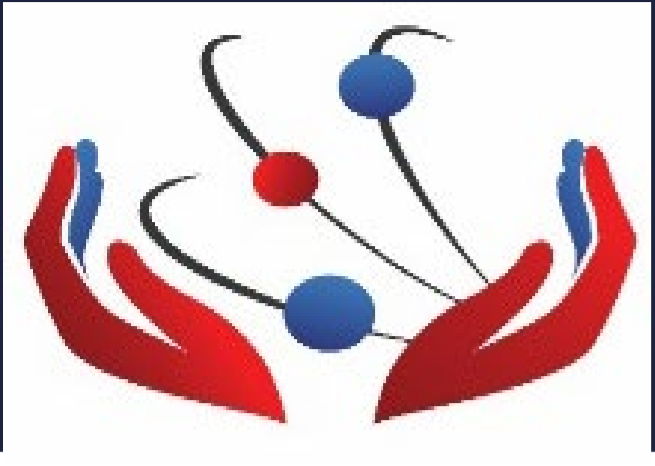


ПЕРФУЗИОННАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ПЛАНИРОВАНИИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ГЛИОБЛАСТОМОЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

РЕБРИКОВА В.А.

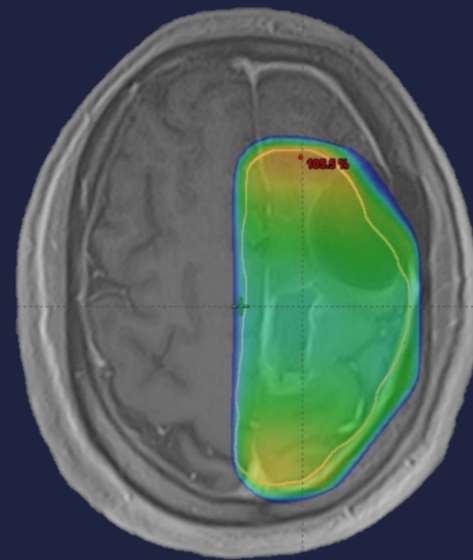
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, г. Москва, улица Профсоюзная 86



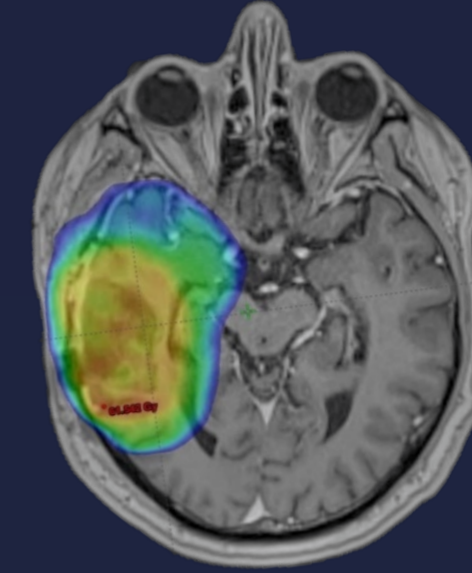
Цель: изучить возможности использования перфузионной магнитно-резонансной томографии (ПМРТ) для оптимизации планирования и оценки эффективности различных методик лучевой терапии глиобластом головного мозга.

Материалы и методы

Объект исследования - 49 больных с гистологически подтвержденным диагнозом глиобластома G-IV. В зависимости от методики лучевой терапии пациенты были разделены на две группы: I - с ЛТ по стандартному протоколу, II - ЛТ с бустом. ПМРТ всем больным выполнялась на томографах 1,5 Тл с гадолинием. Анализируемые параметры - rCBV, rCBF, rMTT.



I группа (n=29) - с ЛТ по стандартному протоколу с облучением зон клинического и субклинического распространения опухоли РОД 2 Гр до СОД 60 Гр с применением стандартного отступа на CTV + 2см.



II группа (n=20) ЛТ с последовательным бустом - на первом этапе ЛТ при облучении зон клинического и субклинического распространения СОД была уменьшена 46 Гр, далее последовательное доведение дозы до 60 Гр с РОД 2 Гр с краевым отступом 0,5-0,7см.

