
IV	25	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствие очагов (6) • очаги микроангиопатии (12) • последствия НМК (7)

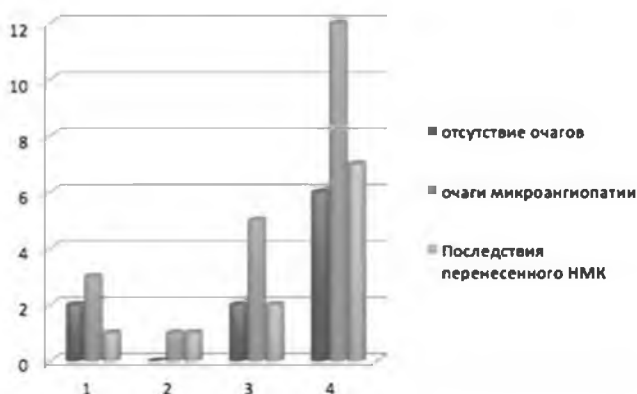


Рис. 3. Соотношение степени ХСМН и изменений вещества головного мозга у пациентов с сочетанием патологической извитости ВСА и окклюзирующего атеросклеротического поражения по данным МСКТ.

при предоперационном обследовании выявлено формирование мешотчатых аневризм – двух истинных (рис. 2б) и одной – ложной.

В соответствии с показанием к оперативному вмешательству у данной группы пациентов (со степенью ХСМН II-IV) стало повышение линейной скорости кровотока (ЛСК) в зоне деформации до 150 см/с и более и/или повышение ЛСК в зоне деформации более чем в 2 раза по сравнению с проксимальным отделом ВСА, также регистрация турбулентного кровотока в просвете ВСА.

При этом связи между значением скорости кровотока на стороне поражения и формой артерии, а также между скоростью кровотока и выраженностью ишемических изменений головного мозга выявлено не было.

Группа II, сочетание патологической извитости ВСА со стенозирующим атеросклеротическим поражением (42 пациента)

Проявления ишемического поражения вещества головного мозга в данной группе выражены в большей степени. (табл. 3, рис. 3). Так в 11 случаях определялись зоны и участки кистозно-глиозных изменений в рамках перенесенных нарушений мозгового кровооб-

ращения; у 20 пациентов были отмечены выраженные в различной степени очаги микроангиопатии, а также отдельные ликворные кисты. В 11 случаях в головном мозге не было выявлено очагового поражения.

Клиническая симптоматика у пациентов соответствовала выявленным при компьютерной томографии изменениям – с постепенным нарастанием выраженности поражения вещества головного мозга у пациентов с III и IV степенью ХСМН.

В данной группе не было сочетания патологических изменений во внутренней сонной артерии с формированием аневризмы истинного или ложного характера. Наиболее частым вариантом патологических извитостей стали С- и S-образные деформации (рис. 4 а,б). Перегибы под острым углом выявлялись у меньшего количества пациентов, самым редким вариантом также стало петлеобразование (табл. 4).

Интраоперационные результаты

Все данные, выявленные при компьютерной томографии, были подтверждены интраоперационно (рис. 5 а,б). В 1 случае в 1-й группе (изолированные патологические извитости) – в раннем послеоперационном периоде развились признаки гиперперфузионного синдрома, которые далее были купированы. Среди пациентов 2-й группы в 1 случае диагностирован малый ишемический инсульт.

Обсуждение

Широкая распространенность патологических извитостей ВСА среди пациентов трудоспособного возраста и возможность развития ишемических изменений обуславливают высокий интерес к данной патологии. При естественном течении заболевания со временем могут увеличиваться гемодинамические изменения в сонных артериях с нарастанием симптомов сосудистой мозговой недостаточности [1], а до 56% пациентов отмечают преходящий или постоянный неврологический дефицит.

