

## ВЛИЯНИЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ НА СОСТОЯНИЕ ТКАНЕВОЙ ПЕРФУЗИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Портнов Ю.М.<sup>1</sup>, Семенов С.Е.<sup>1</sup>, Лукьянёнок П.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, e-mail: wing07@rambler.ru;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» «Научно-исследовательский институт кардиологии», Томск, e-mail: Lukans@yandex.ru

---

В статье дается оценка показателей тканевой перфузии головного мозга у больных кардиохирургического профиля в зависимости от наличия гипертензии и её длительности. В исследование включены 147 мужчин в возрасте 45-69 лет, госпитализированные для выполнения прямой реваскуляризации миокарда. В исследование не включались пациенты с тяжелыми нарушениями ритма сердца, имеющие каротидные стенозы более 50%, а также выраженную соматическую патологию. Пациенты разделялись на три сопоставимые группы в зависимости от продолжительности гипертензии. Всем больным проводилась перфузионная компьютерная томография (ПКТ) головного мозга с болюсным введением рентгеноконтрастного препарата. Определялись показатели перфузии - cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV), timetopeak (TTP) в основных кортикальных и субкортикальных симметричных участках головного мозга. У пациентов со стажем АГ более 10 лет наблюдался более длительный анамнез ишемической болезни сердца (ИБС) и более высокий функциональный класс (ФК) стенокардии по сравнению с пациентами без АГ и с наличием АГ длительностью анамнеза до 10 лет. Наиболее сохранная тканевая перфузия определяется у пациентов без анамнеза артериальной гипертензии. Более низкие показатели тканевой перфузии определялись у пациентов с более длительным анамнезом, что указывает на негативное влияние артериальной гипертензии и ее длительности на микроциркуляторный кровоток.

---

Ключевые слова: головной мозг, церебральная тканевая перфузия, артериальная гипертензия, ИБС, ПКТ.

## INFLUENCE OF ARTERIAL HYPERTENSION ON BRAIN TISSUE PERFUSION CONDITION

Portnov Yu.M.<sup>1</sup>, Semenov S.E.<sup>1</sup>, Lukyanenok P.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", Kemerovo, e-mail: wing07@rambler.ru;

<sup>2</sup>Research Institute of Cardiology, Tomsk, e-mail: Lukans@yandex.ru

---

**Summary:** this article provides an assessment of indicators of tissue perfusion of brain in patients with heart profile, depending on the availability of hypertension and its duration. The study included 147 men aged 45-69 years, hospitalized to perform direct myocardial revascularization. Patients were not included in the study with severe heart rhythm disorders, with more than 50% of carotid stenosis, as well as expressed by somatic pathology. Patients were divided into three groups with comparable depending on the duration of hypertension. All patients conducted perfusion computed tomography (PCT) brain with bolus contrast. Defined indicators of drug introduction perfusion-cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV), time to peak (TTP) in basic and symmetrical subcortical and cortical areas of the brain. In patients with more than 10 years experienced AG a longer history of coronary heart disease (CHD) and the higher functional class (FC) angina, compared with patients without AG and with the presence of AG history to 10 years duration. The most safe tissue perfusion is defined in patients without a history of hypertension. Lower rates of tissue perfusion in patients were determined with a longer history, which indicates that the negative impact of arterial hypertension and its duration in microcirculatory blood flow.

---

Keywords: brain, cerebral tissue perfusion, arterial hypertension, ischemic heart disease, PCT.

