



Значение КТ-ангиографии в выявлении патологии экстракраниальных сонных и вертебральных артерий у пациентов в острейшем периоде разрыва аневризм головного мозга

©Е.И. Зяблова^{1,2*}, В.А. Порханов^{1,2}, В.Е. Сеницын³, Д.Д. Зяблова², Е.Е. Иванина²

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

³ Медицинский научно-образовательный центр МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*Е.И. Зяблова, ГБУЗ НИИ – ККБ № 1, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, elenazyablova@inbox.ru

Поступила в редакцию 5 сентября 2022 г. Исправлена 28 сентября 2022 г. Принята к печати 17 октября 2022 г.

Резюме

Введение: Компьютерная томография (КТ) головного мозга и КТ-ангиография (КТАГ) являются общепринятыми методами лучевой диагностики при обследовании пациентов с подозрением на острое внутримозговое кровоизлияние (ВМК) вследствие разрыва аневризм головного мозга (АГМ). Существуют различные протоколы выполнения КТ и КТАГ, в частности, зона исследования может ограничиваться только областью головного мозга или захватывать и брахиоцефальные артерии (БЦА) с дугой аорты с целью диагностики сопутствующей сосудистой патологии.

Цель исследования: Определение вклада КТАГ в выявлении патологии экстракраниальных отделов БЦА и ее клинической значимости у пациентов, обследуемых по поводу острых внутримозговых кровоизлияний вследствие разрыва АГМ.

Материал и методы: В исследование были включены 275 пациентов, пролеченных в нейрохирургическом отделении ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края по поводу острого не-травматического внутричерепного кровоизлияния (нВЧК) вследствие разрыва АГМ, с сентября 2017 по август 2020 г. Всем больным выполнялись КТ и КТАГ. При КТАГ область сканирования захватывала как интракраниальные, так и экстракраниальные артерии (от уровня дуги аорты до кожного покрова темени). Осуществлялся анализ наличия и форм патологических изменений БЦА (стенозы, окклюзии, патологические изгибы, гипоплазии).

Результаты: Атеросклеротические поражения внутренних сонных артерий и позвоночных артерий были диагностированы у 95 пациентов (34,5% от общего количества больных, включенных в исследование). У 13 (4,7%) стенозы были гемодинамически значимыми. Выявлена высокая частота патологических изгибов БЦА (122 пациента, 44,3%) и гипоплазии позвоночных артерий (59 случаев, 21,5%). Установлено, что наличие стенозов БЦА и врожденных аномалий позвоночных (но не сонных) артерий было связано с более высокой частотой неблагоприятных исходов после эндоваскулярного лечения АГМ.

Заключение: Протокол КТАГ при остром нВЧК должен включать изучение артерий как головы, так и шеи (до дуги аорты). Такой алгоритм позволяет выявить значительное число сопутствующих аномалий БЦА, которые имеют большое значение при планировании и успешном выполнении эндоваскулярного лечения интракраниальных АГМ.

Ключевые слова: КТ-ангиография, аневризма, субарахноидальное кровоизлияние, атеросклероз брахиоцефальных артерий, аномалии развития брахиоцефальных артерий

Цитировать: Зяблова Е.И., Порханов В.А., Сеницын В.Е., Зяблова Д.Д., Иванина Е.Е. Значение КТ-ангиографии в выявлении патологии экстракраниальных сонных и вертебральных артерий у пациентов в острейшем периоде разрыва аневризм головного мозга. *Инновационная медицина Кубани*. 2023;(1):21–28. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-1-21-28>



Role of CT Angiography in Detection of Extracranial Carotid and Vertebral Artery Disease in Patients With Acutely Ruptured Intracranial Aneurysms

©Elena I. Zyablova^{1,2*}, Vladimir A. Porhanov^{1,2}, Valentin E. Sinitsyn³, Darya D. Zyablova², Elena E. Ivanina²

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

³ Medical Scientific and Educational Center of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

* Elena I. Zyablova, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, ulitsa 1 Maya 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation, elenazyablova@inbox.ru

Received: September 5, 2022. Received in revised form: September 28, 2022. Accepted: October 17, 2022.

Abstract

Introduction: Computed tomography (CT) and CT angiography are standard imaging modalities for suspected acute intracerebral hemorrhage due to ruptured intracranial aneurysms. In this clinical setting, several protocols of computed tomography and CT angiography may be implemented. The standard CT angiography protocol is limited to intracranial vessels. The extended protocol may also include carotid and vertebral arteries and the aortic arch.

Objective: To define the CT angiography role in detection of extracranial carotid and vertebral artery disease and clinical significance of this method for patients with suspected acute intracerebral hemorrhages due to ruptured intracranial aneurysms.

Materials and methods: The study included 275 neurosurgical patients with acute nontraumatic intracranial hemorrhages due to ruptured intracranial aneurysms who were treated in Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation) from September 2017 to August 2020. Computed tomography and CT angiography were performed in all patients. The scanned area included both intracranial and extracranial arteries (an arch-to-vertex angiogram) to detect extracranial carotid and vertebral artery diseases such as stenoses, occlusions, tortuosity, and hypoplasia.

