

УДК 616-073.7+616.98:578.828

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОТОКОЛОВ КОМПЕНСАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ АРТЕФАКТОВ ПРИ СРЕДНЕПОЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ

¹Е. В. Федоренко, ²П. Е. Луценко, ²В. А. Архангельский, ²Е. М. Казакова, ³Т. А. Шелковникова, ³В. Ю. Усов¹Медицинский центр «Столица», Москва, Россия²ЗАО «Научно-производственная фирма «Аз», Москва, Россия³НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, г. Томск, Россия

© Коллектив авторов, 2018 г.

В настоящее время весьма актуален вопрос не только ранней диагностики ВИЧ-инфекции, но и раннего выявления и эффективного лечения осложнений СПИД. Значительная доля пациентов с ВИЧ обращается за помощью уже с наличием заболевания в стадии вторичных осложнений. Необходима быстрая, экономически доступная диагностика и верификация характера поражения средствами магнитно-резонансной (МР) томографии. Цель исследования: оценить возможности диагностики вторичного инфекционного поражения головного мозга у пациентов с ВИЧ-инфекцией методом бесконтрастной МРТ с использованием среднепольного МР-томографа и специально разработанного программного обеспечения компенсации артефактов движения. Обследованы 133 ВИЧ-инфицированных пациента, основную группу составили 108 (средний возраст $36,8 \pm 8,3$ года), направленных для МРТ головного мозга с подозрениями на неврологические осложнения. В контрольной группе было 25 пациентов того же возраста с очаговыми повреждениями сосудистого генеза. Всем была выполнена МРТ на среднепольном МР-томографе «Аз-360» (НПФ Аз, Москва) открытого типа с индукцией поля 0,4 Т, беспроводной четырехканальной РЧ-катушкой для головы, без дополнительного контрастного усиления, с использованием специально разработанных протоколов компенсации артефактов движения. Изображения МРТ при первичном и повторном обследовании пациентов оценивались качественно по характеру контуров патологического очага, наличию множественного очагового поражения, структуре фокусов, выраженности перифокального отека; смещению срединных структур; также определяли размеры боковых желудочков, наружных субарахноидальных пространств, толщину коры в различных отделах. Очаговое поражение головного мозга, верифицированное как токсоплазмоз, было в основной группе выявлено у 80% (86 из 108) обследованных. Ложноположительных и ложноотрицательных результатов при МРТ-диагностике в динамике наблюдения при ретроспективном анализе выявлено не было. Из них у 69 (80,2%) патологические очаговые поражения были множественными и локализовались перивентрикулярно, в том числе в скорлупе, хвостом ядра с равной частотой и справа и слева, единичные поражения встречались в таламусах, в сочетании с тенденцией к нейродистрофическим изменениям в различных отделах коры. Область скорлупы поражалась статистически значимо чаще других базальных ядер ($p=0,003$). При исследовании частоты поражения статистически значимого отличия для различных долей мозга не выявлено. Наиболее эффективным временем для динамического проспективного МРТ-исследования — контроля в ходе лечения — оказался срок в 4 недели. Таким образом, среднепольная МР-томография головного мозга с компенсацией артефактов движения является адекватным методом диагностики и проспективной оценки эффективности лечения токсоплазмоза у пациентов с ВИЧ.

Ключевые слова: МРТ, головной мозг, ВИЧ-инфекция, церебральный токсоплазмоз.

USE OF MIDDLE-FIELD MRI WITH SPECIFIC SEQUENCES COMPENSATING THE MOVEMENT ARTEFACTS FOR BRAIN STUDIES IN PATIENTS WITH HIV INFECTION

¹E. V. Fedorenko, ¹P. E. Lutsenko, ¹V. A. Arkhangelsky, ¹E. M. Kazakova, ²T. A. Shelkovnikova, ²W. Yu. Usov¹Medical center «Stolitsa», Moscow, Russia²Research and production Company «AZ plc», Moscow, Russia³Tomsk Institute of Cardiology of the National research medical center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia

Nowadays of great importance is not only the issue of early diagnosis of HIV infection, but of early detection and effective treatment of AIDS complications. The annual increase in the incidence of HIV infection amounts to 4%.