Нарушение системного кровообращения наиболее часто связывают с наличием и длительностью АГ [1]. Есть свидетельства того, что высокое кровяное давление может привести к повреждению головного мозга, например в виде инсульта. АГ считается основной причиной болезни мелких сосудов, приводящей к инфарктам и поражению белого вещества

головного мозга, и со временем увеличивает риск развития когнитивных нарушений [2], способствует атрофии мозга. АГ повышает уязвимость мозга к гипоперфузии [3]. При длительно существующей АГ происходит гипертоническое ремоделирование сердца, приводящее к нарушению сократимости миокарда левого желудочка (ЛЖ), что в сочетании с атеросклеротическими изменениями артерий увеличивает риск поражения головного мозга [4], также отмечаются эффекты гипертонуса артериол и истощения вазодилатации [5]. При длительном течении АГ снижается эластичность сосудистой стенки, внутренняя эластичная мембрана фрагментируется, а в мышечном слое происходит деструкция гладкомышечных волокон. В результате чего развивается удлинение и дилатация артерий, появляются участки патологической извитости и повышенной проницаемости сосудистой стенки, что приводит к плазморрагиям, гиалинозам и фибриноидным некрозам. Итог этого каскада патологических изменений - склероз сосудистой стенки со стенозированием или облитерацией его просвета. Патологически извитые сосуды с множественными участками стенозирования снижают микроциркуляторный кровоток. В нормальных условиях объемный мозговой кровоток является относительно постоянной величиной за счет компенсаторной ауторегуляции [6], а длительно существующая АГ приводит к срыву адаптационного механизма.

### **Цель исследования**

Сравнительная оценка показателей церебральной тканевой перфузии у пациентов кардиохирургического профиля в зависимости от наличия и продолжительности артериальной гипертонии.

### **Материалы и методы**

В исследование включены 147 мужчин от 45 до 69 лет, госпитализированные для выполнения прямой реваскуляризации миокарда. Из исследования исключались пациенты, имеющие каротидные стенозы свыше 50%, тяжелые нарушения ритма сердца, декомпенсированную соматическую патологию. Пациенты были разделены на 3 сопоставимые по клинико-anamnestическим характеристикам группы в зависимости от наличия и продолжительности АГ (табл. 1).

Всем пациентам проводилась перфузионная компьютерная томография (ПКТ) головного мозга на мультиспиральном (64 среза) компьютерном томографе с внутривенным болюсным введением (8 мл/с) рентгеноконтрастного препарата (неионный рентгеноконтрастный препарат с низкой осмолярностью и содержанием йода 350 мг/мл) в локтевую вену. При проведении исследований каких-либо осложнений отмечено не было.

Таблица 1

Клинико-anamnestические характеристики пациентов, планируемых на коронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения, Me [Q 25; Q 75]

Характеристики	Группы			p
	I группа, n=20	II группа, n=97	III группа, n=47	
Возраст, лет	57 [51; 59,5]	56 [52; 61]	58 [55; 61]	>0,05
Длительность ИБС, лет	2 [1; 6]	3 [1; 7]	8 [2; 10,5]	p <sub>1-3</sub> <0,02 p <sub>2-3</sub> <0,02
ФК стенокардии	2 [2; 3]	2 [2; 3]	3 [2; 3]	p <sub>1-3</sub> <0,03 p <sub>2-3</sub> <0,03
Длительность АГ, лет	0	3 [1,5; 5]	12 [10; 16]	p <sub>1-2</sub> <0,0001 p <sub>1-3</sub> <0,0001
ФК по NYHA	2 [2; 3]	2 [2; 3]	2 [2; 3]	>0,05

*Примечание: ФК – функциональный класс, ИБС (ишемическая болезнь сердца); ФК по NYHA – функциональный класс сердечной недостаточности по Нью-Йоркской ассоциации кардиологов*