Results: Atherosclerosis of internal carotid and vertebral arteries was diagnosed in 95 patients (34.5% of the total number of patients included in the study). In 13 (4.7%) patients these stenoses were hemodynamically significant. We identified a high frequency of tortuous carotid and vertebral arteries (122 cases, 44.3%) and vertebral artery hypoplasia (59 cases, 21.5%). The carotid and vertebral artery stenoses and congenital anomalies of vertebral arteries (however, not of carotid arteries) were associated with a higher incidence of unfavorable outcomes after endovascular treatment of intracranial aneurysms.

Conclusions: The optimal CT angiography protocol for acute nontraumatic intracranial hemorrhage should focus on the arteries of the head and neck (up to the aortic arch). This protocol shows higher detection rate of concomitant anomalies of carotid and vertebral arteries. These findings are important for planning and successful performance of endovascular treatment for intracranial aneurysms.

Keywords: CT angiography, aneurysm, subarachnoid hemorrhage, atherosclerosis of the brachiocephalic arteries, brachiocephalic artery anomaly

Cite this article as: Zyablova EI, Porhanov VA, Sinitsyn VE, Zyablova DD, Ivanina EE. Role of CT angiography in detection of extracranial carotid and vertebral artery disease in patients with acutely ruptured intracranial aneurysms. *Innovative Medicine of Kuban*. 2023;(1):21–28. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-1-21-28>

Введение

Компьютерная томография (КТ) головного мозга и КТ-ангиография (КТАГ) являются общепринятыми методами лучевой диагностики при обследовании пациентов с подозрением на острое нетравматическое внутричерепное кровоизлияние (нВЧК) вследствие разрыва аневризм артерий головного мозга (АГМ) [1–17]. На практике применяются различные протоколы выполнения КТ и КТАГ, в частности, зона исследования при КТ может ограничиваться только областью головного мозга или же захватывать и брахиоцефальные артерии (БЦА) с дугой аорты с целью диагностики сопутствующей сосудистой патологии. До настоящего времени не существовало единого мнения относительно оптимального подхода к выбору протокола КТАГ при экстренных обследованиях таких пациентов. Важно отметить, что имеющиеся международные и отечественные рекомендации в основном предлагают проводить КТ и КТАГ головного мозга при АГМ, не упоминая о необходимости исследования БЦА в остром периоде болезни [1, 6, 9].

В то же время имеются немногочисленные работы, указывающие на высокую частоту патологии экстракраниальных артерий у пациентов с ишемическими и геморрагическими инсультами [10–17]. Исследований по оценке роли КТА в выявлении аномалий БЦА у больных с разрывами АГМ практически нет. Соответственно, целью данной работы явилось определение вклада КТАГ в выявление патологии экстракраниальных отделов БЦА и оценка ее клинической значимости у пациентов, обследуемых по поводу острых внутримозговых кровоизлияний вследствие разрыва аневризм головного мозга.

Материал и методы

Ретроспективно в исследование были включены 275 пациентов (143 мужчин, 132 женщины) в возрасте от 31 до 85 лет (средний возраст 55 ± 8,4 лет), поступивших в нейрохирургическое отделение ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края (НИИ – ККБ № 1) по поводу острого

нетравматического внутримозгового кровоизлияния вследствие разрыва АГМ с сентября 2017 по август 2020 г.

Все больные доставлены в приемный покой в острейшем периоде разрыва АГМ. При поступлении всем им выполнена бесконтрастная КТ головного мозга. С помощью нативной КТ подтверждался факт нВЧК. При подтверждении диагноза острого кровоизлияния всем пациентам немедленно (в пределах 30 мин) выполнялась комбинированная КТАГ артерий головного мозга и экстракраниальных БЦА до уровня дуги аорты.

Нативная КТ проводилась по стандартной методике на 64 или 256-рядных томографах различных производителей. Исследование выполнялось в положении пациента «лежа на спине», направление сканирования – краниокаудальное (головой в сторону гентри). Толщина среза составляла 2 мм. Реконструкции выполнялись с использованием мягкотканых и костных «ядер».

КТАГ артерий головного мозга и БЦА выполнялась на двухтрубном 256-срезовом компьютерном томографе Definition Flash (производитель – Siemens Healthineers, ФРГ). Положение пациента выбиралось как при нативном сканировании. Область исследования планировалась по двум цифровым топограммам в прямой и боковой проекции, от дуги аорты до темени. Направление сканирования – каудокраниальное. Контрастный препарат вводился через периферический венозный катетер (размер 16–18G), соединяющийся с автоматическим бесколбовым шприцом-инжектором (Ulrich, ФРГ). Скорость введения контрастного препарата выбиралась в пределах 4–5 мл/с, в зависимости от состояния периферических вен пациента и размера установленного катетера. Объем вводимого неионного контрастного препарата с концентрацией 300–350 мг/мл составлял 50–70 мл.