Перфузионные параметры
объем мозгового кровотока
 cerebral blood volume - CBV, мл/100г
скорость мозгового кровотока
 cerebral blood flow - CBF, мл/100г/мин
среднее время прохождения контрастного вещества
 mean transit time - MTT, сек.

Расчёт объёма опухоли (измеряемый контрастируемый участок в 3DT1):
 $V_{опухоли} = \pi/6 \times (D_x \times D_y \times D_z)$,
 Где
 D_x - размер опухоли по оси абсцисс (x)
 D_y - размер опухоли по оси ординат (y)
 D_z - размер опухоли по оси аппликат (z)

Расчёт объёма кисты:
 $V_{кисты} = \pi/6 \times (D1_x \times D1_y \times D1_z)$,
 Где
 $D1_x$ - размер кисты по оси абсцисс (x)
 $D1_y$ - размер по оси ординат (y)
 $D1_z$ - размер по оси аппликат (z)

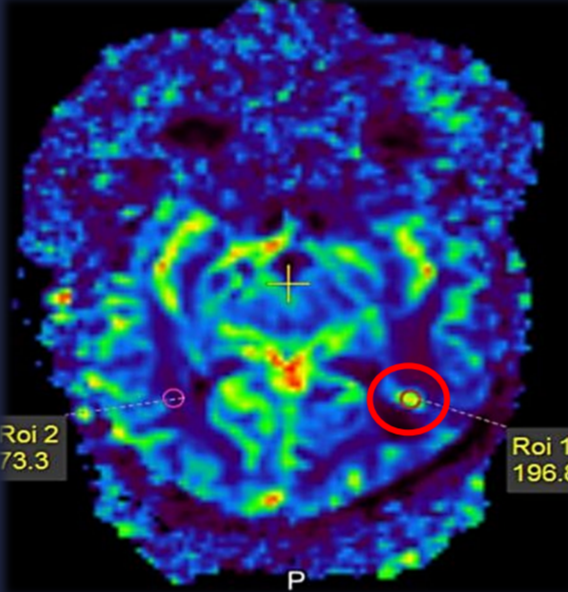
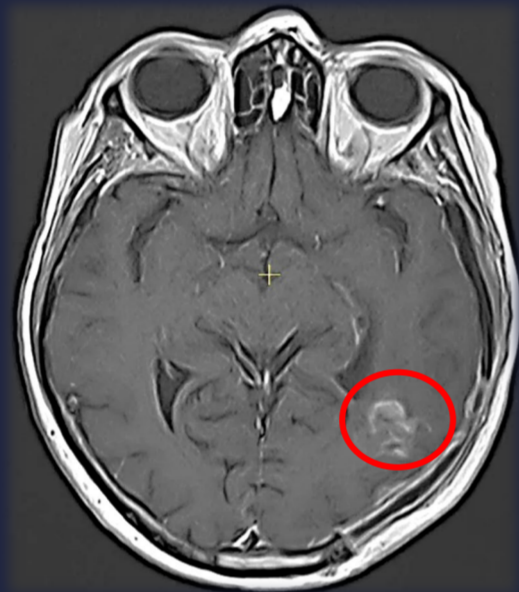
Расчёт объёма отёка (измеряемая зона перифокального гиперсигнала в T2 FLAIR):
 1) $V_{flair} = \pi/6 \times (D2_x \times D2_y \times D2_z)$, где $D2_x$ - размер зоны FLAIR по оси абсцисс (x)
 $D2_y$ - размер по оси ординат (y)
 $D2_z$ - размер по оси аппликат (z)
 2) $V_{отёк} = V_{зоны\ в\ T2\ flair} - (V_{опухоли} + V_{кисты})$

Зоны интереса - Region of interest ROI#
 ROI #1 - ткань глиобластомы
 ROI #2 - зона отека

$$rCBV_{опухоли} = \frac{CBV_{опухоли}}{CBV_{белое\ вещество}}$$

Результаты

По результатам до ЛТ в 22,4% перфузия позволила уточнить границы фрагментов остаточной опухоли по краю постоперационной кисты на фоне остаточного геморрагического пропитывания. Разница медиан в видимом участке опухоли и условно чистом крае постоперационной кисты по показателям rCBV была в 3,6 раз выше, отличие rCBF составило 2,9 раз, rMTT в 1,3 раза.