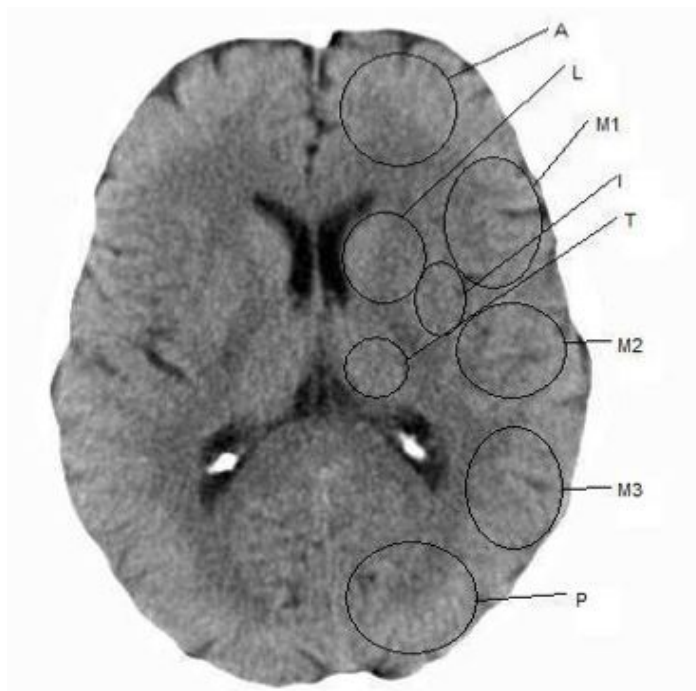
Оценку показателей перфузии проводили с помощью специализированного приложения рабочей станции.

Определяли следующие параметры церебральной перфузии [7; 8]:

- церебральный кровоток (CBF, мл/100г/мин);
- церебральный объем крови (CBV, мл/100г);
- время до достижения максимальной (пиковой) концентрации контрастного вещества (TTP, с).

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

До и после ПКТ проводилось измерение АД. Систолическое АД было от 110 до 160 мм рт. ст., диастолическое от 70 до 100 мм рт. ст. После процедуры АД не изменялось более чем на 20 мм рт. ст.



- A – бассейн передней мозговой артерии;
- M1 – задние отделы нижней лобной извилины;
- M2 – передние отделы верхней височной извилины;
- M3 – задний стык;
- P – бассейн ЗМА;
- L – лентикулярные ядра
- I – островок;
- T – таламус

*Рис.1. Зоны измерения показателей тканевого кровотока по данным ПКТ головного мозга*

## Результаты

При сравнении основных клинико-anamnestических характеристик у пациентов со стажем ГБ более 10 лет наблюдался более длительный анамнез ИБС и более высокий функциональный класс стенокардии по сравнению с пациентами без ГБ и с наличием ГБ длительностью анамнеза до 10 лет.

При выполнении ПКТ получены показатели перфузии (CBF, CBV, TTP), измеренные в зонах кровоснабжения ПМА (А), зонах кровоснабжения СМА (M1, M2, M3, I, L, частично в Т), в зонах кровоснабжения ЗМА (Р, частично Т) в двух полушариях. Были вычислены средние значения и стандартные отклонения (табл. 2).

Дисперсионный анализ не выявил достоверных различий показателей перфузии между симметричными зонами двух полушарий внутри каждой группы. При сравнении полученных показателей CBF, CBV, TTP в зонах измерения А, Р, M1, M2, M3, L, I, Т между пациентами I и III групп определяются достоверно более высокие показатели CBF в I группе в зонах измерения: в зоне А в двух полушариях ( $p=0,001$  и  $p=0,04$ ) (рис. 2); в зоне M2 справа ( $p=0,02$ ) (рис. 3); показатель CBV в зоне M1 слева ( $p=0,02$ ) (рис. 4). При сравнении показателей перфузии у пациентов I и II групп определяется более высокий показатель CBF в зоне А слева ( $p=0,04$ ) (рис. 2).

Таблица 2

Показатели перфузии головного мозга у пациентов с ИБС  
с различной длительностью анамнеза ГБ