Таблица 4. Распределение вариантов патологических извитостей по форме при сочетании со стенозирующим поражением

Тип деформации	Количество пациентов
S-образная деформация	16
C-образная деформация	14
Перегиб под острым углом (кинкинг)	10
Петлеобразная деформация (койлинг)	2
Всего	42

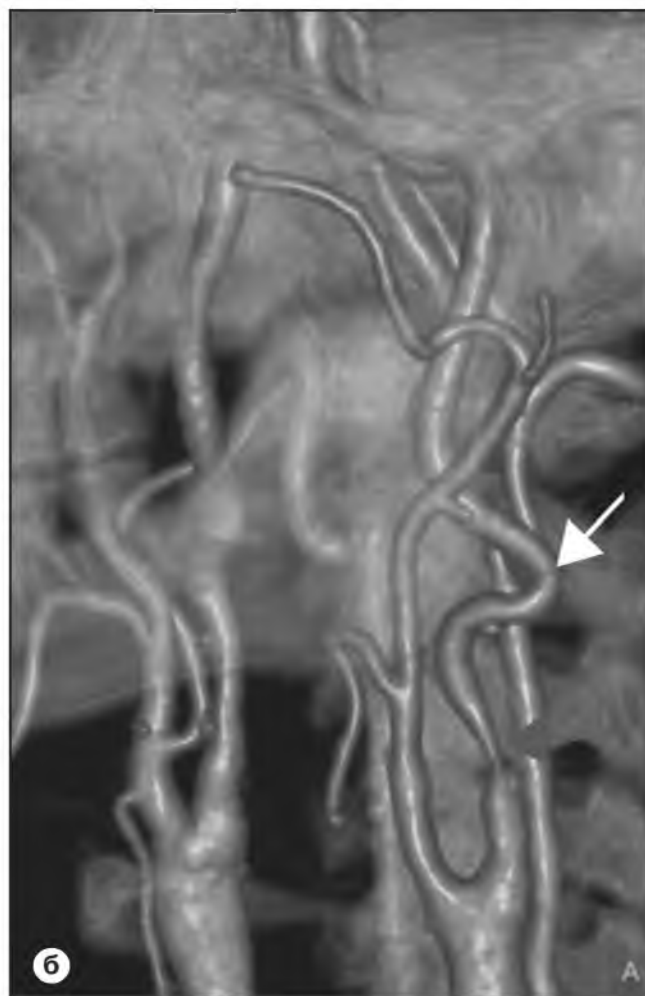
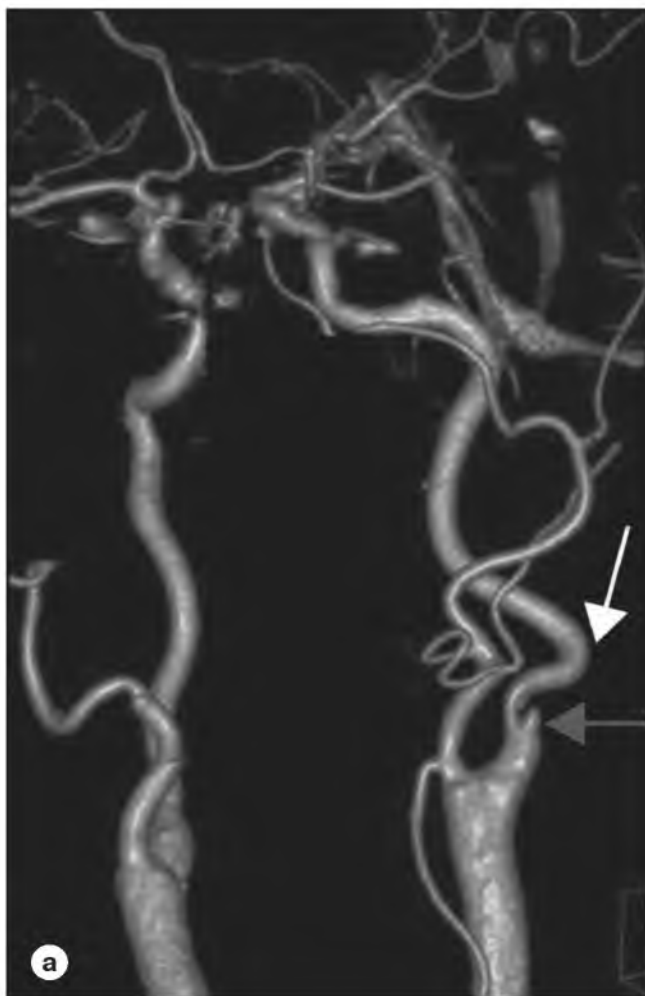


