

Литература

1. Ben-Haim S., Murthy V.L., Breault C. et al. Quantification of Myocardial Perfusion Reserve Using Dynamic SPECT Imaging in Humans: A Feasibility Study // J. Nucl. Med. – 2013. – Vol. 54, No. 6. – P. 873–879.
2. Henzlova M.J., Cerqueira M.D., Mahmarian J.J. et al. Stress protocols and tracers // J. Nucl. Cardiol. – 2006. – Vol. 13, No. 6. – P. 80–90.
3. Hsu B., Chen F.C., Wu T.C. et al. Quantitation of myocardial blood flow and myocardial flow reserve with 99mTc-sestamibi dynamic SPECT/CT to enhance detection of coronary artery disease // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2014. – Vol. 41, No. 12. – P. 2294–2306.
4. Ito Y., Katoh C., Noriyasu K. et al. Estimation of myocardial blood flow reserve by 99mTc-sestamibi imaging: comparison with the results of [15O] H₂O PET // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2003. – Vol. 30, No. 2. – P. 281–287.
5. Liu C., Sinusas A.J. Is assessment of absolute myocardial perfusion with SPECT ready for prime time? // J. Nucl. Med. – 2014. – Vol. 55, No. 10. – P. 1573–1575.
6. Storto G., Sorrentino A.R., Pellegrino T. et al. Effects of type 2 diabetes mellitus on coronary microvascular function and myocardial perfusion in patients without obstructive coronary artery disease // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2007. – Vol. 34, No. 8. – P. 1156–1161.
7. Tsukamoto T., Ito Y., Noriyasu K. et al. Quantitative Assessment of Regional Myocardial Flow Reserve Using Tc-99m-Sestamibi Imaging Comparison With Results of O-15 Water PET // Circ. J. – 2005. – Vol. 69, No. 2. – P. 188–193.
8. Windecker S., Kolh P., Alfonso F. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-

Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) // Eur. Heart J. – 2014. – Vol. 35, No. 37. – P. 2541–2619.

Поступила 16.02.2016

Сведения об авторах

Мочула Андрей Викторович, аспирант лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: mochula.andrew@gmail.com.

Завадовский Константин Валерьевич, докт. мед. наук, руководитель лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: konstz@cardio-tomsk.ru.

Андреев Сергей Леонидович, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: anselen@rambler.ru.

Лишманов Юрий Борисович, докт. мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, Заслуженный деятель науки РФ, руководитель научного направления НИИ кардиологии.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а.

E-mail: zamdir@cardio-tomsk.ru.

УДК 616.13-089

ПЕРФУЗИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА, ПЕРЕНЕСШИХ КОРОНАРНОЕ ШУНТИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Ю.М. Портнов, С.Е. Семенов, А.Н. Коков

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний", Кемерово

E-mail: wing07@rambler.ru

PCT IN ASSESSMENT OF CEREBRAL HEMODYNAMICS IN CORONARY ARTERY DISEASE PATIENTS UNDERGOING ON-PUMP CABG

Yu.M. Portnov, S.E. Semenov, A.N. Kokov

Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Kemerovo

Коронарное шунтирование (КШ) является наиболее эффективным и радикальным методом лечения ишемической болезни сердца (ИБС) и наиболее часто выполняется в условиях искусственного кровообращения (ИК), что приводит к многочисленным неврологическим осложнениям в послеоперационном периоде. Цель: совершенствование диагностики изменений церебральной тканевой перфузии методом перфузионной компьютерной томографии (ПКТ) у больных ИБС с сопутствующей гипертонической болезнью (ГБ), перенесших КШ в условиях ИК. Материал и методы. Обследовано 164 пациента мужского пола, разделенных на 3 группы в зависимости от

наличия и продолжительности ГБ. До и после операции КШ в условиях ИК была выполнена ПКТ. Результаты. Выявлены различия в перфузионных показателях церебрального кровотока как до, так и после операции в зависимости от наличия и продолжительности ГБ. Наиболее сохранный церебральный кровоток определяется у пациентов без сопутствующей ГБ в анамнезе. Показатель CBF в зонах А ($43,8 \pm 4,6$ мл/100 г*мин) и М3 ($49,4 \pm 5,6$ мл/100 г*мин) у пациентов с ГБ находился ниже пороговых значений в 50 мл/100 г*мин. В послеоперационном периоде определяется увеличение показателей CBF в М2 слева и М2 справа, М3 справа, в L слева и справа, показателя CBV в М2 слева и справа только у пациентов с длительным анамнезом ГБ.

