

ОЦЕНКА ГЕМОДИНАМИКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ЕГО ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПЕРФУЗИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

О. Ю. Гарматина, О. П. Робак, В. В. Мороз

Институт нейрохирургии имени А. П. Ромоданова НАМН Украины, г. Киев

ESTIMATION OF CEREBRAL HEMODYNAMICS IN ITS CHRONIC ISCHEMIA IN ACCORDANCE TO THE PERFUSION COMPUTERIC TOMOGRAPHY INDICES

O. Yu. Garmatina, O. P. Robak, V. V. Moroz

Romodanov Institute of Neurosurgery, Kiev

Реферат

Острые и хронические формы нарушения кровообращения головного мозга (ГМ) относят к наиболее распространенным заболеваниям, которые обуславливают инвалидизацию больных и высокую смертность. Диагностические возможности перфузионной мультиспиральной компьютерной томографии (ПМСКТ) при хронической ишемии ГМ недостаточно изучены. Проанализированы показатели ПМСКТ, проведенной у 35 пациентов, в целях отбора для хирургической коррекции по поводу хронической ишемии ГМ, обусловленной стено-окклюзивным поражением артерий плече-головного ствола (ПГС). Все параметры изменяли на стороне стеноза/окклюзии внутренней сонной артерии (ВСА). Данные ПМСКТ могут быть использованы при выборе тактики ведения пациентов и обоснования показаний к хирургическому лечению.

Ключевые слова: хроническая ишемия головного мозга; нейрорадиология головного мозга; перфузионная компьютерная томография.

Abstract

An acute and chronic forms of cerebral blood circulation disorders are considered most spread diseases, which causes disability of patients and high mortality. Diagnostic possibilities of perfusion multispiral computer tomography in chronic cerebral ischemia are studied insufficiently. The data of perfusion multispiral computer tomography, conducted in 35 patients, suffering chronic cerebral ischemia, caused by stenotic-occlusive affection of the brachio-cephalic trunk arteries, were used for selecting patients to operative treatment. All parameters were changed on the side of stenosis/occlusion of a. carotis interna. The data of perfusion multispiral computer tomography may be used, while choosing tactics for the patients' management and substantiating indications for surgical treatment.

Keywords: chronic cerebral ischemia; cerebral neuroradiology; perfusion computeric tomography.

Цереброваскулярные заболевания являются одной из основных причин смертности и инвалидности. Хроническая ишемия ГМ (ХИ, синонимы — хроническая недостаточность кровообращения ГМ — ХНК ГМ, дисциркуляторная энцефалопатия) — состояние, которое сопровождается ухудшением кровоснабжения (гипоперфузией) ткани ГМ и, как следствие, его многоочаговым или диффузным поражением. Наиболее распространенными причинами возникновения ХИ ГМ являются стеноз и окклюзия артерий ПГС [1]. При хронической гипоперфузии ГМ возникают функциональные расстройства и необратимые морфологические изменения его ткани, прогрессирование когнитивных нарушений вплоть до деменции, что обуславливает инвалидизацию пациентов. Своевременная ди-

агностика нарушений периферической гемодинамики ГМ и ее выраженности актуальна. Нейровизуализация является важным этапом выявления патологических изменений ткани ГМ, сосудов головы и шеи, а также наблюдения в динамике. Современные методы лучевой диагностики заболеваний ГМ высоко информативны в отношении оценки состояния его вещества. Компьютерная томография (КТ) является одним из ведущих методов в диагностике ХНК ГМ. ПМСКТ широко используют в оценке кровообращения ГМ при различных патологических состояниях, однако ее диагностические возможности при ХНК ГМ недостаточно изучены [2].