Рис. 4. КТ-ангиография внутренних сонных артерий, артериальная фаза, трехмерная реконструкция: S-образная деформация левой ВСА (белая стрелка), стеноз левой ВСА (красная стрелка).

Наличие и характеристика неврологической симптоматики, гемодинамические изменения на уровне извитости сонной артерии и состояние вещества головного мозга выступают одними из основных критериев для определения целесообразности и возможности оперативного вмешательства. Поэтому для таких пациентов перед операцией принципиальны детальная оценка состояния артерий и выявление ишемических изменений в веществе головного мозга.

В проведенной работе различные проявления ишемического поражения вещества головного мозга (зоны кистозно-глиозных изменений, ликворные кисты, признаки

микроангиопатии) значительно чаще отмечались в случаях сочетания патологических извитостей со стенозами ВСА. На настоящий момент существуют только отдельные литературные источники, в которых сравнивается наличие патологических извитостей сонных артерий и состояние вещества головного мозга с применением статистической обработки [7-9]. В подобных работах отмечается больший риск ишемического поражения вещества головного мозга при патологических извитостях сонных артерий.

В группе изолированных патологических извитостей было отмечено формирование двух аневризм - что

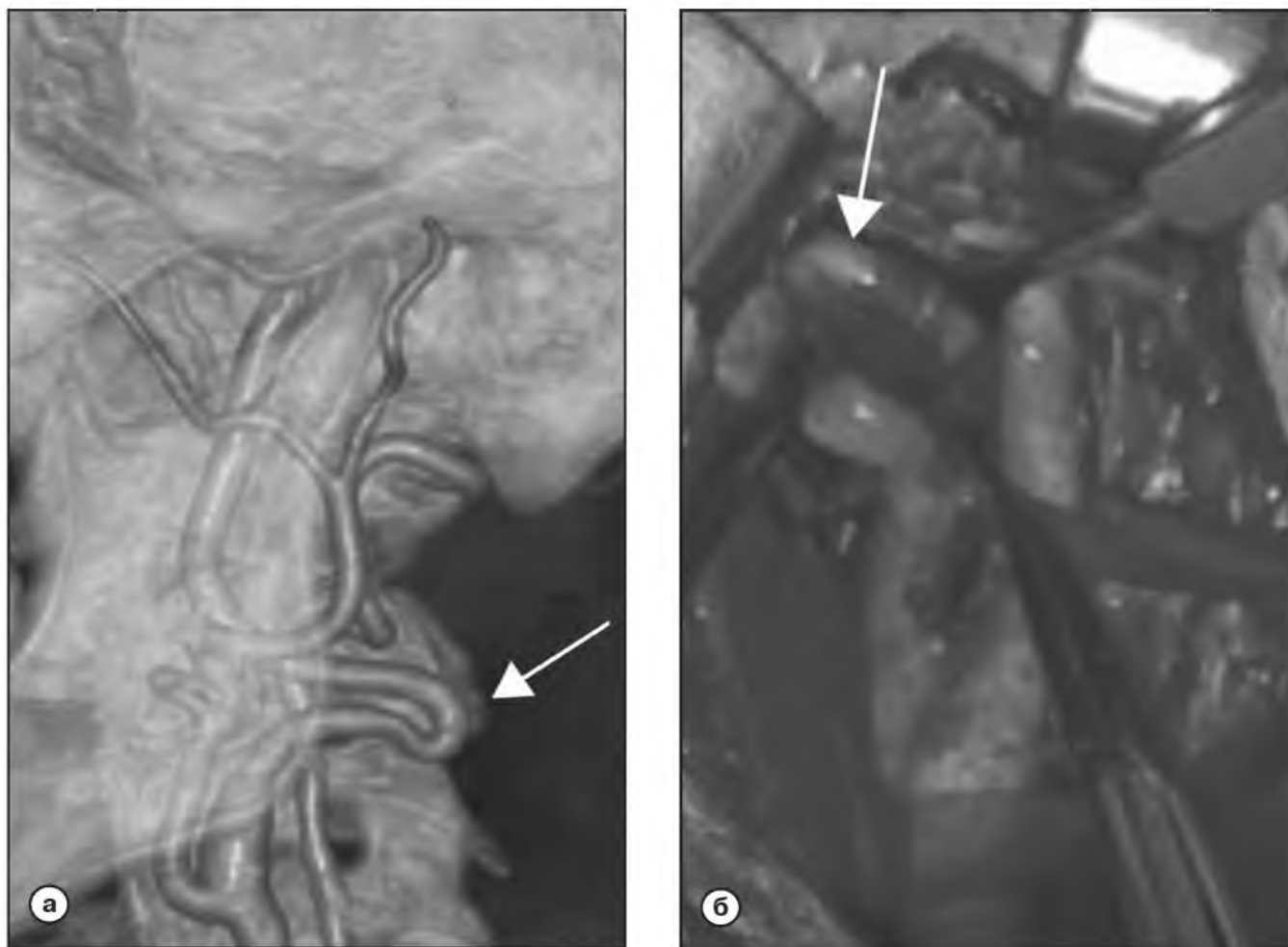


Рис. 5. Сопоставление результатов КТ-ангиографии и интраоперационных данных.
 а - КТ-ангиография, артериальная фаза, трехмерная реконструкция, S-образная патологическая извитость ВСА - белая стрелка;
 б - интраоперационное фото, S-образная патологическая извитость ВСА (белая стрелка).

позволяет предположить большую выраженность изменения соединительной ткани. Подобные результаты коррелируют с данными современной литературы [2,10,11], также отмечается связь между наличием патологических извитостей сонных артерий и формированием аневризм различной локализации [12,13].

Необходимо отметить, что компьютерная томография обладает ограничениями при анализе различных поражений вещества головного мозга, в том числе ишемического характера [14,15]. Несмотря на это, с учетом повсеместной распространенности метода, компьютерная томография на настоящий момент активно внедряется в алгоритм обследования перед оперативным вмешательством на сонных артериях, что обуславливает необходимость не только прицельного анализа состояния сосудистого русла, но и вещества головного мозга.

Заключение

Отмечена высокая информативность КТ-ангиографии в оценке состояния сонных артерий и вещества головного мозга у пациентов с изолированными патологическими извитостями, а также при сочетании со стенозирующим поражением ВСА. При сочетании патологических извитостей и стенозирующего процесса во ВСА получены данные о более выраженном поражении вещества головного мозга.