Ключевые слова: АКШ, тканевая перфузия, мультиспиральная компьютерная томография, ишемическая болезнь сердца, церебральный кровоток, искусственное кровообращение.

Coronary bypass surgery is the most effective and radical method for treatment of coronary heart disease, and most often performed under cardiopulmonary bypass that leads to numerous neurological complications postoperatively. Objective: to improve the diagnosis of changes in cerebral tissue perfusion by perfusion computed tomography (PCT) in patients with coronary heart disease and hypertension undergoing on-pump CABG. Materials and Methods. The study included 164 male patients, divided into 3 groups depending on the presence and duration of hypertension. PCT was performed before and after on-pump CABG. Results. Differences in perfusion rates of cerebral blood flow, both before and after the operation, depended on the presence and duration of hypertension. The most well preserved cerebral blood flow was determined in patients without history of concomitant hypertension. CBF indicators in zones A (43.8 ± 4.6 mL/100 g * min) and M3 (49.4 ± 5.6 mL/min * 100g) in patients with essential hypertension were below the threshold value of 50 mL/100 g * min. Postoperatively, CBF values increased in left M2, right M2, right M3, left L, and right L; CBV values increased in left M2 and right M2 only in patients with a long history of hypertension.

Key words: coronary artery bypass grafting, tissue perfusion, MDCT, coronary heart disease, cerebral circulation, assisted circulation.

Введение

Сегодня в мире выполняется более миллиона операций КШ, продлевающих жизнь пациентам, но расплатой является риск неврологических послеоперационных осложнений [10]. По мнению большинства авторов, причинами этих осложнений является ИК, приводящее к эмболии и гипоперфузии мозга во время операции [3]. Наибольшее влияние на количество микроэмболов оказывают: открытый тип операции на сердце, длительность ИК, размеры левого желудочка, выраженное ухудшение насосной функции сердца [1]. Отдельным фактором, негативно влияющим на перфузию головного мозга, является ГБ, что увеличивает риск поражения головного мозга [2]. Но прямое влияние данных факторов на показатели церебральной перфузии остается до конца не исследованным. Степень изменения перфузии мозга после КШ в условиях ИК представляет интерес как для изучения влияния самой операции, так и для изучения влияния ГБ и ее длительности на состояние реактивности мозгового кровотока. На сегодняшний день в исследовании церебрального кровотока у пациентов с хронической цереброваскулярной недостаточностью делаются попытки использовать ПКТ, которая активно применяется в диагностике острого инсульта [5].

Цель исследования: изучение изменений церебральной тканевой перфузии методом ПКТ у больных ИБС с сопутствующей ГБ, перенесших КШ в условиях ИК.

Задачи исследования:

1. Изучить состояние тканевой перфузии головного мозга в основных артериальных бассейнах методом ПКТ у больных ИБС с сопутствующей ГБ до и после операции КШ в условиях ИК.
2. Определить влияние ГБ на состояние церебральной гемодинамики у пациентов с ИБС до и после операции КШ в условиях ИК.
3. Оценить динамику показателей церебральной тканевой перфузии по данным ПКТ у больных ИБС, перенесших КШ в условиях ИК, в послеоперационный период.

Материал и методы

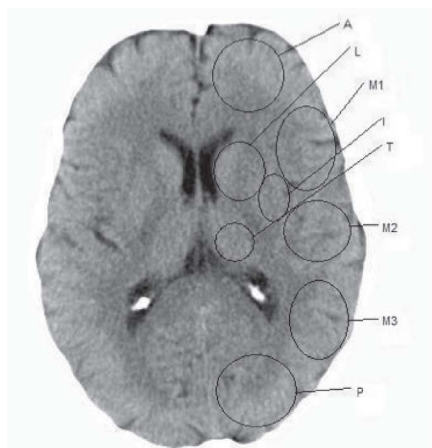
Работа выполнена в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (Кемерово). Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом. Государственный регистрационный номер темы исследования – № 01200964453. Участники исследования отобраны из пациентов кардиологического отделения на этапе предоперационной подготовки к операции КШ. Все пациенты дали информированное согласие на свое участие в исследовании. В исследование включены 164 пациента мужского пола, правши:

1. Без сопутствующей ГБ (n=20) – I группа.
2. Со стажем ГБ до 10 лет (n=97) – II группа.
3. Со стажем ГБ 10 лет и более (n=47) – III группа.