Цель исследования — оценить возможности ПМСКТ у пациентов при стено-окклюзивных нарушениях артерий ПГС для установления

показаний к хирургической коррекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период 2014 — 2016 г. проанализированы истории болезни 35 пациентов, которых лечили в клинике по поводу стеноза артерий ПГС (более 50% просвета). Степень стеноза устанавливали по данным дуплексной сонографии сосудов шеи (у всех) или цифровой субтракционной ангиографии (ДСА) (у 28). Характеристика пациентов представлена в *табл. 1*. У 23 пациентов проведена мультиспиральная компьютерная томографическая ангиография головы и шеи (МСКТАГ), у всех — ПМСКТ. Бесконтрастную МСКТ ГМ применяли для выявления признаков перенесенного нарушения кровообращения ГМ по ишеми-

Таблица 1. Характеристика пациентов (n=35)

Показатель	Величина показателя
Возраст, лет	28 - 79
Число мужчин : женщин	26:9
Состояние на момент госпитализации	
пребывающая слепота	2
транзиторная ишемическая атака	28
инсульт	3
Сонные артерии	
сторона поражения (правая : левая)	4:31
Степень стеноза (по данным дуплексной сонографии, ДСА, МРА, МСКТАГ)	
на стороне поражения, % ($\bar{x} \pm m$)	87 \pm 12
на контралатеральной стороне, % ($\bar{x} \pm m$)	10 \pm 15
Повреждение ГМ (наличие очага по данным бесконтрастной МСКТ)	
нет	26
малый	2
средний	4

ческому типу; ДСА и МСКТАГ — для оценки степени стеноза артерий ПГС и состояния коллатерального кровообращения. Результаты, полученные при применении этих методов исследования, наряду с клиническими данными, являлись показателями к проведению ПМСКТ для оценки гемодинамики ГМ. Исследование микроциркуляции ГМ методом ПМСКТ проводили после нативного сканирования с использованием мультидетекторного рентгеновского компьютерного томографа Toshiba Aquilion 160, далее пациенту болюсно вводили 50 мл йодо содержащего контрастного вещества (концентрация йода 300 — 370 мг/мл) со скоростью 4,0 — 4,5 мл/с с последующей обработкой полученной информации на рабочей станции Vitrea. По данным ПМСКТ регистрировали основные гемодинамические показатели: объем мозгового кровотока (CBV, мл/100 г), объемную скорость кровотока (CBF, мл/100 г в 1 мин), среднюю продолжительность транзита контрастного вещества (MTT, с), время достижения его пиковой концентрации (TTP, с). Показатели кровотока оценивали по данным ПМСКТ на уровне базальных ганглиев (или на уровне зоны интереса) и сравнивали в симметричных участках полученных перфузионных карт, представляющих собой КТ—изображение в аксиальной плоскости с зоной по-

крытия 4 см, которые соответствуют 4 срезам ткани ГМ толщиной 1 см на выбранном уровне. После выстраивания рабочей станцией перфузионных карт на них наносили 6 областей интереса (ROI) в каждом полушарии большого мозга, которые имели форму окружности площадью 1—1,8 см² и соответствовали бассейнам передней, средней и задней мозговых артерий без включения в них крупных сосудов (по 2 симметричных области в каждом бассейне). Исследования выполняли в соответствии с принципами биозтики. Все пациенты дали информированное согласие. Полученные результаты анализировали методами вариационной статистики с использованием пакета программ Statistica for Windows, версия 7.0. Результаты считали статистически достоверными при вероятности ошибки $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Инсульт является третьей по значимости причиной смерти больных в мире (после рака и заболеваний сердца), стеноз сонной артерии является одной из его причин. Содержимое нестабильных атеросклеротических бляшек, расположенных в пределах сужения ВСА, является причиной ишемического инсульта примерно у 20% больных [3]. Для оценки гемодинамики ГМ применя-

ют ПМСКТ, которая является стандартной процедурой и позволяет количественно оценить кровоток в единицу времени в конкретной области. Обычно ПМСКТ проводят перед стентированием сонных артерий в целях уточнения поражения ГМ, а также локализации перенесенного инсульта [4].

Основная цель исследования состояла в том, чтобы оценить изменения кровоснабжения ткани ГМ у пациентов перед имплантацией стента в область сужения ВСА. Необходимо было выявить наиболее чувствительный параметр ПМСКТ в отношении изменений гемодинамики ГМ, его важность для прогнозирования потенциальных изменений перфузии, а также отбора пациентов с гипоперфузией ГМ для оперативного вмешательства.

Изменения параметров ПМСКТ (CBV, CBF, MTT, TTP) исследованы при стено—окклюзивном поражении ВСА. Каждый параметр ПМСКТ изменялся по—разному. Полученные абсолютные значения гемодинамических показателей представлены в *табл. 2*. Эти результаты согласуются с данными других авторов [1, 5].