Клинические проявления ХСМН в целом были больше выражены по сравнению с изменениями вещества головного мозга по данным компьютерной томографии, однако прослеживалась корреляция между нарастанием степени ХСМН и усугублением состояния вещества головного мозга. ■

Список литературы

1. Бокерия Л.А., Покровский А.В., Сокурено Г.Ю. и др. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями брахиоцефальных артерий. М.: 2013; 72.
2. Welby J.P., Kim S.T., Carr C.M., et al. Carotid Artery Tortuosity Is Associated with Connective Tissue Diseases. *Am. J. Neuroradiol.* 2019; 40(10): 1738-1743. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6218>
3. Cambria R.P. 2017 European Society for Vascular Surgery guidelines for management of carotid and vertebral artery disease. *J. Vasc. Surg.* 2018; 67(2): 361-362. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.10.064>
4. AbuRahma A.F., et al. Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines for management of extracranial cerebrovascular disease. *J. Vasc Surg.* 2022; 75(1): 4S-22S. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.04.073>
5. Вишнякова (мл) М.В., Пронин И.Н., Ларьков Р.Н., Вишнякова М.В. Детализация окклюзирующего поражения внутренней сонной артерии при компьютерно-томографической ангиографии для планирования реконструктивных операций. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2017; 98(2): 69-77. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2017-98-2-69-77>
6. Мамедов Ф.Р., Арутюнов Н.В., Усачев Д.Ю. и др. Современные методы нейровизуализации при стенозирующей и окклюзирующей патологии сонных артерий. *Лучевая диагностика и терапия.* 2012; 3(3): 109-116.
7. Chen Y.C., Wei X.E., Lu J., et al. Correlation Between Internal Carotid Artery Tortuosity and Imaging of Cerebral Small Vessel Disease. *Front. Neurol.* 2020; 11: 567232. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.567232>
8. Noh S.M., Kang H.G. Clinical significance of the internal carotid artery angle in ischemic stroke. *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 4618. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37783-1>
9. Yin L., Li Q., Zhang L., et al. Correlation between cervical artery kinking and white matter lesions. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2017; 157: 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2017.04.003>
10. Yu J., Qu L., Xu B., et al. Current understanding of dolichoarteriopathies of the internal carotid artery: a review. *Int. J. Med. Sci.* 2017; 14(8): 772-784. <https://doi.org/10.7150/ijms.19229>
11. Гавриленко А.В., Абрамян А.В., Кочетков В.А., Осколкова С.А. Клинико-морфологические аспекты патологической извитости внутренней сонной артерии. *Анналы хирургии.* 2019; 24(6): 402-408. <https://doi.org/10.24022/1560-9502-2019-24-6-402-408>
12. Kliś K.M., Krzyżewski R.M., Kwinta B.M., et al. Tortuosity of the Internal Carotid Artery and Its Clinical Significance in the Development of Aneurysms. *J. Clin. Med.* 2019; 8(2): 237. <https://doi.org/10.3390/jcm8020237>
13. Ballotta E., Da Giau G., Bottio T. Elongation of the internal carotid artery and abdominal aortic aneurysm: is there a relationship? *J. Cardiovasc. Surg.* 1999; 40(1): 21-6.
14. Caunca M.R., De Leon-Benedetti A., Latour L., et al. Neuroimaging of Cerebral Small Vessel Disease and Age-Related Cognitive Changes. *Front. Aging. Neurosci.* 2019; 11: 145. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00145>
15. Das A.S., Regenhardt R.W., Vernooij M.W., et al. Asymptomatic Cerebral Small Vessel Disease: Insights from Population-Based Studies. *J. Stroke.* 2019; 21(2): 121-138. <https://doi.org/10.5853/jos.2018.03608>

References

1. Bokeriya LA, Pokrovskii AV, Sokurenko GYu, et al. National guidelines for the evaluation of patients with brachiocephalic arteries. М.: 2013; 72 [In Russ].
2. Welby JP, Kim ST, Carr CM, et al. Carotid Artery Tortuosity Is Associated with Connective Tissue Diseases. *Am. J. Neuroradiol.* 2019; 40(10): 1738-1743. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6218>
3. Cambria RP. 2017 European Society for Vascular Surgery guidelines for management of carotid and vertebral artery disease. *J. Vasc. Surg.* 2018; 67(2): 361-362. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.10.064>
4. AbuRahma AF, et al. Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines for management of extracranial cerebrovascular disease. *J. Vasc Surg.* 2022; 75(1): 4S-22S. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.04.073>
5. Vishnyakova MV (Jr), Pronin IN, Lar'kov RN, Vishnyakova MV. Computed angiography in dedicated assessment of occlusive carotid disease for reconstructive surgery planning. *Vestnik rentgenologii i radiologii.* 2017; 98(2): 69-77 [In Russ]. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2017-98-2-69-77>
6. Mamedov FR, Arutyunov NV, Usachev DYU, et al. Modern neuroimaging methods in carotid arteries stenosis and occlusion. *Luhevaya diagnostika i terapiya.* 2012; 3(3): 109-116 [In Russ].

