

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ МСКТ-ПЕРФУЗИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ

*Басарболиев А.В., Вишнякова М.В. (мл.), Вишнякова М.В., Казанчян П.О., Ларьков Р.Н., Загаров С.С.*

*ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт  
им. М.Ф. Владимирского» (МОНИКИ); 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2, Российская Федерация*

**Актуальность.** Стенозы брахиоцефальных артерий (БЦА) являются одной из главных причин ишемических нарушений мозгового кровообращения. С конца прошлого века и по настоящее время хирургическая реваскуляризация головного мозга при стено-окклюзирующих поражениях БЦА прочно занимает ведущее место в профилактике острых нарушений мозгового кровообращения, при этом основным методом хирургической реваскуляризации продолжает оставаться каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ). В результате хронической гипоперфузии может нарушаться ауторегуляция мозгового кровотока со стойким расширением капилляров, что при хирургических вмешательствах способствует развитию гиперперфузионного синдрома.

**Цель** – количественная оценка нарушения перфузии ткани головного мозга в зависимости от вариантов поражения брахиоцефальных сосудов до и после реконструктивного оперативного лечения, а также выявление возможных предпосылок развития гиперперфузионного синдрома при предоперационной мультиспиральной компьютерно-томографической (МСКТ) перфузии.

**Материал и методы.** Проанализированы результаты обследования и лечения 65 пациентов в возрасте 64,2±5,0 года с хронической сосудисто-мозговой недостаточностью 4-й стадии и гемодинамически значимым поражением внутренних сонных артерий, которым планировалось проведение КЭАЭ. Всем пациентам были выполнены МСКТ-ангиография и МСКТ-перфузия головного мозга в пред- и раннем послеоперационном периоде.

**Основные результаты.** У большинства пациентов в предоперационном периоде отмечалось уменьшение показателей перфузии на стороне большего поражения, средний дефицит кровотока варьировал от 12 до 15% (в среднем улучшение кровотока на стороне оперативного вмешательства составило около 12%, наилучшие результаты были отмечены у пациентов с двусторонним стенозом внутренних сонных артерий (ВСА)). В одном наблюдении при критическом одностороннем стенозе ВСА в предоперационном периоде по данным МСКТ-перфузии были сделаны выводы о нарушении ауторегуляции мелких артериальных сосудов пораженного полушария с их стойким расширением (у пациента имелся высокий риск развития гиперперфузионного синдрома). На вторые сутки послеоперационного периода у пациента развился гиперперфузионный синдром, который был успешно купирован гипотензивной терапией.

**Заключение.** КЭАЭ способствует улучшению кровотока у больных, перенесших ишемический инсульт, при этом данные перфузионной МСКТ позволяют выявлять пациентов с высоким риском гиперперфузионного синдрома в послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** брахиоцефальные артерии, хроническая ишемия головного мозга, МСКТ-перфузия, синдром гиперперфузии, каротидная эндартерэктомия.

## MSCT PERFUSION IN ASSESSMENT OF BRAIN HEMODYNAMICS AND IN ANALYSIS OF SURGICAL TREATMENT RESULTS IN PATIENTS WITH CHRONIC BRAIN ISHEMIA

*Basarboliev A.V., Vishnyakova M.V. Jr., Vishnyakova M.V., Kazanchyan P.O., Lar'kov R.N., Zagarov S.S.*

*Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI); 61/2 Shchepkina ul., 129110 Moscow, Russian Federation*

**Background:** Stenoses of the brachiocephalic arteries (BCA) are ones of the main causes of ischemic defects of cerebral circulation. From the end of the former century to the current time, the surgical cerebral revascularization in steno-occlusive BCA disturbances occupies the topical place in prevention of acute brain circulation defects. Carotid endarterectomy (CEAE) remains till now a basic method of surgical revascularization. As a result of chronic hypoperfusion, autoregulation of the cerebral circulation can be disturbed with a persistent capillary dilatation which enables development of hyperperfusion syndrome after surgical intervention.

**Aim:** A quantitative assessment of the cerebral tissue perfusion disturbances depending on the variants of the brachiocephalic vessels lesions before and after surgical reconstructions as well as revealing possible prerequisites for hyperperfusion syndrome development during preoperative multislice computed tomography (MSCT) perfusion.