Зоны измерения	Левое полушарие			Правое полушарие			p
	I группа	II группа	III группа	I группа	II группа	III группа	
	1	2	3	4	5	6	
<b>СВФ, мл/100 г/мин</b>							
A	50,8±2,7	47,3±5,3	45,3±3,2	50,1±4,3	47,9±7,8	43,8±4,6	p <sub>1-3</sub> =0,001 p <sub>4-6</sub> =0,04 p <sub>1-2</sub> =0,04
P	53,6±4,2	53,5±5,9	55,1±6,3	54,5±4,2	53,7±9,7	53,7±9,0	p> 0,05
M1	64,8±7,0	52,7±8,6	63,3±8,7	62,9±3,8	54,1±11	62,2±6,9	p> 0,05
M2	65,9±10	61,9±11	62,45±7	67,8±10	61,3±15	63,7±10	p <sub>4-6</sub> =0,02
M3	51,1±7,2	51,2±7,2	49,4±5,6	53,9±8,4	49,8±7,4	50,9±5,3	p> 0,05
L	56,3±7,1	57,9±7,9	56,5±4,6	55,8±5,7	56,3±2,2	55,9±3,8	p> 0,05
I	59,3±14,	56,8±12,	65,5±8,4	64,5±13,	60,1±10,	60,2±6,9	p> 0,05
T	55,6±5,0	54,7±8,0	56,9±3,0	54,8±6,3	56,6±6,1	58,8±2,4	p> 0,05
<b>СВУ, мл/100 г</b>							
A	2,9±0,33	2,8±0,31	2,62±0,2	3,2±0,7	2,8±0,3	2,7±0,3	p> 0,05
P	3,3±0,45	3,3±0,44	3,19±0,4	3,75±0,6	3,2±0,4	3,1±0,45	p> 0,05
M1	3,9±0,72	3,6±0,5	3,2±0,9	3,25±0,5	3,3±0,6	3,5±0,81	p <sub>1-3</sub> =0,01
M2	3,5±0,42	3,6±0,74	3,6±0,4	3,55±0,2	3,75±0,7	3,1±0,4	p <sub>5-6</sub> =0,004
M3	3,14±0,5	3,12±0,3	2,9±0,3	3,6±0,7	3,0±0,5	3,03±0,3	p> 0,05
L	3,3±0,32	3,37±3,8	3,3±0,23	3,3±0,4	3,3±0,8	3,3±0,3	p> 0,05
I	3,6±0,7	3,32±0,6	3,8±0,48	3,66±0,7	3,44±0,5	3,2±1,0	p> 0,05
T	3,24±0,2	4,4±0,92	3,25±0,2	3,9±0,6	4,71±0,9	3,3±0,2	p> 0,05
<b>ТТР, с</b>							
A	9,6±2,1	9,8±2,1	9,17±1,4	9,6±1,9	9,9±2,13	9,19±1,5	p> 0,05
P	9,98±1,7	10,2±2,2	9,74±1,3	10,23±2	10,5±2,2	9,95±1,3	p> 0,05
M1	8,7±4,0	9,2±3,2	8,27±1,4	8,7±1,98	9,14±2,1	8,43±1,2	p> 0,05
M2	8,9±1,73	9,1±1,9	8,64±1,3	8,8±1,77	9,12±1,9	8,74±1,6	p> 0,05
M3	9,7±2,05	9,1±1,93	9,6±1,6	9,8±1,98	10,1±2,1	9,7±1,9	p> 0,05
L	8,62±1,8	9,1±2,18	8,2±1,36	8,7±1,77	9,05±2,1	8,32±1,3	p> 0,05
I	8,3±1,45	9,34±2,4	8,01±1,5	8,34±1,3	9,13±2,1	8±1,8	p> 0,05
T	9,32±1,9	9,7±2,11	9,02±1,4	9,31±2,7	9,68±2,3	8,97±1,4	p> 0,05