	ROI 1	ROI 2
CBF, мл/100г/мин	196.3	73.5
CBV, мл/100г	17.5	6.0
MTT, сек	10.7	9.8
Tmax, сек	4.0	2.0
BAT, сек	14	14
TTP, сек	26	24
BET, сек	38	38



КН-1. Положительная динамика через 1-1,5 месяцев, n=40 (81,6%)

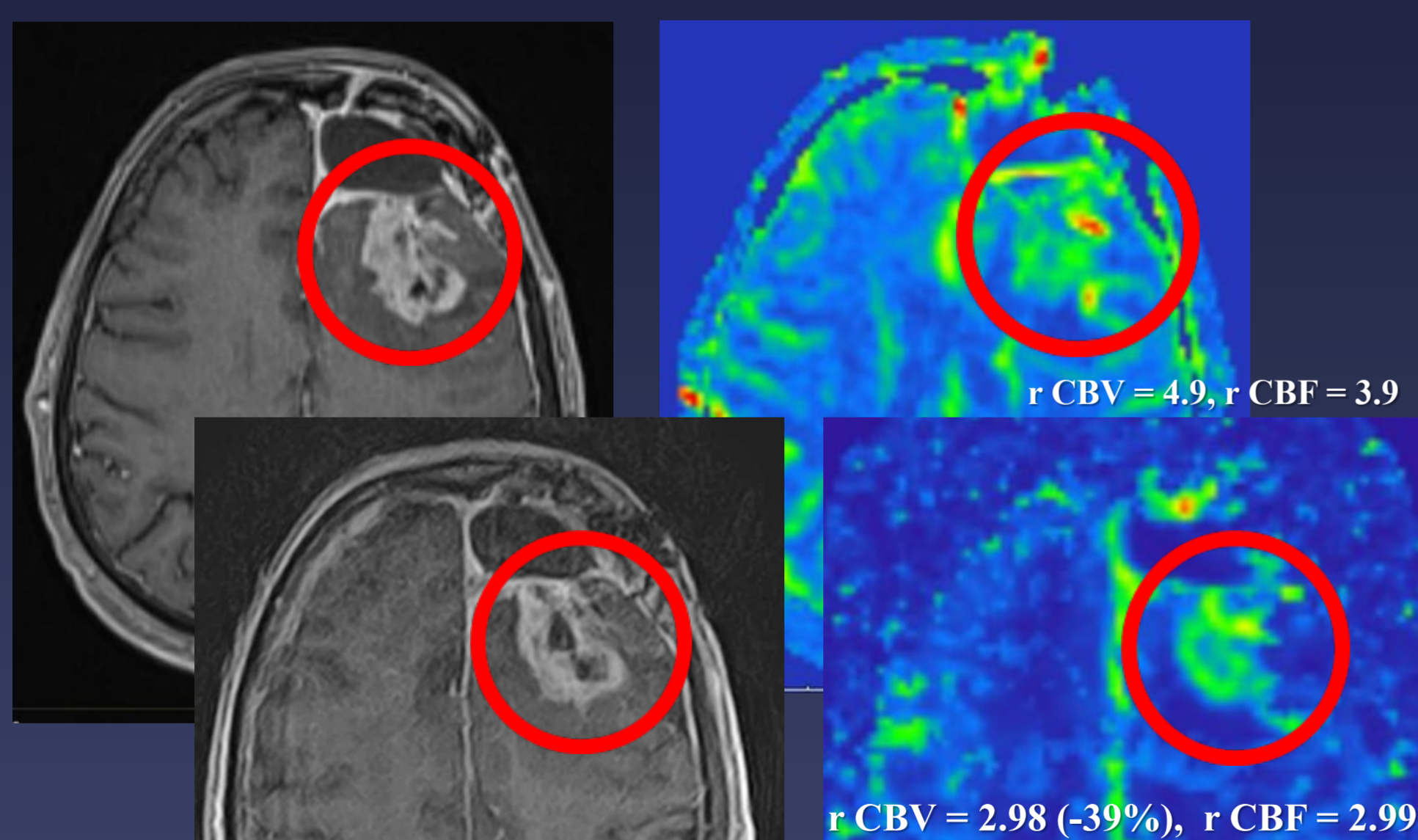
ROI#1 остаток глиобластомы			ROI#2 отёк		
Вискозный	V расчётный	%	Вискозный	V расчётный	%
1 ^{np} 0,2-67,1 см ³	0,02-53,5 см ³	-33,3%	1 ^{np} 4,5-153,9 см ³	4,3-134,5 см ³	11,5%
2 ^{np} 0,1-96,4 см ³	0,02-57,6 см ³	-25%	2 ^{np} 6,3-136,4 см ³	6,2-161,4 см ³	8,9%
3 ^{np} 0,1-1,9 см ³	0,02-1,3 см ³	-	3 ^{np} 0,3-1,1 см ³	0,09-0,9 см ³	-25%
4 ^{np} 1,2-6,1 см ³	1,2-4,2 см ³	-18,8%	4 ^{np} 0,1-1 см ³	0,2-1,1 см ³	-5%
5 ^{np} 1,3-6,7 см ³	2,02-3,4 см ³	-12,9%	5 ^{np} 0,3-1,01 см ³	0,3-1 см ³	-16,7%
6 ^{np} 0,8-3,1 см ³	1,1-0,6-6,7 см ³	-9,1%	6 ^{np} 0,3-1,1 см ³	0,2-1,1 см ³	-
7 ^{np} 0,8-4,9 см ³	1,3-0,2-4,3 см ³	-15,4%	7 ^{np} 0,5-1,1 см ³	0,3-1,3 см ³	10%
			8 ^{np} 0,3-1,6 см ³	0,6-1,5 см ³	-