**Materials and methods:** The results of examination and treatment of 65 patients (mean age 64.2±5.0 years) with chronic cerebrovascular IV stage insufficiency were analyzed as well as the hemodynamically significant lesion of the inner carotid arteries. CEAE was planned for all patients. All patients underwent cerebral MSCT angiography and MSCT perfusion in preoperative and early postoperative periods.

**Results:** The majority of patients in preoperative period showed decrease of perfusion parameters at the side of the most expressed defects. The mean circulation deficiency varied from 12 to 15%. Improvement of circulation at the side of surgical intervention formed, on the average, about 12%. The best outcome was noted in patients with bilateral stenoses of the inner carotid arteries (ICA). In one case, in critical unilateral ICA stenosis in preoperative period, MSCT perfusion demonstrated persisting dilatation of the small cerebral arteries of the disturbed hemisphere which led to autoregulation defects of these arteries with a high risk of hyperperfusion syndrome development. On the second day of the postoperative period, the said hyperperfusion syndrome developed but was successfully arrested using hypotensive therapy.

**Conclusion:** CEAE provides circulation improvement in patients with ischemic stroke. MSCT perfusion favors circulation improvement in ischemic stroke patients. MSCT perfusion allows revealing patients with high risk of hyperperfusion syndrome development in postoperative period.

**Key words:** brachiocephalic arteries, chronic cerebral ischemia, MSCT perfusion, hyperperfusion syndrome, carotid endarterectomy.

## ВВЕДЕНИЕ

Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) являются одной из важнейших медико-социальных проблем современного общества [1, 2]. Так, в мире каждый год регистрируется не менее 15 млн инсультов, при этом инсульт занимает второе место в мире в структуре причин смертности населения. В России же количество новых инсультов в год достигает более 450 тыс., и он прочно занимает первое место в качестве причины инвалидизации населения Российской Федерации [1, 3, 4].

По данным разных авторов, до 80% всех инсультов составляют инсульты ишемического характера, при этом более 90% ишемических инсультов и транзиторных ишемических атак (ТИА) связаны с осложнениями эмболического характера из бляшек, локализующихся в экстракраниальных отделах брахиоцефальных артерий (БЦА). Однако только 15% больных, перенесших инсульт, имели в анамнезе неврологическую симптоматику в виде ТИА [2, 3, 4, 5].

Стенозы БЦА являются одной из главных причин ишемических нарушений мозгового кровообращения. По данным мировой литературы, в 40-

60% эти стенозы служат причиной ишемического повреждения ткани головного мозга [3, 4, 6].

С конца прошлого века и по настоящее время хирургическая реваскуляризация головного мозга при стено-окклюзирующих поражениях БЦА является основным способом профилактики ОНМК. При этом основным методом хирургической реваскуляризации продолжает оставаться каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) [2].

Регуляция мозгового кровотока осуществляется с изменением цереброваскулярной резистивности. При снижении перфузионного давления мозговые капилляры расширяются, при его увеличении – сужаются, сохраняя мозговой кровоток на постоянном уровне. В результате хронической гипоперфузии может нарушаться ауторегуляция мозгового кровотока со стойким расширением капилляров, что при хирургических вмешательствах может привести к развитию гиперперфузионного синдрома [7, 8].

Для обследования таких пациентов методы ультразвуковой диагностики являются основными, однако полностью определить мозговую гемодинамику по их данным не представляется возможным. Наиболее доступной методикой, позволяющей

**Басарболиев Алексей Викторович** – мл. науч. сотр. рентгенологического отделения МОНИКИ. **Вишнякова Марина Валентиновна** – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. рентгенологического отделения МОНИКИ. **Вишнякова Мария Валентиновна** – д-р мед. наук, профессор, руководитель рентгенологического отделения МОНИКИ. **Казанчян Перч Оганесович** – д-р мед. наук, профессор, руководитель отделения хирургии сосудов и ишемической болезни сердца МОНИКИ. **Ларьков Роман Николаевич** – канд. мед. наук, зав. отделением хирургии сосудов и ишемической болезни сердца МОНИКИ. **Загаров Сергей Сергеевич** – мл. науч. сотр. отделения хирургии сосудов и ишемической болезни сердца МОНИКИ.