Ухудшение кровотока при ХНК ГМ сопровождалось уменьшением CBF, увеличением CBV, MTT, TTP в ипсилатеральном каротидном бассейне [1, 5]. В наших наблюдениях перфузионный дефицит при стенозе ВСА более 80% просвета сопровождался аналогичными изменениями всех показателей гемодинамики в "симптомном" полушарии: умеренным увеличением CBV, уменьшением CBF, увеличением MTT и TTP. Изменение CBV зависело от выраженности стеноза.

Длительный дефицит перфузии ГМ вследствие стеноза одной из ВСА обуславливает аномальную ауторегуляцию на уровне внутричерепных сосудов. Для подтверждения нарушения ауторегуляции некоторые исследователи предлагают проводить исследование с внутривенным введением ацетазоламида [2]. В наших исследованиях такой тест не проводили, поскольку предполагали, что длительный стеноз сосудов ГМ и значительная продолжитель-

Область поражения	Величина показателя ($\bar{x} \pm m$)			
	CBV, мл/100 г	CBF, мл/100 г в 1 мин	МТТ, с	ТТР, с
«Симптомное» полушарие (ипсилатеральное по отношению к стенозированной ВСА)				
ПМА	1,9 ± 0,7*	29,6 ± 14,1*	4,7 ± 1,6*	17,7 ± 2,2
СМА	2,1 ± 0,7*	30,4 ± 17,4*	5,0 ± 1,5*	18,8 ± 2,3*
Базальные ганглии	2,0 ± 0,7	31,4 ± 14,2	4,3 ± 1,4	15,9 ± 2,9
ЗМА	2,4 ± 0,7*	32,8 ± 15,9	4,6 ± 1,7	17,6 ± 3,2
«Асимптомное» полушарие (контралатеральное по отношению к стенозированной ВСА)				
ПМА	1,8 ± 0,6	48,9 ± 14,3	3,5 ± 1,3	15,5 ± 2,7
СМА	1,8 ± 0,7	44,8 ± 15,0	3,1 ± 1,1	13,5 ± 2,3
Базальные ганглии	1,6 ± 0,6	44,9 ± 17,9	3,2 ± 1,2	14,5 ± 1,9
ЗМА	1,9 ± 0,7	37,2 ± 15,3	3,9 ± 1,6	15,0 ± 2,4
<i>Примечание.</i>	ПМА – передняя мозговая артерия; СМА – средняя мозговая артерия; ЗМА – задняя мозговая артерия; * – различия показателей достоверны по сравнению с таковыми в контралатеральном полушарии ($p < 0,05$).			

ность заболевания (клинические проявления недостаточности кровообращения ГМ) способствуют формированию необратимых нарушений ауторегуляции сосудов.

CBV является лучшим маркером нарушения ауторегуляции кровеносных сосудов ГМ, так как его значение зависит от количества пораженных сосудов, их диаметра и возможности его изменения при нарушении кровотока [6]. В наших исследованиях этот показатель изменялся умеренно, его выраженность согласовывалась со степенью стеноза ВСА с преобладанием значений при унилатеральной локализации, что, в свою очередь, свидетельствовало о его большей специфичности при выявлении нарушений перфузии по сравнению с другими показателями, поскольку его одностороннее увеличение может отображать ауторегуляторную вазодилатацию.

Значения CBF были ниже на стороне патологически измененной ВСА, статистически значимые различия по сравнению с контралатеральным полушарием были более выражены при односторонней окклюзии или стенозе ВСА в бассейнах ПМА и СМА ($p < 0,05$). Асимметрию МТТ также наблюдали у всех пациентов при статистически значимых различиях в бассейнах ПМА и СМА на стороне поражения ВСА ($p < 0,05$). CBF и МТТ (показатели регионарной вазореактивности ГМ) были наиболее постоянными перфузи-

онными показателями, которые изменялись во всех наблюдениях. Многие исследователи утверждают, что МТТ и ТТР являются наиболее чувствительными параметрами перфузионных изменений ткани ГМ [6, 7]. Ранее показано, что МТТ – наиболее чувствительный маркер стеноза, поскольку его значения изменяются у всех больных при критическом и некритическом стенозе ВСА. Однако этот показатель неспецифичный, поскольку не позволяет дифференцировать перфузионный дефицит, компенсированный за счет коллатерального кровообращения, от некомпенсированного [8].