Unfortunately, a great number of patients ask for hospital care when their disease has the stage of secondary complications. Such situation requires a fast and affordable diagnostics together with verification of the nature of the affection. Purpose. To evaluate the diagnosis effectiveness of the secondary infectious cerebral affection in patients with HIV infection using the method of non-contrast MRI including the usage of the specially developed software. One hundred thirty three patients were recruited for the study, the main group of 108 persons (as old as $36,8 \pm 8,3$), all referred to the brain MRI with suggestion of neurologic complications of HIV. The control group comprised 25 patients of the same age with focal damage of vascular nature. In everybody the MRI has been carried out using open middle-field scanner (Az-360, by AZ plc company, Moscow) with field induction 0,4 T, supplied with wireless four-channel quadratur coil for head studies, without contrast enhancement, but using in everybody the specially designed protocols for compensation of movement artifacts. All patients were re-examined in 2, 4 and 6 weeks. MRI images both in first admission and in follow-up studies were reported first qualitatively by type of contour of pathologic focus, by presence of multiple pattern of focal damage, by ultrastructure of foci, extent of perifocal oedema, interhaemispheric dislocation; also the dimensions of lateral ventriculi, of external subarachnoidal spaces and thickness of cortex in various regions were measured. Focal cerebral damage verified later as toxoplasmosis was revealed in the main group in 80% (86 of 108) of patients. False-negative and false-positive conclusions of MRI studies were not revealed also in prospective follow-up studies. Of these in 69 (80,2%) the pathologic foci were multiple and did localize periventricularly in particular in putamen, nucleus caudatus, equally frequent for both haemisphaerae, single foci were detected in thalami, concomitant with tendency to extensive cortical dystrophy. The putamen region was involved more frequently as compared to other basal ganglii ($p=0,003$). No significant differences were revealed between various cortical regions as regard to frequency of detection of pathologic foci. Four weeks period was detected as being the most effective time for the dynamic control in the course of treatment. Conclusion. Middle-field MRI of the brain with compensation of movement artifacts is a proper technique for both the diagnosis and follow-up control of treatment of cerebral toxoplasmosis in patients with HIV infection.

Key words: MRI, brain, HIV-infection, cerebral toxoplasmosis.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2018-9-3-43-49>

Введение. В России сегодня фиксируют ежегодный рост числа ВИЧ-инфицированных и больных с клинически развившимся СПИД, в том числе осложненным инфекционными заболеваниями, в частности, церебральным токсоплазмозом.

С появлением и массовым внедрением антиретровирусной терапии (АРВТ) в Европе частота вторичного инфекционного поражения ЦНС при ВИЧ-инфекции за последние десять лет сократилась в 4 раза [1]. В России и ЕврАзЭС частота церебрального токсоплазмоза также имеет выраженную тенденцию к снижению, но он еще остается одной из самых частых и тяжелых инфекций с поражением ЦНС у ВИЧ-инфицированных [2].

Нередки случаи, когда диагноз церебрального токсоплазмоза ставится пациентам, не знающим о своей ВИЧ-инфицированности, или тем, кто не получает регулярной терапии [2]. Почти всегда заболевание развивается в результате реактивации латентного токсоплазмоза [3]. Весомую долю больных церебральным токсоплазмозом занимают пациенты с СПИД 4-й стадии, когда чрезвычайно важными являются ранняя диагностика и эффективное лечение данного осложнения. В США распространенность токсоплазмоза относительно низкая, а в Центральной Европе достигает 90%. Поскольку *Toxoplasma gondii* обладает высокой тропностью к тканям центральной нервной системы, а поражения других органов (сердца, скелетных мышц, печени, кишечника, легких) встречаются крайне редко и обычно обнаруживаются только на аутопсии [2, 3],

оптимальная экономически и высокочувствительная диагностика такой патологии при широком распространении могла бы заметно улучшить как клинические, так и социальные показатели лечения этих больных.

В основе патоморфогенеза церебрального токсоплазмоза головного мозга лежит формирование очагов специфического поражения полушарий мозга, включая базальные ядра [4, 5]. Наиболее частой предпосылкой для развития является снижение числа CD4-лимфоцитов [6]. Однако, при огромной важности результатов серологических исследований, достоверная верификация органического поражения ЦНС, детальное топическое определение локализации и объема повреждения мозга возможны только при МР-исследовании [1]. Патоморфологическая картина ЦТ характеризуется разнокалиберными участками поражения с перифокальным отеком, как со смещением срединных структур, так и без такового [5]. Клиническая картина, в свою очередь, зависит от локализации очагов. Заболевание может развиваться остро или подостро, с нарастанием симптоматики в течение нескольких дней. Главные симптомы достаточно неспецифичны и включают очаговые неврологические нарушения, в частности парезы, нарушения речи и выпадение чувствительности. Зачастую заболевание начинается с лихорадочного психосиндрома со спутанностью сознания, либо первым и единственным проявлением инфекции является эпилептический припадок. Менингеальные симптомы встречаются существенно реже. У больных с восста-