**Для корреспонденции:** Басарболиев Алексей Викторович – 125363, г. Москва, Цветочный пр., 9-1-13, Российская Федерация. Тел.: +7 (926) 206 83 04. E-mail: avbasarboliev@gmail.com

**Basarboliev Aleksey Viktorovich** – junior scientific worker, Roentgenologic Department of MONIKI. **Vishnyakova Marina Valentinovna** – PhD, senior scientific worker, Roentgenologic Department of MONIKI. **Vishnyakova Mariya Valentinovna** – MD, PhD, Professor, Head of Roentgenologic Department of MONIKI. **Kazanchyan Perch Oganesevich** – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Vascular Surgery and Ischemic Heart Disease of MONIKI. **Lar'kov Roman Nikolaevich** – PhD, Executive of the Department of Vascular Surgery and Ischemic Heart Disease of MONIKI. **Zagarov Sergey Sergeevich** – junior scientific worker, Department of Vascular Surgery and Ischemic Heart Disease of MONIKI.

**Correspondence to:** Basarboliev Aleksey Viktorovich – 13-9 (1) Tsvetochnyy pr., 125363 Moscow, Russian Federation. Tel.: +7 (926) 206 83 04. E-mail: avbasarboliev@gmail.com

оценить состояние мозгового кровотока, является мультиспиральная компьютерно-томографическая (МСКТ) перфузия, которая может применяться в том числе у пациентов с хронической ишемией головного мозга.

Методика изучения кровотока с помощью метода динамической перфузионной компьютерной томографии была разработана в 1980 г. L. Axel. Постоянное совершенствование технологий сканирования и обработки информации способствовало ее широкому распространению [6, 7]. Несмотря на большое количество публикаций, посвященных перфузионной МСКТ при атеросклеротических поражениях БЦА, в настоящее время не существует единого алгоритма оценки показателей этой методики, поскольку при математическом обсчете получаемые абсолютные значения МСКТ-перфузии могут варьировать у каждого человека. Более достоверным методом оценки данных МСКТ-перфузии является сравнение относительных показателей между собой.

Цель работы – количественная оценка нарушения перфузии ткани головного мозга в зависимости от вариантов поражения брахиоцефальных сосудов до и после реконструктивного оперативного лечения, а также выявление возможных предпосылок развития гиперперфузионного синдрома при предоперационной МСКТ-перфузии.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На базе МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского в период с 2012 по 2014 г. были проанализированы результаты обследования и лечения 65 пациентов с хронической сосудисто-мозговой недостаточностью 4-й стадии с гемодинамически значимым поражением внутренних сонных артерий (ВСА) (по данным ультразвуковых методов), которым планировалось проведение КЭАЭ. Мужчин в исследовании было 80%, женщин – 20%. Всем пациентам были выполнены МСКТ-ангиография и МСКТ-перфузия головного мозга в пред- и раннем послеоперационном периоде (на 5-7-е сутки после операции).

В ходе исследования проводились вычисления показателей мозгового кровотока: объем мозгового кровотока – CBV, скорость мозгового кровотока – CBF, среднее время прохождения контрастного препарата – МТТ, время до достижения максимальной концентрации контрастного препарата – ТТР. Рассчитывались коэффициент кровотока (КК) как отношение CBF пораженного полушария к CBF контралатеральной гемисферы, а также дефицит кровотока как 1-КК.

Обследованные пациенты были разделены на три группы в зависимости от вида поражения ВСА: в 1-ю группу вошли 35 пациентов с односторонним поражением ВСА, во 2-ю – 17 со стенозом обеих

ВСА, в 3-ю – 13 с окклюзией ВСА с одной стороны и стенозом контралатеральной ВСА.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У большинства пациентов в предоперационном периоде отмечалось уменьшение показателей CBF, МТТ и ТТР на стороне большего поражения, средний дефицит кровотока составлял от 12 до 15% (в среднем 14%) в каждой из трех групп. Улучшение кровотока на стороне оперативного вмешательства составило в среднем 12%; наилучшие результаты (улучшение кровотока на 17%) были отмечены у пациентов 2-й группы.

При наличии сочетанного поражения ВСА и сосудов вертебро-базиллярного бассейна (пять пациентов) дефицит кровотока был выше среднего (17%), улучшение кровотока также было выше среднего значения и составляло 15%. Однако столь выраженное улучшение наблюдалось только у больных, имеющих замкнутый виллизиев круг.