Начало сканирования контролировалось с помощью автоматической программы болус-трекинга, область интереса размещалась на уровне дуги аорты, пороговая плотность повышения плотности крови при контрастировании устанавливалась в 100 HU. Толщина среза составляла 0,75 мм, питч 0,6 мм (перекрывание 0,15 мм).

Реконструкции строились с помощью высокой и низкой энергий – 100 kV и 140 kV. При анализе изображений выполнялись мультипланарные реконструкции, проекции максимальной интенсивности сигнала с тонким слоем.

Целями анализа серий срезов и реконструкций, полученных при КТА, были:

– Поиск артериальных аневризм (АА) или артериовенозных мальформаций (АВМ) артерий головного мозга, как вероятных источников внутримозгового кровоизлияния (ВМК) или субарахноидального кровоизлияния.

– Выявление врожденных и приобретенных аномалий и вариантов развития интра- и экстракраниальных артерий (патологическая извитость, сосудистые петли) [18].

– Диагностика артериальных бляшек и вызываемых ими стенозов, диссекций стенок артерий, тромбов и тромбозов.

Степень стенозов артерий рассчитывалась по шкале NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial, Североамериканское исследование каротидной эндартерэктомии у симптомных пациентов) [19–20]. Пациенты были разделены на подгруппы, в зависимости от тяжести стеноза: стенозы до 50%, стенозы от 51 до 70%, стенозы от 71 до 99% и окклюзивный тромбоз 99–100%.

У 24% пациентов ($n = 67$) выполнялась церебральная катетерная ангиография (ЦАГ) с целью уточнения данных КТАГ, поиска источников кровоизлияния или проведения эндоваскулярной эмболизации аневризм.

По полученным результатам КТ и КТА определялась дальнейшая тактика лечения пациентов (эмболизация АГМ или клипирование).

Результаты

У включенных в исследование 275 пациентов с помощью КТА было выявлено 330 интракраниальных АГМ.

По результатам выполненных лучевых исследований клипирование аневризм микрохирургическим доступом выполнено 264 пациентам, эмболизация аневризм – 11 больным.

Согласно характеру выявленной при КТА патологии, пациенты с аномалиями БЦА были разделены на 5 групп:

Группа 1 – атеросклеротические поражения сонных артерий.

Группа 2 – атеросклеротические поражения позвоночных артерий.

Группа 3 – патологическая извитость сонных артерий.

Группа 4 – патологическая извитость позвоночных артерий.

Группа 5 – гипоплазия позвоночных артерий.

В группе 1 у 34,5% пациентов ($n = 95$) с интракраниальными АГМ были диагностированы атеросклеротические изменения внутренних сонных артерий (ВСА) в виде кальцинированных, смешанных и мягких бляшек, вызывающих их значимые и незначимые стенозы. Атеросклероз экстракраниальных сегментов ВСА чаще наблюдался у женщин ($n = 63$) в возрасте от 31 до 83 лет (средний возраст 62 года), у мужчин ($n = 32$) атеросклеротические бляшки выявлялись в возрасте от 33–85 лет (средний возраст 55 лет).