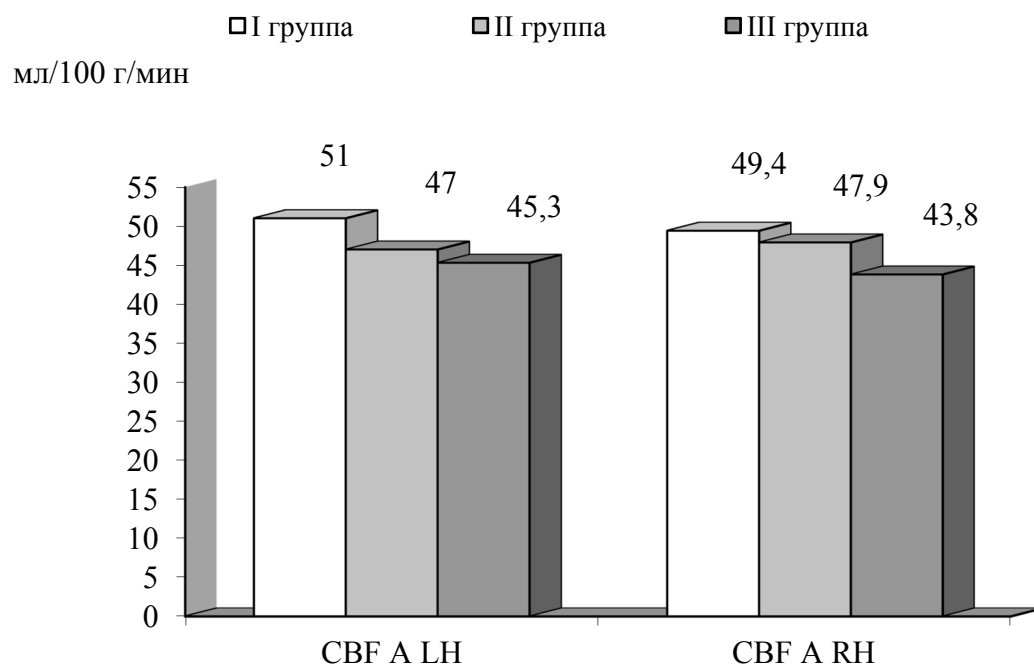


Рис. 2. Дооперационные ПКТ показатели CBF в зоне кровоснабжения ПМА (А) в левом (LH) и правом (RH) полушариях

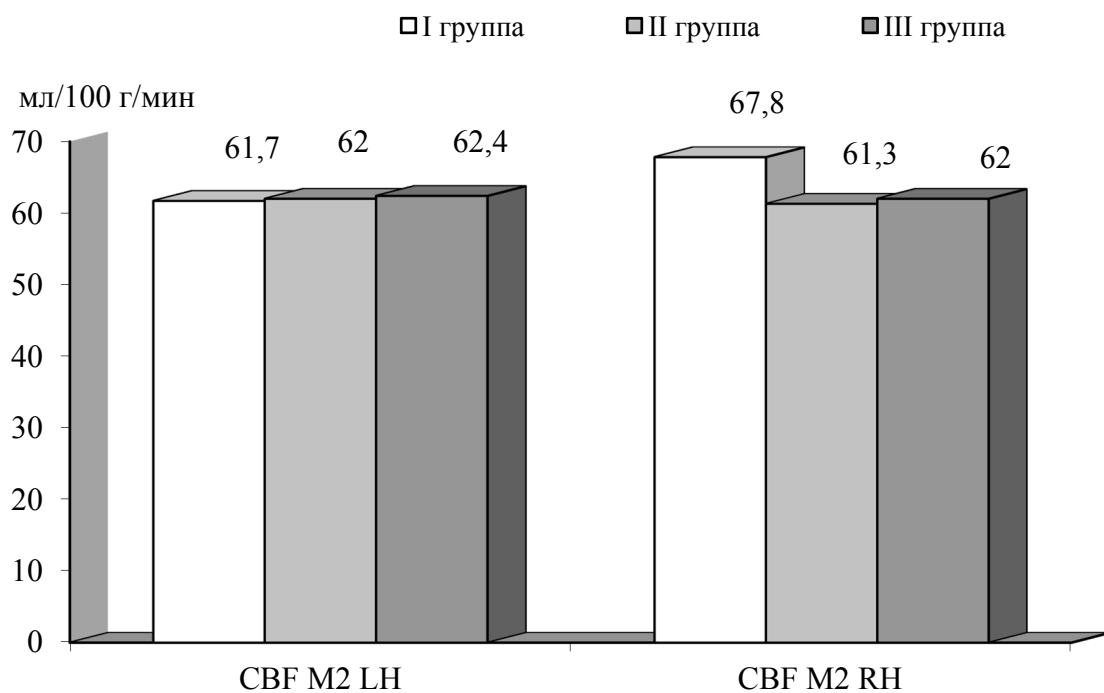


Рис. 3. Дооперационные показатели CBF в зоне измерения СМА (M2) в правом и левом полушариях