Был проведен анализ изменения кровотока в бассейнах передних (ПМА), средних (СМА) и задних (ЗМА) мозговых артерий. При этом более чем у 60% пациентов отмечалось улучшение кровотока в бассейне СМА, вне зависимости от вида поражения ВСА. Более чем у 60% пациентов 1-й и 2-й групп было выявлено улучшение кровотока в бассейне ПМА. Улучшение кровотока в бассейне ЗМА более чем у 50% больных отмечалось лишь в 3-й группе, в остальных улучшение в бассейне ЗМА выявлено у небольшого числа пациентов. В отдельную небольшую группу мы выделили трех больных (5% от общего числа), имеющих поражение одной из средних мозговых артерий. После операции у них отмечалось улучшение кровотока от 5 до 17%, более выраженное в бассейне СМА.

У одного больного с критическим односторонним стенозом ВСА в предоперационном периоде в пораженной гемисфере кроме снижения CBF, увеличения МТТ и ТТР был отмечен практически двукратный рост CBV, что свидетельствовало о нарушении ауторегуляции артериол и капилляров пораженного полушария с их стойким расширением (у пациента имелся высокий риск развития гиперперфузионного синдрома). На вторые сутки послеоперационного периода у пациента развились выраженные головные боли на стороне операции, при перфузионной МСКТ было диагностировано увеличение CBF более чем в 2 раза, что расценивалось как развитие гиперперфузионного синдрома, который был успешно купирован гипотензивной терапией.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Через 5-7 дней после операции, по данным МСКТ-перфузии, у большинства пациентов выявлено

улучшение кровотока в бассейне СМА пораженной стороны, что показывает эффективность проведения КЭАЭ. Среднее улучшение кровотока оказалось несколько выше у пациентов с замкнутым виллизиевым кругом, при этом в группе с окклюзией одной ВСА и стенозом контралатеральной ВСА отмечалось наибольшее улучшение кровотока.

У больных с сочетанным поражением сосудов каротидного и вертебро-базиллярного бассейнов дефицит кровотока повышен. Его улучшение после операции было отмечено только у пациентов с замкнутым виллизиевым кругом.

Данные перфузионной МСКТ позволяют выявлять предикторы развития гиперперфузионного синдрома в послеоперационном периоде.

#### Литература

1. Верещагин Н.В., Варакин Ю.Я. Профилактика острых нарушений мозгового кровообращения: теория и реальность. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 1996;96(5):5-9. [Vereshchagin N.V., Varakin Yu.Ya. Prevention of acute disturbances of cerebral circulation: theory and reality. Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova 1996;96(5):5-9 (in Russian)].
2. Покровский А.В., Кияшко В.А. Ишемический инсульт можно предупредить. Русский медицинский журнал 2003;(12):691-5. [Pokrovskiy A.V., Kiyashko V.A. Ischemic stroke can be prevented. Russkiy meditsinskiy zhurnal 2003;(12):691-5 (in Russian)].
3. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В. Эпидемиология инсульта в России. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова (приложение «Инсульт») 2003;(8):4-9. [Gusev E.I., Skvortsova V.I., Stakhovskaya L.V. Epidemiology of stroke in Russia. Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova (prilozhenie «Insul't») 2003;(8):4-9 (in Russian)].
4. Верещагин Н.В., Пирадов М.А., Суслина З.А., ред. Инсульт: принципы диагностики, лечения и профилактики. М.: Интермедика; 2002. [Vereshchagin N.V., Piradov M.A., Suslina Z.A., editors. Stroke: principles of diagnosis, treatment, and prevention. Moscow: Intermedika; 2002 (in Russian)].
5. Верещагин Н.В., Моргунов В.А., Гулевская Т.С. Патология головного мозга при атеросклерозе и артериальной гипертонии. М.: Медицина; 1997 [Vereshchagin N.V., Morgunov V.A., Gulevskaya T.S. Cerebral pathology in patients with atherosclerosis and arterial hypertension. Moscow: Meditsina; 1997 (in Russian)].
6. Muehlschlegel S., Voetsch B., Singhal A.B. CT angiography and CT perfusion in post-CEA hyperperfusion syndrome. Neurology 2007;68(17):1437.
7. Dagher H.N., Shum M.K., Campellone J.V. Delayed intracranial vasospasm following carotid endarterectomy. Cerebrovasc Dis 2005;20(3):205-6.
8. Johnston S.C., O'Meara E.S., Manolio T.A., Lefkowitz D., O'Leary D.H., Goldstein S., Carlson M.C., Fried L.P., Longstreth W.T. Jr. Cognitive impairment and decline are associated with carotid artery disease in patients without clinically evident cerebrovascular disease. Ann Intern Med 2004;140(4):237-47.