Через 1-1,5 месяцев после ЛТ у больных со стандартной ЛТ положительный эффект выявлен в 79,3%, в группе «буст» - в 85%. Была выявлена положительная корреляция между уменьшением объема опухоли на 25%-33% и уменьшением медиан перфузионных параметров глиобластом. Отёк при стандартной ЛТ сопровождался уменьшением rCBV, rCBF и увеличение rMTT, что обусловлено повреждающим эффектом ЛТ. В группе «буст» отёк был меньше, rCBV снизился.

КН-2. Положительная динамика через 4-5 месяцев, n = 25 (78,1%)

ROI#1 остаток глиобластомы			ROI#2 отёк		
Вискозный	V расчётный	%	Вискозный	V расчётный	%
1 ^{np} 0,02-53,5 см ³	0,01-45,4 см ³	-29,4%	1 ^{np} 4,3-134,5 см ³	4,3-76,7 см ³	-21,8%
2 ^{np} 0,1-96,4 см ³	0,1-40,8 см ³	-26,9%	2 ^{np} 6,3-136,4 см ³	20,1-157,5 см ³	-4,7%
3 ^{np} 0,1-1,9 см ³	0,02-1,3 см ³	-	3 ^{np} 0,3-1,1 см ³	0,09-0,9 см ³	-12,3%
4 ^{np} 1,2-6,1 см ³	1,2-4,2 см ³	-11,8%	4 ^{np} 0,1-1 см ³	0,2-1,1 см ³	-
5 ^{np} 1,3-6,7 см ³	2,4-0,4-4,4 см ³	-12,5%	5 ^{np} 0,3-1,01 см ³	0,08-1,2 см ³	-12,3%
6 ^{np} 0,8-3,1 см ³	1,76-0,4-2,7 см ³	2,3%	6 ^{np} 0,3-1,1 см ³	0,2-1,1 см ³	-16,7%
7 ^{np} 0,8-4,9 см ³	1,1-0,7-2,6 см ³	-5%	7 ^{np} 0,5-1,1 см ³	0,4-1,1 см ³	-18%
8 ^{np} 0,2-4,3 см ³	1,1-0,9-2,6 см ³	-4,5%	8 ^{np} 0,6-1,5 см ³	0,1-1,14 см ³	-