новлением иммунитета на фоне АРВТ наблюдаются атипичные проявления церебрального токсоплазмоза [7]. Таким образом, МР-томография является методом выбора в выявлении пациентов с церебральным токсоплазмозом на фоне ВИЧ [3, 6], и поэтому детализация МР-томографической картины головного мозга у пациентов с верифицированной или высоковероятной ВИЧ-инфекцией, направляемых для верификации очаговой неврологической симптоматики — с подозрением на инфекционное поражение головного мозга неясного генеза — сохраняет свою актуальность. Однако в повседневной клинической практике диагностика и тем более проспективное наблюдение пациентов с церебральными осложнениями ВИЧ оказываются затруднены судорожными приступами, моторными нарушениями, значительно осложняющими необходимую для проведения МР-томографии мозга фиксацию пациента в «закрытом» МРТ-сканере [8, 9].

Цель: определить возможность получения МР-томограмм головного мозга на среднепольном МР-томографе открытого типа для выявления и верификации вторичного церебрального токсоплазмоза у лиц с двигательными нарушениями и судорожными эпизодами на фоне ВИЧ-инфекции, как при первичном обследовании, так и при проспективном наблюдении.

Материалы и методы. В исследование вошли 133 пациента, которые были разделены на две группы. Основная группа — 108 (81,2%) пациентов, направленных для МР-томографической оценки состояния головного мозга из инфекционных стационаров в связи с подозрениями на неврологические осложнения ВИЧ-инфекции. Средний возраст обследованных составил $36,8 \pm 8,3$ года. Результаты серологического исследования крови на токсоплазмоз обусловили направление на МРТ с целью верификации или исключения вторичного инфекционного поражения головного мозга у 90 (83,3%) пациентов. Антитела к токсоплазмозу не были обнаружены у 16,7% ($n=18$) пациентов, у которых направление на МРТ было обусловлено одиночными признаками или совокупностью низкого показателя CD4-лимфоцитов, тяжелым клиническим состоянием, очаговой неврологической симптоматикой, длительным субфебрилитетом, верифицированным эпизодом развернутого судорожного (эпилептического) приступа.

В контрольную группу были включены 25 (18,8%) пациентов сходной возрастной категории с проявлениями дисциркуляторных нарушений, очаговыми повреждениями мозгового вещества сосудистого генеза, направленных на МР-томографическое исследование для изучения состояния серого вещества головного мозга, а также ликворной системы.

Магнитно-резонансная томография была выполнена всем пациентам на среднепольном МР томографе «Аз-360» (НПФ Аз, Москва) открытого типа, с напряженностью магнитного поля 0,4 Т, с использованием беспроводной четырехканальной радиоча-

стотной квадратурной катушки для головы. У всех пациентов ввиду личностной дезадаптации и тяжести состояния отсутствовала способность сохранять неподвижность во время исследования, в связи с чем были использованы специально разработанные методики с радиальным сбором данных во всех необходимых последовательностях (T2-TSE-R, T2 FLAIR, T1-SE-FCR) и плоскостях (аксиальной, сагиттальной и коронарной), без проведения у них наркозных мероприятий. Двум пациентам в связи со сложностью дифференциальной диагностики и необходимостью исключения сочетанной патологии, в частности дифференциальной диагностики с объемным образованием, обследование было дополнено контрастным усилением.

Изображения МРТ как при первичном, так и при повторном обследовании пациентов оценивались первоначально по качественным параметрам: характеру контуров патологического очага, наличию множественного очагового поражения, структуре очага/фокусов, выраженности перифокального отека; смещению срединных структур. Лучевым диагнозом обязательно констатировалось исключение иного генеза патологического процесса — воспалительного или опухолевого.

Кроме того, всем пациентам проводили количественную оценку размеров боковых желудочков мозга, наружных субарахноидальных пространств, толщины коры в различных отделах мозга по полушариям, интенсивности сигнала от ликвора. Полученные показатели сравнивались с результатами пациентов, образовавших контрольную группу с очаговой патологией головного мозга неинфекционного генеза.