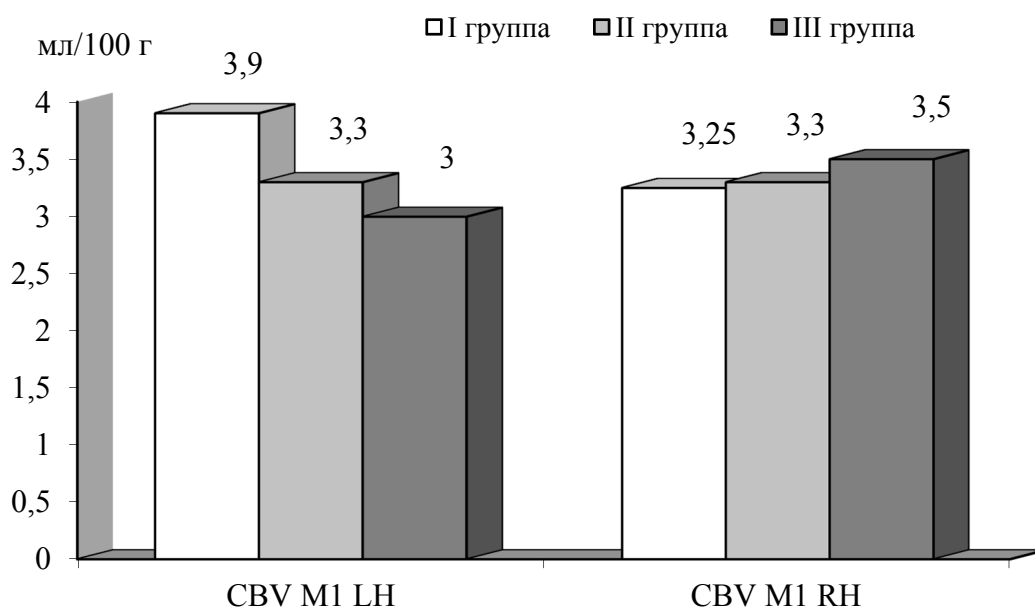


Рис. 4. Дооперационные показатели CBV в зоне измерения СМА (M1) в правом и левом полушариях

Между пациентами II и III групп наблюдается достоверно более высокий показатель CBV у пациентов II группы в зоне M2 справа ( $p=0,04$ ) (рис. 5). Дисперсионный анализ средних величин выявил достоверно более высокие показатели CBF в I группе пациентов по сравнению с III группой в зонах А с двух сторон, M2 справа, CBV в M1 слева, M2 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 M2 справа по сравнению с пациентами III группы.