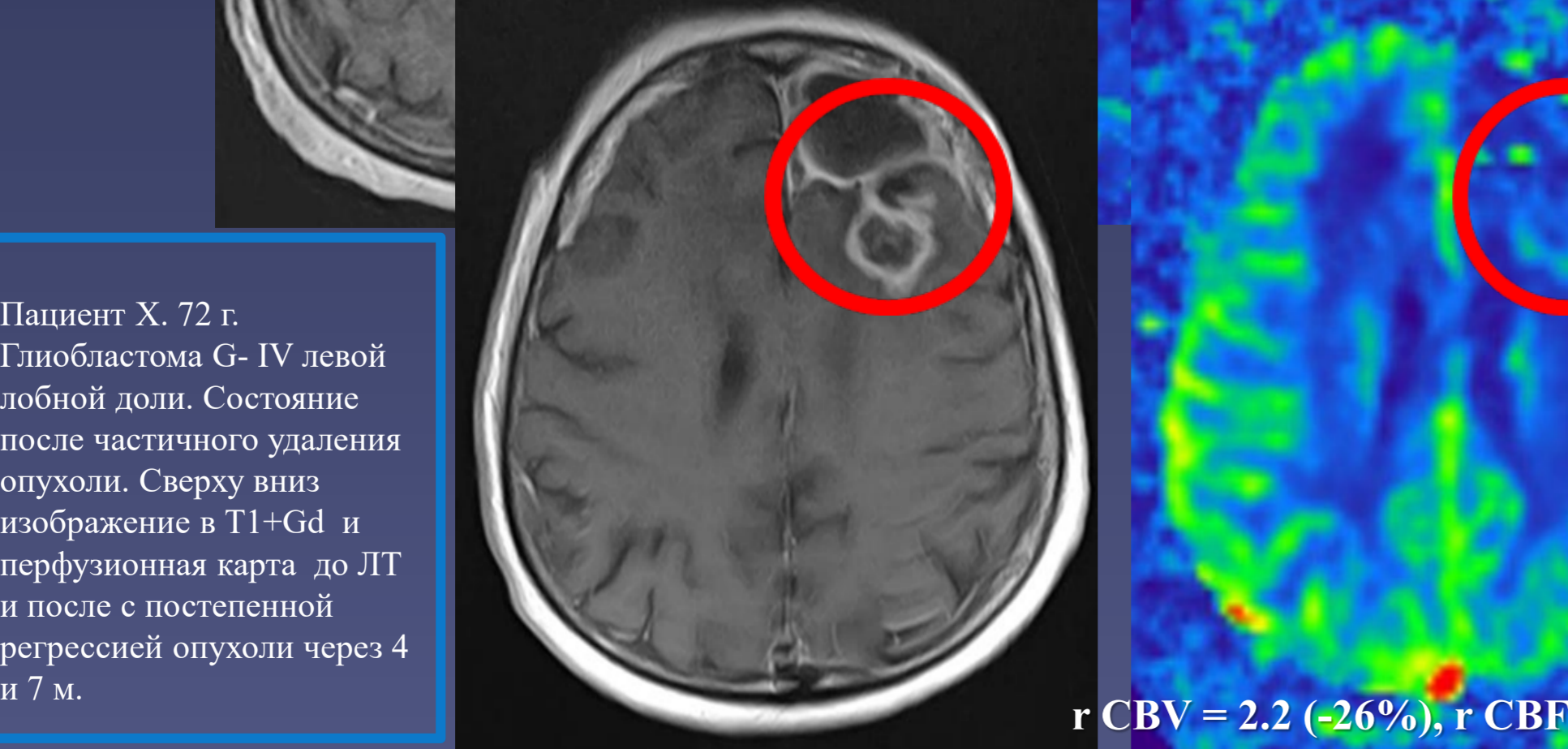
Через 4-5 месяцев после ЛТ при регрессии объема остаточной опухоли rCBV в исследуемых группах увеличился в диапазоне 2,3%-12,8%. Кроме того, было отмечено увеличение показателя rCBV в группе стандартной ЛТ до 11%. Визуальная картина уменьшения отёка в группе стандартной ЛТ имела прежние количественные характеристики. В группе «буст» снижение кровотока в зоне редукции дозы до 46 Гр было менее выраженным.