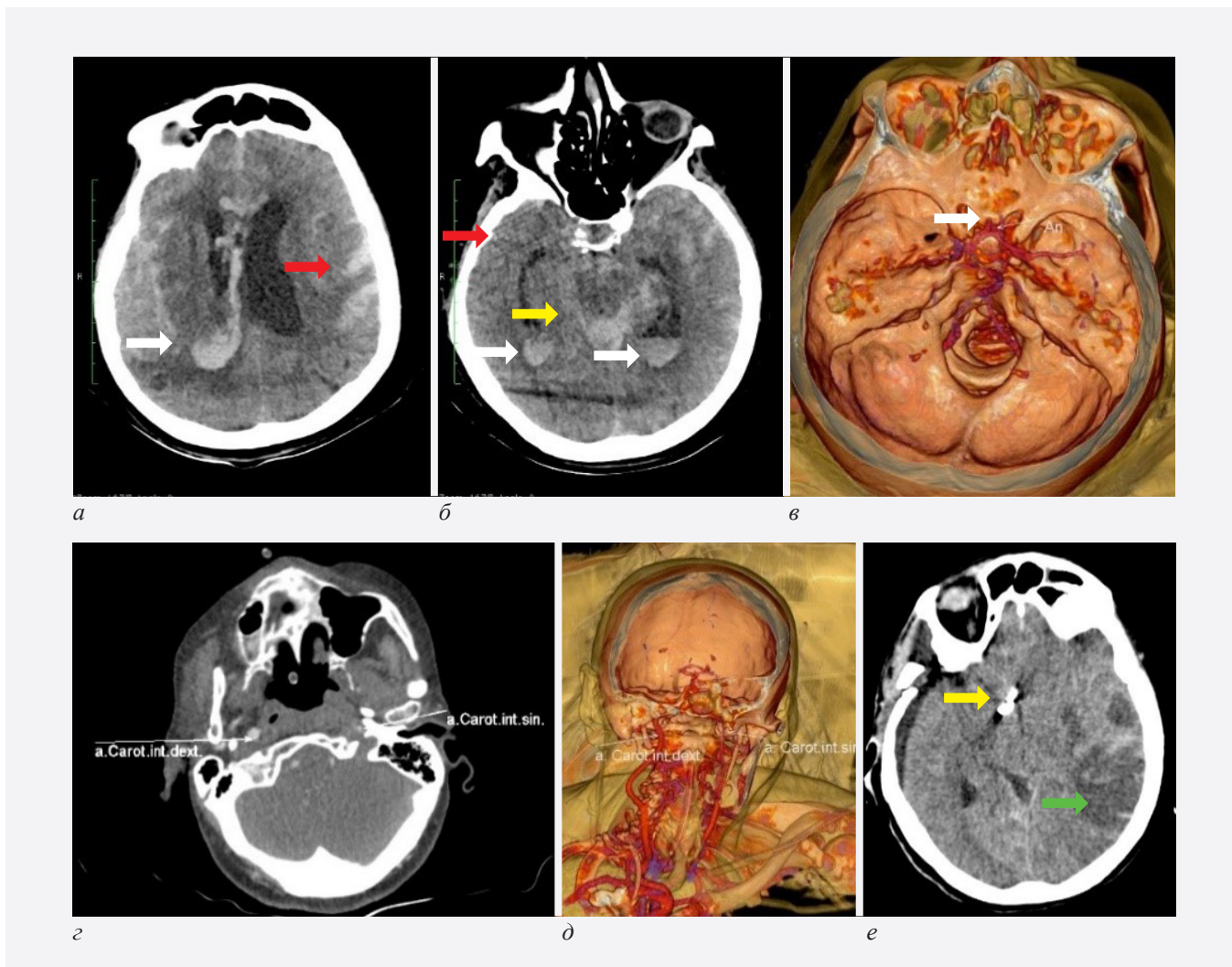


Рисунок 1. Пациент с нВЧК, 67 лет. а, б – нативная КТ. Имеется кровь в боковых желудочках мозга (белые стрелки), в цистернах (желтая стрелка), в бороздах обеих полушарий (красные стрелки). в, г, д – КТАГ БЦА выявила аневризму передней соединительной артерии (белая стрелка), окклюзию левой ВСА. е – послеоперационный КТ-контроль, нативное исследование, клипированная аневризма передней соединительной артерии (желтая стрелка), признаки ишемии вещества полушария в левом каротидном бассейне (зеленая стрелка)

Figure 1. Sixty-seven-year-old male patient with nontraumatic intracranial hemorrhage. а, б – Native computed tomography scans showed blood in the lateral ventricles (white arrows), cisterns (yellow arrow), and sulci of both hemispheres (red arrows). в, г, д – CT angiography of the carotid and vertebral arteries revealed an anterior communicating artery aneurysm (white arrow) and left internal carotid artery occlusion. е – The postoperative native computed tomography scan demonstrated a clipped anterior communicating artery aneurysm (yellow arrow) and signs of hemispheric ischemia in the left carotid bed (green arrow)

У 22 пациентов были выявлены стенозы ВСА (от 50 до 70%) в сочетании с интракраниальными АГМ (8% от общего количества больных, включенных в исследование), 4-м из них дополнительно выполнили ЦАГ. У 21 пациента из этой подгруппы проведено клипирование аневризм, одна пациентка по тяжести состояния не оперирована. Пример стеноза ВСА, выявленный в этой группе при КТАГ, показан на рисунке 1.

У 6 пациентов (2,2%) были обнаружены стенозы ВСА от 71 до 90%. У одного из них с целью лечения АГМ была произведена экстренная эмболизация (степень стеноза ВСА составляла 80%), остальным ($n = 5$)

больным было проведено микрохирургическое клипирование. 2 пациента со стенозом ВСА до 90% погибли в раннем послеоперационном периоде.

У одного пациента (0,4%) наблюдалась окклюзия одной из ВСА в сочетании с АГМ, ему было выполнено клипирование аневризмы. Ранний послеоперационный период был осложнен вазоспазмом и ишемией, однако в стабильном состоянии пациент был выписан.

В группе 2 со стенозами позвоночных артерий (от 70 до 90%), по данным КТАГ, было выявлено 3 пациента (1%). Выполнение ЦАГ для уточнения данных КТА понадобилось лишь в одном случае. У всех этих больных интракраниальные АГМ были клипированы.

Один пациент с 90%-м стенозом позвоночной артерии погиб в раннем послеоперационном периоде.

В группе 3 патологическая извитость ВСА была обнаружена у 74 пациентов (26,9% от общего числа больных с АГМ) (рис. 2). ЦАГ после КТАГ выполнили 17 пациентам. Эндоваскулярное лечение АА было проведено 6 пациентам, микрохирургическое клипирование – 68. Все пациенты после эндоваскулярного лечения из этой группы живы, выписаны из больницы с существенным улучшением клинической симптоматики.