Всем пациентам за 3 суток до операции проводилась ПКТ головного мозга на мультиспиральном (64 среза) компьютерном томографе Somatom Sensation (Siemens, Германия) с внутривенным болюсным введением (8 мл/с) рентгеноконтрастного препарата (неионный рентгеноконтрастный препарат с низкой осмолярностью и содержанием йода 350 мг/мл) в кубитальную вену. Повторная ПКТ проводилась на 8-е сутки после операции. Оценку показателей перфузии проводили с помощью приложения Neuro PCT, входящего в пакет программного обеспечения независимой рабочей станции Leonardo (Siemens, Германия). При проведении исследований каких-либо осложнений отмечено не было. Определяли следующие параметры церебральной перфузии: церебральный кровоток (CBF, мл/100 г*мин), церебральный объем крови (CBV, мл/100 г), время до достижения максимальной (пиковой) концентрации контрастного вещества (TTP, с).

Выбранные показатели измерялись в следующих симметричных корковых и субкортикальных зонах (рис. 1):

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась при помощи статистического пакета STATISTICA 6.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA). Вычислялись сред-



- А – бассейн ПМА
- Р – бассейн ЗМА
- М1 – задние отделы нижней лобной извилины
- М2 – задние отделы верхней височной извилины
- М3 – задний стык
- I – островок
- Т – таламус
- L – лентиккулярные ядра

Рис. 1. Основные корковые и субкортикальные зоны измерения показателей тканевого кровотока по данным мультиспиральной компьютерной томографии головного мозга у пациентов с ИБС в сочетании с ГБ

ние значения и стандартные отклонения. Количественные клинично-анамнестические данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартиля (Me [Q 25; Q 75]) и анализировались с помощью критериев Крускала–Уоллиса. Качественные показатели анализировались с помощью критерия χ^2 Пирсона с поправкой Йетса. Рассчитывалось значение U-критерия Манна–Уитни – непараметрического критерия для сравнения двух выборок, независимо от характера их распределения. Использовался непараметрический статистический тест Вилкоксона. Нулевая гипотеза отвергалась при $p < 0,05$.

Результаты

В дооперационном периоде достоверных различий показателей перфузии между симметричными зонами двух полушарий внутри каждой группы выявлено не было. При сравнении полученных показателей между пациентами I и III групп определяются достоверно более высокие показатели CBF в I группе в зонах измерения: А в двух полушариях ($p=0,001$ и $p=0,04$), в М2 справа ($p=0,02$), показателя CBV в М1 слева ($p=0,02$). При сравнении показателей перфузии у пациентов I и II групп определяется более высокий показатель CBF в зоне А слева ($p=0,04$). При сравнении пациентов II и III групп наблюдается достоверно более высокий показатель CBV у пациентов II группы в зоне М2 справа ($p=0,04$).

Таким образом, достоверно более высокие показатели CBF определялись в I группе пациентов по сравнению с III группой в зонах А с двух сторон, М2 справа, CBV в М1 слева, М2 справа; достоверно более высокие показатели CBF в I группе в зоне А слева по сравнению со II группой; достоверно более высокие показатели CBV у пациентов II группы в зоне М2 справа по сравнению с пациентами III группы. Учитывая полученные результаты, наиболее сохраненный церебральный кровоток определяется у пациентов I группы, которые не имели ГБ в анамнезе. Также обращают на себя внимание показатели скорости кровотока в зонах А и М3 у пациентов II, III групп, находящиеся ниже пороговых значений в 50 мл/100 г*мин. Данные зоны кровоснабжаются передней мозговой артерией – ПМА (А) ($43,8 \pm 4,6$ мл/100 г*мин) и дистальными ветвями