Через 7-8 месяцев после ЛТ при положительной динамике в 65,5%, выявлено уменьшение объема опухоли и rCBV, rCBF в диапазоне 5% - 22%. Рост значений rMTT обеих групп до 26%-29%, вероятно, был обусловлен постлучевой некротической трансформацией. В результате исследования перфузионных параметров удалось констатировать разнонаправленную динамику перифокального отёка по группам - в группе стандартной лучевой терапии увеличение объема отёка коррелировало со снижением медианных значений rCBV, rCBF на 20%, а в группе «буст» напротив определялся подъём медианных значений параметров rCBV, rCBF на 20%.

КН-3. Положительная динамика через 7-8 месяцев, n = 19 (65,5%)

ROI#1 остаток глиобластомы			ROI#2 отёк		
Вискозный	V расчётный	%	Вискозный	V расчётный	%
1 ^{np} 0,01-45,4 см ³	0,08-40,1 см ³	-27,1%	1 ^{np} 4,3-76,7 см ³	4,3-104 см ³	11,5%
2 ^{np} 0,1-96,4 см ³	0,01-38,4 см ³	-6,3%	2 ^{np} 6,3-136,4 см ³	16,7-162,3 см ³	-2,5%
3 ^{np} 0,1-1,9 см ³	0,02-1,3 см ³	-	3 ^{np} 0,3-1,1 см ³	0,09-0,9 см ³	-
4 ^{np} 1,2-6,1 см ³	2,9-0,1-6,8 см ³	-20,7%	4 ^{np} 0,1-1 см ³	0,2-1,1 см ³	-
5 ^{np} 1,3-6,7 см ³	2,1-0,4-3,7 см ³	-14,3%	5 ^{np} 0,3-1,01 см ³	0,2-1,1 см ³	-20%
6 ^{np} 0,8-3,1 см ³	2,2-0,3-2,4 см ³	-5%	6 ^{np} 0,3-1,1 см ³	0,2-1,1 см ³	-20%
7 ^{np} 0,8-4,9 см ³	1,8-0,4-2,2 см ³	-22,2%	7 ^{np} 0,5-1,1 см ³	0,2-0,95 см ³	20%
8 ^{np} 0,2-4,3 см ³	0,95-0,5-3,2 см ³	26,3%	8 ^{np} 0,4-1,1 см ³	0,7-5,7 см ³	1,1
			9 ^{np} 0,1-1,14 см ³	0,97-1,6 см ³	1,1



Сроки КИ после ЛТ	Кол-во больных	По группам	Результаты			
			Положительная динамика		Отрицательная динамика	
1-1,5 мес.	49	1. n=29	n=23	81,6%	n=6	18,4%
		2. n=20	n=17		n=3	
4-5 мес.	32	1. n=17	n=12	78,1%	n=5	21,9%
		2. n=15	n=13		n=2	
7-8 мес.	29	1. n=14	n=10	65,5%	n=4	34,5%
		2. n=15	n=9		n=6	

Пациент X, 72 г.
 Глиобластома G-IV левой лобной доли. Состояние после частичного удаления опухоли. Сверху вниз изображение в T1+Gd и перфузионная карта до ЛТ и после с постепенной регрессией опухоли через 4 и 7 м.

Полученные результаты продемонстрировали наибольшую эффективность ПМРТ при первом и третьем контрольных исследованиях. Картина может характеризоваться наличием вариабельных зон патологического контрастирования на фоне поврежденного ГЭБ, при этом показатели CBV, CBF уменьшаются. Наименьшая эффективность ПМРТ нами отмечена на 4-5 мес. после ЛТ, вероятно всего, это обусловлено наличием нескольких одновременно развивающихся процессов (повреждающим эффектом ЛТ, регенеративными процессами с грануляциями, остаточными фрагментами глиобластом, имеющими высокие показатели перфузии)

Заключение: ПМРТ позволила скорректировать объём облучения у 22,4% больных. Наибольшая информативность ПМРТ отмечена через 1-1,5 и 7-8 месяцев после окончания ЛТ, наименьшая - через 4-5 месяцев. Выявлена разница между больными с бустом и стандартной ЛТ: в зоне редукции дозы параметры ПВИ выше, чем при стандартной ЛТ, что обусловлено меньшим повреждающим воздействием.