В группе 4 патологическая извитость позвоночных артерий наблюдалась у 38 (13,8%) пациентов (рис. 3),

12 пациентам дополнительно к КТАГ была проведена ЦАГ. Эндоваскулярное лечение интракраниальной АГМ было выполнено одному пациенту, клипирование – в 37 случаях. 3 пациента из этой группы погибли в раннем послеоперационном периоде.

В группе 5 гипоплазия позвоночных артерий была выявлена у 59 пациентов (21,5%). ЦАГ была выполнена 12 пациентам. Эндоваскулярное лечение АГМ было проведено 2 пациентам, клипирование аневризм – 57. В раннем послеоперационном периоде погибли 6 больных.

У всех погибших пациентов смерть произошла на фоне вазоспазма, ишемии и отека головного мозга.

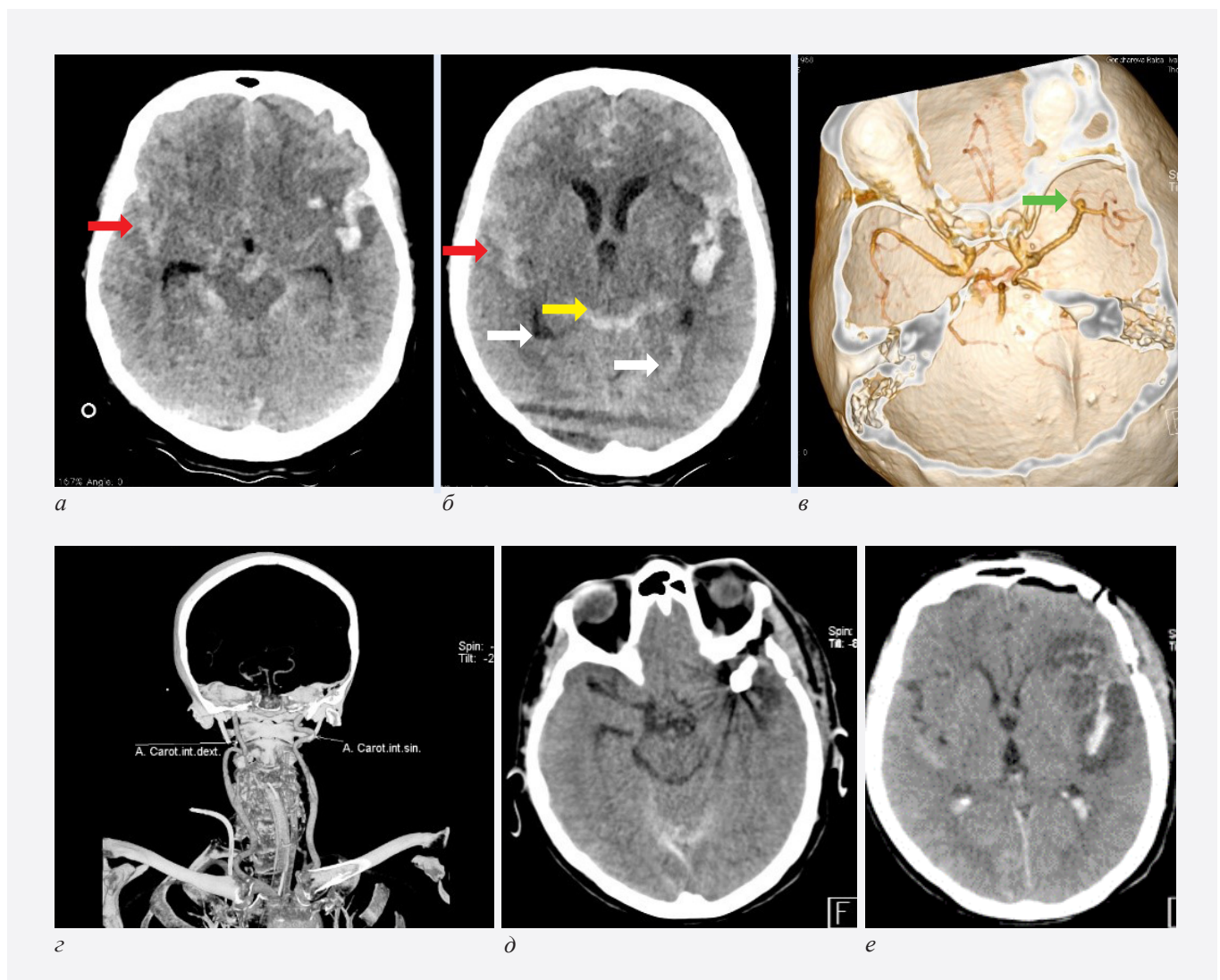


Рисунок 2. Пациентка, 59 лет, нВЧК. а, б – бесконтрастная КТ, определяется кровь в боковых желудочках мозга (белые стрелки), в цистернах (желтая стрелка), в бороздах обоих полушарий (красные стрелки). в, г – с помощью КТАГ БЦА выявлена аневризма левой средней мозговой артерии (зеленая стрелка), сосудистые петли ВСА (белые стрелки). д, е – бесконтрастная КТ, состояние после клипирования аневризмы левой средней мозговой артерии