средней мозговой артерии (СМА) – М3 ($49,4 \pm 5,6$ мл/100 г*мин). Высокие показатели скорости кровотока (CBF) во всех группах определялись в зонах М1, М2, I – кровоснабжение происходит из системы СМА, а наиболее низкие показатели – в А (кровоснабжение ПМА) и М3 (кровоснабжение СМА, дистальные корковые ветви). Это распределение скорости кровотока может объясняться особенностями кровоснабжения каждой из зон. Можно сделать вывод, что на скорость тканевого кровотока (CBF) влияет наличие в зоне измерения артерий крупного калибра, тогда как в дистальных ветвях скорость кровотока ниже. Показатели CBV имели наиболее низкие значения в зонах А и М3, наиболее высокие значения – в М1, М2, I, Т. Высокие и низкие значения показателей CBF и CBV совпадали между собой в зонах А, М1, М2, М3. ТТР имел низкие значения в зонах М1, М2, I, то есть максимальные значения контрастирования достигались за меньшее время. Наиболее высокие значения ТТР определялись в зонах А, Р, М3, Т. Зоны мозга, кровоснабжаемые крупными «магистральными» ветвями, имели высокие показатели CBF, CBV и низкие показатели ТТР (М1, М2, I); зоны А и М3 имели более низкие показатели CBF и CBV, более высокие показатели ТТР. Это свидетельствует о снижении кровотока в лобных долях в бассейне ПМА и зоне кровоснабжения дистальными ветвями СМА – области стыка теменной, височной и затылочной долей у пациентов с ИБС, готовящихся к реваскуляризации миокарда. Также отмечено, что зоны измерения L и Т характеризуются невысокой скоростью кровотока (CBF), длительным временем до пика контрастирования (ТТР) и высокими показателями объема крови (CBV), что должно быть учтено при анализе результатов ПКТ.

На 8-е сутки после операции асимметрии кровотока в симметричных зонах измерения внутри каждой из групп выявлено не было. При сравнении показателей перфузии между пациентами I и II групп достоверных различий выявлено не было. При сравнении показателей пациентов I и III групп отмечается достоверно более высокий показатель CBF в III группе в задних отделах верхней височной извилины (М2) справа ($p=0,04$). Между пациентами II и III групп определяются более высокие показатели CBV в А справа ($p=0,03$) и в проекции лентику-

лярных ядер слева ($p=0,02$) у пациентов III группы. Внутригрупповые различия показателей перфузии до и после операции достоверно определяются в III группе пациентов, где отмечается увеличение показателей CBF в M2 слева ($p=0,04$) и M2 справа ($p=0,02$), M3 справа ($p=0,04$), в L слева ($p=0,03$) и справа ($p=0,03$), показателя CBV в M2 слева ($p=0,04$) и справа ($p=0,04$). Показатель TTP достоверно не изменился после операции. Дооперационные и послеоперационные показатели перфузии не различались у пациентов I и II групп. В III группе после операции произошло увеличение скоростных и объемных характеристик в зонах кровоснабжения СМА (M2, M3, L), причем как в проекции корковых, так и в проекции центральных ветвей.

Обсуждение

При анализе показателей перфузии у пациентов с сочетанием ИБС и ГБ имели место меньшие значения церебрального кровотока в предоперационном периоде в зависимости от ее длительности, чем у пациентов без сопутствующей ГБ, что отмечалось в других исследованиях о влиянии ГБ и длительности ее анамнеза на повреждение микроциркуляторного русла [6]. В послеоперационном периоде определяется отсутствие достоверной отрицательной динамики показателей мозгового кровотока у всех групп пациентов, что может говорить об отсутствии прямого повреждающего действия аортокоронарного шунтирования (АКШ) в условиях ИК на церебральный кровоток. В этом мы расходимся с имеющимися данными о том, что операции с применением ИК сопровождаются снижением мозгового кровотока у всех пациентов [4], но наше мнение согласуется с результатами другого исследования [9], где значимых изменений показателей перфузии, измеренных методом магнитно-резонансной томографии (МРТ), после АКШ выявлено не было. Успешность выполнения процедуры ИК связывают с адекватным поддержанием АД [7] и индивидуальным подходом к его регуляции во время проведения ИК, что обеспечивает сохранность перфузии головного мозга [8].