В опубликованных ранее работах отмечено, что CBF и ТТР – наиболее чувствительные индикаторы степени стеноза ВСА [6, 7, 9]. В наших исследованиях изменения ТТР по сравнению с МТТ были выражены в меньшей степени. ТТР зависит не только от степени стеноза ВСА, но и функциональной способности артериального круга большого мозга, сердечного выброса, а также способа введения контрастного вещества [10].

Проведенное исследование имело ограничения, связанные с особенностями постобработки полученных данных.

Таким образом, результаты нашего исследования содержат важную информацию для оценки состояния кровообращения ГМ у пациентов при ХНК ГМ перед проведением хи-

рургической реваскуляризации и прогнозирования степени улучшения кровоснабжения ткани ГМ после оперативного вмешательства.

Выводы

1. ПМСКТ – метод, позволяющий с высокой информативностью оценить изменения гемодинамики ГМ, способствует повышению качества диагностики нарушений кровоснабжения ГМ у пациентов при заболеваниях сосудов головы и шеи.

2. У пациентов с симптомами ХНК ГМ наиболее чувствительными показателями нарушения перфузии ГМ при выполнении ПМСКТ являлись МТТ и CBF.

3. Сочетание изменений показателей ПМСКТ: увеличение МТТ и ТТР, уменьшение CBF, увеличение CBV на стороне стеноза/окклюзии ВСА могут рассматриваться в качестве обоснования показаний к хирургической коррекции.

4. Полученные данные свидетельствуют о необходимости комплексного доклинического обследования и выявления пациентов с патологическими изменениями артерий ПГС, которых следует отнести в группу риска возникновения ишемического инсульта. На этапе до оперативного вмешательства таким пациентам следует рекомендовать проведение ПМСКТ в целях выявления перфузионной недостаточности и последующей хирургической коррекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Powers WJ, Press GA, Grubb RL Jr, et al. The effect of hemodynamically significant carotid artery disease on the hemodynamic status of the cerebral circulation. *Ann Intern Med.* 1987;106:27—34.
2. Eastwood JD, Alexander MJ, Petrella JR, et al. Dynamic CT perfusion imaging with acetazolamide challenge for the preprocedural evaluation of a patient with symptomatic middle cerebral artery occlusive disease. *Am J Neuroradiol.* 2002;23:285—7.
3. Gandhi D. Computed tomography and magnetic resonance angiography in cervicocranial vascular disease. *J Neuroophthalmol.* 2004;4:306—14.
4. Jongen LM, Hendrikse J, Moll FL, et al. Cerebral perfusion affects the risk of ischemia during carotid artery stenting. *Cerebrovasc Dis.* 2010;29(6):538—45.
5. Waaijer A, van Leeuwen M, van Osch M, et al. Changes in cerebral perfusion after revascularization of symptomatic carotid artery stenosis: CT measurement. *Radiology.* 2007;245(2):541—8.
6. Hunter GJ, Silvennoinen H, Hamburg LM, et al. Whole—brain CT perfusion measurement of perfused cerebral blood volume in acute ischemic stroke: probability curve for regional infarction. *Radiology.* 2003;(3):725—30.
7. Esteban JM, Cervera V. Perfusion CT and angio CT in the assessment of acute stroke. *Neuroradiology.* 2004;46(9):705—15.
8. Derdeyn CP, Grubb RL Jr, Powers WJ. Cerebral hemodynamic impairment: methods of measurement and association with stroke risk. *Neurology.* 1999;53:251—9.
9. Wintermark M, Reichhart M, Tiran JP, et al. Prognostic accuracy of cerebral blood flow measurement by perfusion computed tomography, at the time of emergency room admission, in acute stroke patients. *Ann Neurol.* 2002;51:417—32.
10. Cianfoni A, Colosimo C, Basile M, et al. Brain perfusion CT: principles, technique and clinical applications. *La Radiologia medica.* 2007;112(8):1225—43.