 Figure 2. Fifty-nine-year-old female patient with nontraumatic intracranial hemorrhage. а, б – Noncontrast computed tomography scans showed blood in the lateral ventricles (white arrows), cisterns (yellow arrow), and sulci of both hemispheres (red arrows). в, г – CT angiography of the carotid and vertebral arteries revealed a left middle cerebral artery aneurysm (green arrow) and looping of the internal carotid artery (white arrows). д, е – Noncontrast computed tomography scans demonstrated the state following clipping of the left middle cerebral artery aneurysm

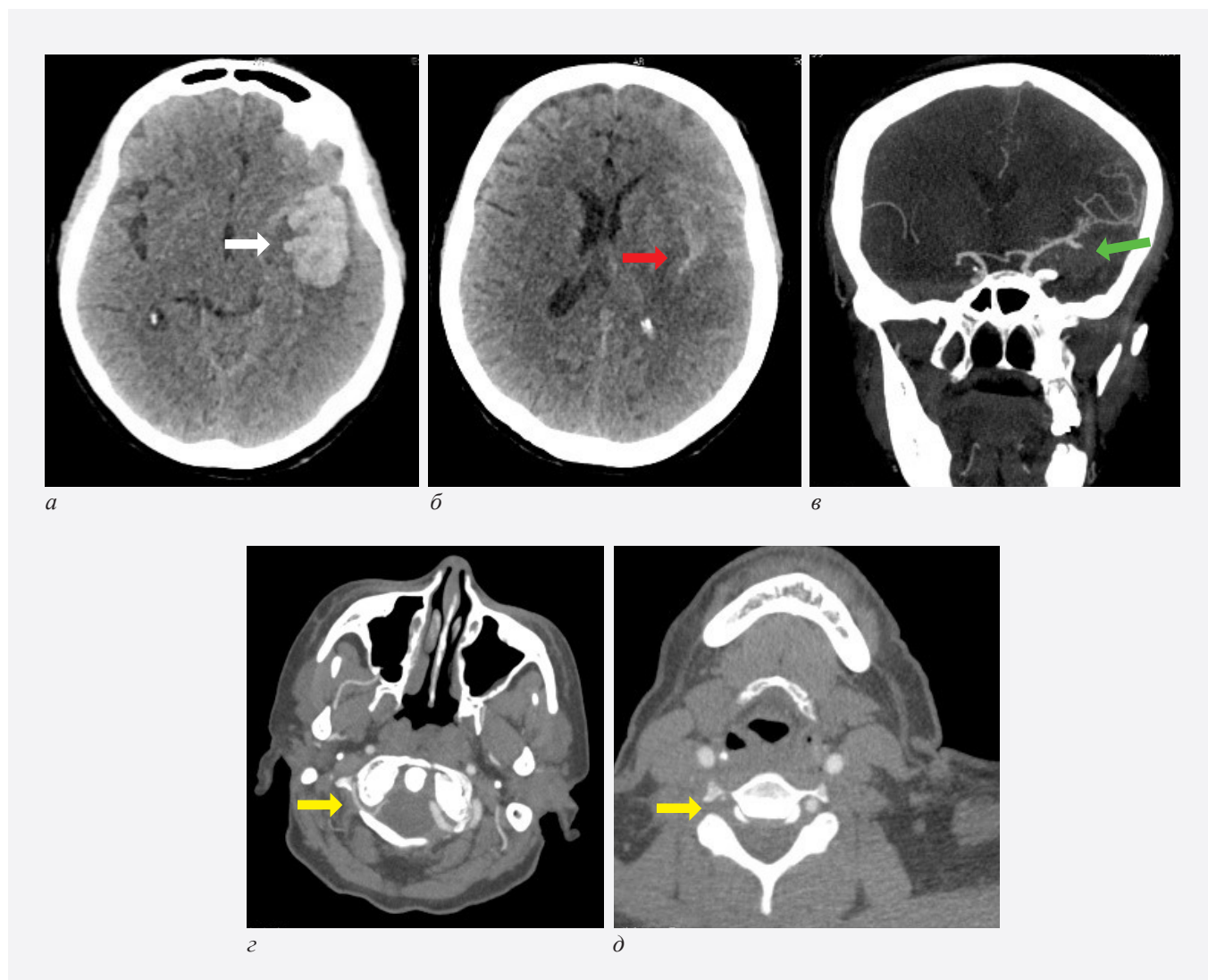


Рисунок 3. Пациентка, 63 года, нВЧК. а, б – бесконтрастная КТ, кровь определяется внутри паренхимы левой височной доли (белая стрелка), в бороздах левого полушария (красная стрелка). в, г, д – при КТАГ БЦА выявлена аневризма левой средней мозговой артерии (зеленая стрелка). Кроме того, обнаружена выраженная гипоплазия правой позвоночной артерии (желтые стрелки)