При контрольном повторном МРТ-сканировании у пациентов после лечения определяли: изменение (уменьшение) размеров патологических очагов, изменение (уменьшение) количества очагов, уменьшение глубины перифокального отека мозгового вещества, нивелирование дислокационного синдрома.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA», ver. 6.0 (StatSoft Inc., США), с применением параметрических (t-критерий Стьюдента) и непараметрических (Манна-Уитни) критериев. Данные представлялись в виде «среднее \pm отклонение среднего». Статистически значимым считался уровень $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. В результате использования протоколов записи МР-томограмм с коррекцией помех движения, несмотря на выполнение исследования на фоне произвольных двигательных нарушений, диагностическое качество изображения было достигнуто во всех случаях. Оценка полученных при этом визуальных результатов исследования показала, что у 86 (80%) пациентов на полученных МР-изображениях имелись типичные для токсоплазмоза признаки, в виде очагового и фокусного поражения,

перифокального отека, и той или иной степени смещения срединных структур.

Из этих 86 пациентов у 69 (80,2%) патологические очаговые поражения были множественными и локализовались перивентрикулярно, в том числе в проекции базальных ядер, в частности скорлупе, хвостом ядра с равной частотой и анатомическим объемом справа и слева, единичные поражения встречались в таламусах, в сочетании с тенденцией к нейродистрофическим изменениям в различных отделах коры головного мозга (таблица). Область скорлупы поражалась статистически значимо чаще других базальных ядер ($p=0,003$). При исследовании частоты поражения различных долей мозга статистически значимого отличия частоты верификации в них поражения не выявлено. При этом одновременно множественное

и локализовались в лобных долях, визуализируясь во всех случаях и на T2-взвешенных (рис. 1, 2, а, б) и на flair-изображениях (рис. 2, в) МР-томограмм. Вовлечение в патологический процесс мозжечка было единичным. У 18% ($n=20$) очагового поражения головного мозга не верифицировано. У 2 пациентов диагностированы признаки лимфомы головного мозга, подтвержденной исследованием крови и спинномозговой жидкости. У 2 пациентов, которым исследование дополняли контрастным усилением, отмечалось характерное для токсоплазмоза кольцевидное накопление контраста в очагах, наиболее отчетливое и интенсивное на МР-сканах, записанных спустя 10 мин и позже. Все пациенты с выявленными признаками церебрального токсоплазмоза были обследованы повторно через 2, 4 и 6 недель.

Таблица

Количественные морфометрические показатели МР-томографии-головного мозга у пациентов с ВИЧ инфекцией ($M \pm \sigma$)

Показатель	Пациенты с ВИЧ-инфекцией, осложненной церебральным токсоплазмозом		Пациенты контрольной группы	
	правое полушарие	левое полушарие	правое полушарие	левое полушарие
Тело боковых желудочков, мм	$7,6 \pm 2,2$	$7,7 \pm 2,1$	$6,9 \pm 1,9$	$7,0 \pm 1,9$
Передний рог, мм	$5,25 \pm 1,7$	$5,25 \pm 1,7$	$6,2 \pm 1,3$	$6,8 \pm 1,5$
Задний рог, мм	$13,4 \pm 2,6$	$12,7 \pm 3,08$	$12,0 \pm 3,1$	$12,0 \pm 3,1$
Третий желудочек, поперечник, мм	$7,1 \pm 2,5$		$7,3 \pm 2,7$	
Толщина парагиппокампальной извилины, мм	$12,5 \pm 2,4$	$12,0 \pm 2,1$	$13,4 \pm 2,9$	$12,7 \pm 3,1$
Толщина лобной коры, мм	$2,6 \pm 0,5$		$2,9 \pm 0,8$	
Толщина затылочной коры, мм	$2,6 \pm 0,5$		$3,1 \pm 0,9$	
Толщина височной коры, см	$2,4 \pm 0,5$		$3,1 \pm 0,9$	