7. Chen YC, Wei XE, Lu J, et al. Correlation Between Internal Carotid Artery Tortuosity and Imaging of Cerebral Small Vessel Disease. *Front. Neurol.* 2020; 11: 567232.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2020.567232>

8. Noh SM, Kang HG. Clinical significance of the internal carotid artery angle in ischemic stroke. *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 4618.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-37783-1>

9. Yin L, Li Q, Zhang L, et al. Correlation between cervical artery kinking and white matter lesions. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2017; 157: 51-54.

<https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2017.04.003>

10. Yu J, Qu L, Xu B, et al. Current understanding of dolichoarteriopathies of the internal carotid artery: a review. *Int. J. Med. Sci.* 2017; 14 (8): 772-784.

<https://doi.org/10.7150/ijms.19229>

11. Gavrilenko AV, Abramyan AV, Kochetkov VA, Oskolkova SA. Clinical and morphological aspects of the pathological tortuosity of the internal carotid artery. *Annaly khirurgii.* 2019; 24(6): 402-408 [In Russ].

<https://doi.org/10.24022/1560-9502-2019-24-6-402-408>

12. Kliš KM, Krzyżewski RM, Kwinta BM, et al. Tortuosity of the Internal Carotid Artery and Its Clinical Significance in the Development of Aneurysms. *J. Clin. Med.* 2019; 8(2): 237.

<https://doi.org/10.3390/jcm8020237>

13. Ballotta E, Da Giau G, Bottio T. Elongation of the internal carotid artery and abdominal aortic aneurysm: is there a relationship? *J. Cardiovasc. Surg.* 1999; 40(1): 21-6.

14. Caunca MR, De Leon-Benedetti A, Latour L, et al. Neuroimaging of Cerebral Small Vessel Disease and Age-Related Cognitive Changes. *Front. Aging. Neurosci.* 2019; 11: 145.

<https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00145>

15. Das AS, Regenhardt RW, Vernooij MW, et al. Asymptomatic Cerebral Small Vessel Disease: Insights from Population-Based Studies. *J. Stroke.* 2019; 21(2): 121-138.

<https://doi.org/10.5853/jos.2018.03608>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ВИШНЯКОВА МАРИНА ВАЛЕНТИНОВНА – [ORCID: 0000-0003-3838-636X]

д.м.н., врач-рентгенолог, заведующая отделением лучевой диагностики, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» (МНИКИ)

ЛАРЬКОВ РОМАН НИКОЛАЕВИЧ – [ORCID: 0000-0002-2778-4699]

д.м.н., врач-сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением хирургии сосудов и ишемической болезни сердца, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» (МНИКИ)

ЗАГАРОВ СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ – [ORCID: 0000-0002-9917-7652]

врач-сердечно-сосудистый хирург, младший научный сотрудник, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» (МНИКИ)

САЛОМАТИН ПАВЕЛ ВИТАЛЬЕВИЧ – [ORCID: 0000-0002-9292-8302]

врач-рентгенолог, младший научный сотрудник, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» (МНИКИ)

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Работа выполнена на базе отделений хирургии сосудов и ИБС и отдела лучевой диагностики ГБУЗ МО МНИКИ им. М.Ф. Владимирского.