Figure 3. Sixty-three-year-old female patient with nontraumatic intracranial hemorrhage. а, б – Noncontrast computed tomography scans showed blood in the left temporal lobe parenchyma (white arrow) and sulci of the left hemisphere (red arrow). в, г, д – CT angiography of the carotid and vertebral arteries revealed a left middle cerebral artery aneurysm (green arrow) and significant right vertebral artery hypoplasia (yellow arrows)

Обсуждение

Результаты исследования указывают на высокую частоту врожденной или приобретенной патологии БЦА у пациентов с острым нВЧК в результате разрыва АГМ. Примерно у трети пациентов (34,5%) с нВЧК имелось атеросклеротическое поражение брахиоцефальных артерий, причем у 10,6% были обнаружены гемодинамически значимые стенозы или окклюзии. У 21,5% больных были выявлены варианты развития БЦА в виде патологических изгибов или гипоплазии позвоночных артерий.

Результаты исследования продемонстрировали неблагоприятное влияние наличия значимых стенозов

сонных или позвоночных артерий на исходы эндоваскулярного лечения АГМ. Гипоплазия и сосудистые петли позвоночных артерий также ассоциировались с более высоким процентом летальности пациентов, которым выполнялось оперативное лечение АГМ. С другой стороны, патологическая извитость сонных артерий не продемонстрировала связи с неблагоприятными исходами лечения АГМ.

Учитывая тот факт, что во всех ведущих центрах, занимающихся экстренным лечением АГМ при остром нВЧК (включая НИИ – ККБ №1) основным методом лечения является микрохирургическое клипирование, результаты работы демонстрируют,

что сосудистая патология БЦА, обнаруженная на КТАГ, как правило, не является препятствием для проведения экстренного оперативного лечения источников ВМК, но наличие, вид и выраженность таких изменений обязательно должны приниматься во внимание.

Следует отметить высокую информативность КТАГ в выявлении и оценке патологии БЦА у больных с острыми нВЧК – ЦАГ для уточнения данных КТАГ выполнялась в редких случаях.

Современные сканеры позволяют одновременно выполнять одновременную КТАГ интракраниальных и экстракраниальных артерий с высокой скоростью и качеством [12, 13]. По этой причине можно прийти к обоснованному выводу, что протокол КТАГ при острых ВМК должен включать в себя как интракраниальные, так и брахиоцефальные сосуды. Результаты исследования имеют большое значение для планирования и успешного выполнения эндоваскулярного лечения АГМ [1, 6].

Заключение

Таким образом, КТАГ, выполненная по расширенному протоколу, позволяет обнаружить сопутствующую сосудистую патологию, избежать осложнений и выбрать оптимальный вид оперативного лечения (эндоваскулярное или оперативное вмешательство).

Результаты данной работы свидетельствуют о необходимости применения расширенного протокола КТАГ при обследовании пациентов с нВЧК, что должно быть отражено в обновленных версиях клинических рекомендаций по диагностике данной патологии.