Выводы

1. У пациентов с сопутствующей ГБ наблюдается гипоперфузия в зонах кровоснабжения ПМА, дистальных корковых ветвей СМА, центральных мелких ветвей СМА, а также задней мозговой артерии (ЗМА) по данным ПКТ.
2. У пациентов с длительностью анамнеза ГБ до 10 лет и без таковой достоверных изменений перфузии мозга в послеоперационном периоде не выявлено, что свидетельствует о сохранности механизмов ауторегуляции.
3. У пациентов с анамнезом ГБ более 10 лет происходит достоверное увеличение показателей церебральной перфузии (уменьшение TTP, увеличение CBF и CBV) в зонах, кровоснабжаемых СМА и ЗМА, увеличение CBV в бассейнах СМА с двух сторон.

Литература

1. Бокерия Л.А. и др. Микроэмболизация церебрального кровотока при операциях с искусственным кровообращением: интраоперационные, гемореологические и эхокардиографические корреляты // Анн. хир. – 2009. – № 6. – С. 79–87.
2. Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Полунина А.Г. и др. Церебральный кровоток при операциях с искусственным кровообращением // Креативная кардиология. – 2010. – № 1. – С. 97–108.
3. Дементьева И.И., Морозов Ю.А., Федулова С.В. и др. Роль агрегации эритроцитов в формировании микроэмболов в сосудах головного мозга при операциях на аорте // Кардиология и сердеч.-сосуд. хир. – 2009. – № 2. – С. 66–69.
4. Ефимова Н.Ю., Ефимова И.Ю., Чернов В.И. и др. Когнитивные функции и перфузия головного мозга у больных ишемической болезнью сердца после операции аортокоронарного шунтирования // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2002. – № 6. – С. 46–50.
5. Семенов С.Е., Молдавская И.В., Семенов А.С. и др. Критерии МР- и КТ-дифференциальной диагностики венозного и артериального инсульта // Мед. визуализация. – 2010. – № 6. – С. 41–49.
6. Kalra L. Cognitive function and hypertension // J. Human Hypertension. – 2009. – Vol. 23(2). – P. 86–96.
7. Ono M. et al. Duration and magnitude of blood pressure below cerebral autoregulation threshold during cardiopulmonary bypass is associated with major morbidity and operative mortality // J. Thorac. Cardiovasc. Surgery. – 2014. – Vol. 147, No. 1. – P. 483–489.
8. Reineke D. et al. Minimized extracorporeal circulation does not impair cognitive brain function after coronary artery bypass grafting // Interactive Cardiovasc. Thoracic surgery. – 2014. – Vol. 20, Issue 1. – P. 68–73.
9. Restrepo L. et al. Diffusion- and perfusion-weighted magnetic resonance imaging of the brain before and after coronary artery bypass grafting surgery // Stroke. – 2002. – Vol. 33, No. 12. – P. 2909–2915.
10. Yousif A. et al. Is Coronary Artery Bypass Grafting (CABG) with Cardiopulmonary Bypass Support (On-pump) Superior to CABG Without Bypass Support (Off-pump) in the High-Risk? A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials (RCTs) // Circulation. – 2014. – Vol. 130. – Suppl. 2. – P. A19554–A19554.

Поступила 16.02.2016

Сведения об авторах

Портнов Юрий Михайлович, младший научный сотрудник лаборатории рентгеновской и томографической диагностики ФГБНУ “НИИ КПССЗ”, врач-рентгенолог МБУЗ ККД.

Адрес: 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6.

E-mail: wing07@rambler.ru.

Семенов Станислав Евгеньевич, докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рентгеновской и томографической диагностики ФГБНУ “НИИ КПССЗ”.

Адрес: 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6.

E-mail: dr_semenov_s@mail.ru.

Коков Александр Николаевич, канд. мед. наук, заведующий лабораторией рентгеновской и томографической диагностики ФГБНУ “НИИ КПССЗ”.

Адрес: 650002, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6.

E-mail: dr.kokov@gmail.com.