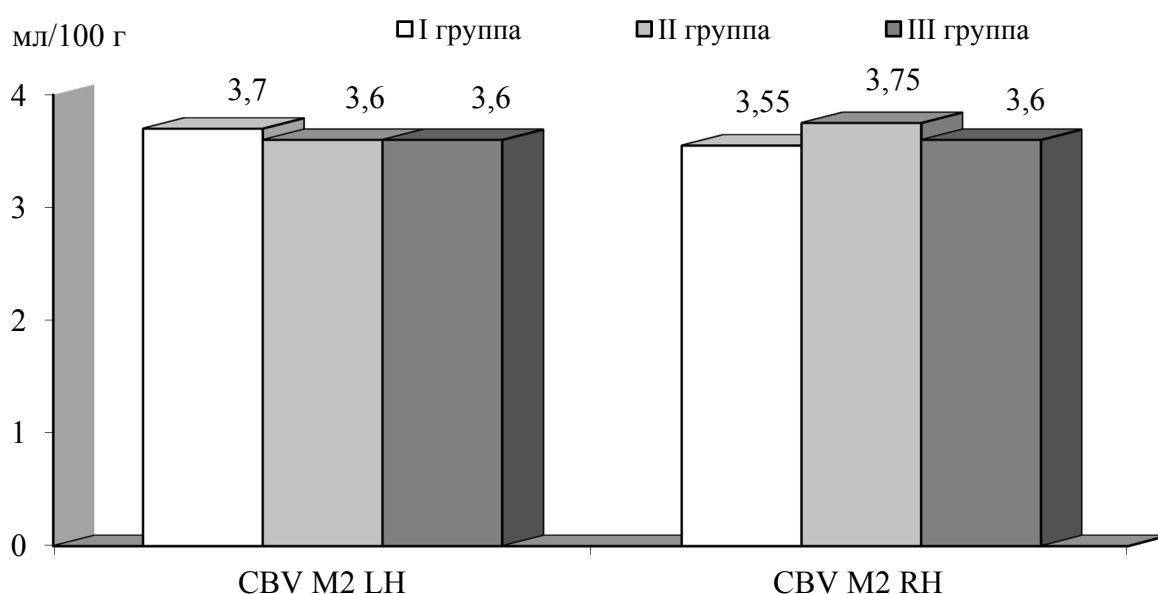


Рис.5. Дооперационные показатели CBV в зоне кровоснабжения СМА (M2) в правом и левом полушариях

## **Выводы**

При исследовании микроциркуляторного кровотока методом ПКТ наиболее сохранная тканевая перфузия определяется у пациентов без анамнеза АГ. При сравнении пациентов с различной длительностью АГ более низкие показатели тканевой перфузии определялись у пациентов с более длительным анамнезом, что указывает на негативное влияние АГ и ее длительности на микроциркуляторный кровоток. Если посмотреть на клиничко-анамнестические показатели обследованных пациентов, то отмечается более длительный анамнез ИБС и более высокий ФК стенокардии у пациентов с наличием АГ в зависимости от ее длительности. Это подтверждает тот факт, что ИБС и АГ - две взаимосвязанные патологии, отягощающие друг друга.

## **Список литературы**

1. Лукьянёнок П.И. Руководство для гипертоника: методическое пособие для профилактики осложнений артериальной гипертонии // Международный журн. эксперим. образования. – 2010. – № 10. – С. 22.
2. Kalra L. Cognitive function and hypertension // J. Human Hypertension. – 2009. – Vol. 23 (2). – P. 86–96.
3. Román G.C. Brain hypoperfusion: a critical factor in vascular dementia // Neurological research. – 2004. – Vol. 26, N 5. – P. 454–458.
4. Когнитивные функции и перфузия головного мозга у больных ишемической болезнью сердца после операции аортокоронарного шунтирования / Н.Ю. Ефимова, И.Ю. Ефимова, В.И. Чернов и др. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2002. – № 6. – С. 46-50.
5. Петренко Т.Е. Исследование функции эндотелия у детей и подростков с артериальной гипертензией по данным ультразвуковой доплерографии // Вестн. Рос. университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2012. – № 2. – С. 89-92.
6. Steiner L.A. Monitoring the injured brain: ICP and CBF / L.A. Steiner, P.J.D. Andrews // Br. J. Anaesth. – 2006. – V. 97. – P. 26–38.
7. Семенов С.Е., Хромов А.А., Портнов Ю.М., Нестеровский А.В. Исследования перфузии при нарушениях церебрального кровообращения. Часть I (история, основные постулаты и методы изучения). Обзор // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2016. – Т. 5, №1. – С. 95-102.
8. Портнов Ю.М., Семенов С.Е., Коков А.Н. Перфузионная компьютерная томография в оценке состояния церебральной гемодинамики у пациентов с ишемической болезнью сердца,



перенесших коронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения//  
Сибирский медицинский журнал. – 2016. –Т.31.- № 2. – С. 34-37.