Литература/References

1. Всероссийское общество неврологов, Национальная ассоциация по борьбе с инсультом, Ассоциация нейрохирургов России и др. Клинические рекомендации «Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых». Министерство здравоохранения Российской Федерации. Дата обращения: 10.04.2022. https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/171_2
2. Под ред. Скворцовой В.И., Крылова В.В. *Геморрагический инсульт: практическое руководство*. ГЭОТАР-Медиа; 2005.
3. Skvortsova VI, Krylov VV, eds. *Hemorrhagic Stroke: A Practical Guide*. GEOTAR-Media; 2005. (In Russ.).
4. Крылов В.В., Дашьян В.Г., Бузов А.С., Петриков С.С. *Хирургия геморрагического инсульта*. Медицина; 2012.
5. Krylov VV, Dashyan VG, Buзов AS, Petrikov SS. *Surgery for Hemorrhagic Stroke*. Meditsina; 2012. (In Russ.).
6. Hemphill JC 3rd, Greenberg SM, Anderson CS, et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015;46(7):2032–2060. PMID: 26022637. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000069>
7. Connolly ES Jr, Rabinstein AA, Carhuapoma JR, et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2012;43(6):1711–1737. PMID: 22556195. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182587839>
8. Hacıbey L, Provenzale JM. Current imaging assessment and treatment of intracranial aneurysms. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196(1):32–44. PMID: 21178044. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5329>
9. Коновалов А.Н., Крылов В.В., Филатов Ю.М. и др. Рекомендательный протокол ведения больных с субарахноидальным кровоизлиянием вследствие разрыва аневризм головного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2006;3:3–10.
10. Konovalov AN, Krylov VV, Filatov YuM, et al. Advisable management protocol for patients with subarachnoidal hemorrhage resulting from cerebral vascular aneurysmal rupture. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2006;3:3–10. (In Russ.).
11. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. *Диагностическая нейро-радиология*. Т. 1. Институт им. Бурденко; 2008.
12. Kornienko VN, Pronin IN. *Diagnostic Neuroradiology*. Vol 1. Burdenko Institute; 2008. (In Russ.).
13. Meurer WJ, Walsh B, Vilke GM, Coyne CJ. Clinical guidelines for the emergency department evaluation of subarachnoid hemorrhage. *J Emerg Med*. 2016;50(4):696–701. PMID: 26823138. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.07.048>
14. Rotzinger DC, Mosimann PJ, Meuli RA, et al. Site and rate of occlusive disease in cervicocerebral arteries: a CT angiography study of 2209 patients with acute ischemic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017;38(5):868–874. PMID: 28302611. PMID: PMC7960392. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a5123>
15. Willinsky RA, Taylor SM, TerBrugge K, et al. Neurologic complications of cerebral angiography: prospective analysis of 2,899 procedures and review of the literature. *Radiology*. 2003;227(2):522–528. PMID: 12637677. <https://doi.org/10.1148/radiol.2272012071>
16. Menke J, Larsen J, Kallenberg K. Diagnosing cerebral aneurysms by computed tomographic angiography: meta-analysis. *Ann Neurol*. 2011;69(4):646–654. PMID: 21391230. <https://doi.org/10.1002/ana.22270>
17. Westerlaan HE, van Dijk JMC, Jansen-van der Weide MC, et al. Intracranial aneurysms in patients with subarachnoid hemorrhage: CT angiography as a primary examination tool for diagnosis—systematic review and meta-analysis. *Radiology*. 2011;258(1):134–145. PMID: 20935079. <https://doi.org/10.1148/radiol.10092373>
18. Marder CP, Narla V, Fink JR, Tozer Fink KR. Subarachnoid hemorrhage: beyond aneurysms. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;202(1):25–37. PMID: 24370126. <https://doi.org/10.2214/ajr.12.9749>
19. Sailer AMH, Grutters JP, Wildberger JE, et al. Cost-effectiveness of CTA, MRA and DSA in patients with non-traumatic subarachnoid haemorrhage. *Insights Imaging*. 2013;4(4):499–507. PMID: 23839858. PMID: PMC3731460. <https://doi.org/10.1007/s13244-013-0264-6>
20. Shi Z, Hu B, Schoepf UJ, et al. Artificial intelligence in the management of intracranial aneurysms: current status and future perspectives. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020;41(3):373–379. PMID: 32165361. PMID: PMC7077887. <https://doi.org/10.3174/ajnr.a6468>
21. Chung PW, Won YS. Cerebral arterial stenosis in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage. *J Korean Neurosurg Soc*. 2017;60(5):511–517. PMID: 28881113. PMID: PMC5594619. <https://doi.org/10.3340/jkns.2016.1011.003>

18. Кириленко Н.А., Зяблова Е.И. Клинический случай артерио-венозной мальформации шеи как случайная находка. *Инновационная медицина Кубани*. 2019;(1):53–56.

Kirilenko AN, Zyablova EI. Clinical case of arterio-venous malformation of neck as an incidental finding. *Innovative Medicine of Kuban*. 2019;(1):53–56. (In Russ.)

19. Fox AJ, Symons SP, Aviv RI, et al. Falsely claiming use of NASCET percentage stenosis method. *Radiology*. 2009;253(2):574–575. PMID: 19864535. <https://doi.org/10.1148/radiol.2532090821>

20. Fox AJ, Singh N. Clinical trials for carotid stenosis revascularization and relation to methods of stenosis quantification. *Neurovascular Imaging*. 2015;1(1). <https://doi.org/10.1186/s40809-015-0002-1>

Сведения об авторах

Зяблова Елена Игоревна, к. м. н., доцент, заведующая рентгеновским отделением, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, заведующая кафедрой лучевой диагностики № 2 ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Порханов Владимир Алексеевич, академик РАН, профессор, д. м. н., главный врач, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Синицын Валентин Евгеньевич, д. м. н., профессор, заведующий отделом лучевой диагностики; заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии факультета фундаментальной медицины, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>

Зяблова Дарья Дмитриевна, студентка 6^{го} курса лечебного факультета, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0483-032X>

Иванина Елена Евгеньевна, студентка 6^{го} курса лечебного факультета, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-3644-6832>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Elena I. Zyablova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Radiology Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Head of Diagnostic Radiology Department No. 2, Faculty of Continuing Professional Development and Retraining, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Vladimir A. Porhanov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Dr. Sci. (Med.), Chief Physician, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Head of the Oncology Department with the Thoracic Surgery Course, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Valentin E. Sinitsyn, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Diagnostic Radiology Unit; Head of the Diagnostic Radiology and Radiation Therapy Department, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>

Darya D. Zyablova, 6th-year student, Faculty of General Medicine, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0483-032X>

Elena E. Ivanina, 6th-year student, Faculty of General Medicine, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-3644-6832>

Conflict of interest: none declared.