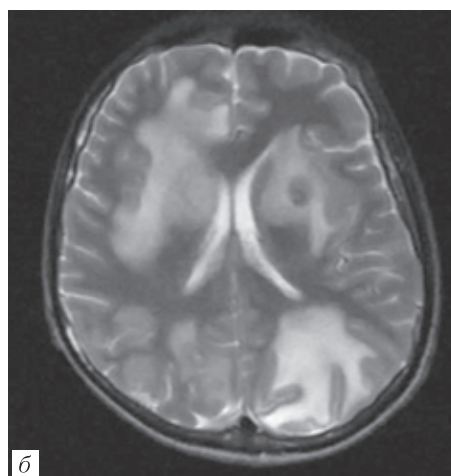
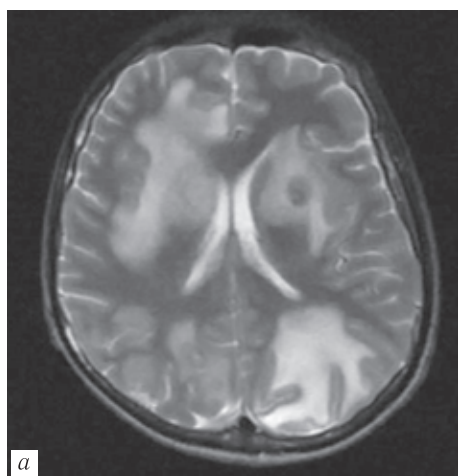


Рис. 1. МР-изображения головного мозга пациента с ВИЧ-инфекцией и постоянными моторными нарушениями по типу синдрома Паркинсона с записью с коррекцией артефактов движения, T2-взвешенные изображения. Множественные очаговые и фокусные повреждения с перифокальным отеком мозгового вещества (а). Очаговое поражение затылочной доли слева, височной доли справа (б)

поражение встречалось лишь в теменных и лобных долях, поражение височной и затылочной долей носило единичный характер и было менее объемным. В субкортикальных отделах больших полушарий очаговые поражения выявлены в 9% ($n=6$) случаев

Через 2 недели стационарного лечения положительная динамика изменений в головном мозге выявлена лишь у 20% всех пациентов. Наиболее быстро на проведенную терапию реагировали повреждения в области базальных ядер — в виде

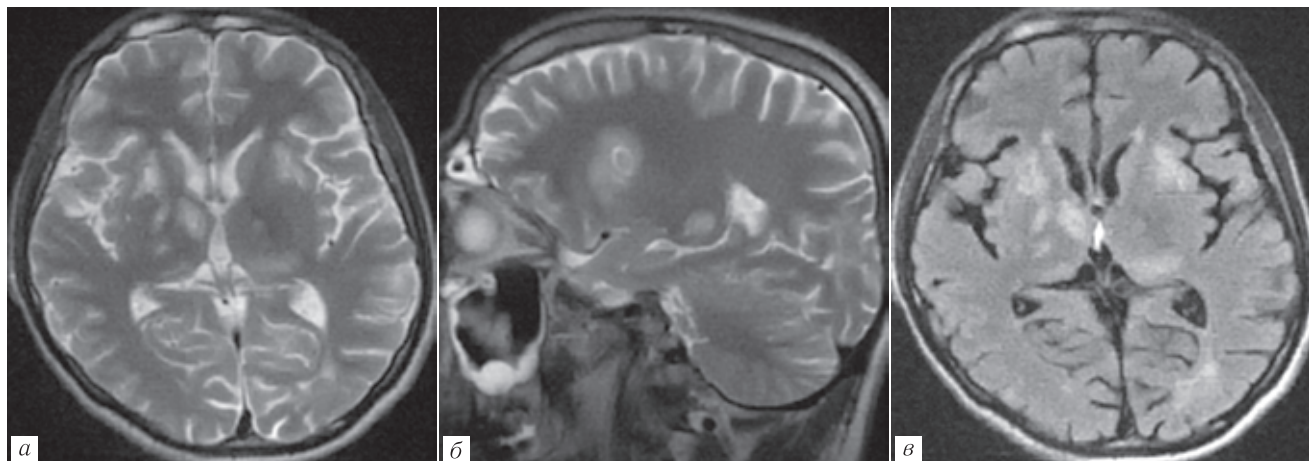


Рис. 2. МР-изображения головного мозга в Т2-взвешенном (а, б) и flair (в) режиме у пациента с токсоплазмозом на фоне ВИЧ-инфекции, полученные с применением методики сканирования с радиарным сбором данных — коррекцией произвольных артефактов; выявлены разных размеров очаговые повреждения мозгового вещества, с протяженным с перифокальным отеком

уменьшения размеров очагового поражения. Через 4 недели у 90% пациентов отмечена достоверная положительная динамика: уменьшение количества очагов всех локализаций, их размеров, большая четкость контуров очагов, уменьшение перифокального отека, нивелирование смещения срединных структур, снижение выраженности ликвородинамических расстройств, если таковые изначально имелись (рис. 3, 4). Клиническое состояние пациентов

ла лечения. Наиболее информативные результаты определяются через 4 недели ($p=0,004$) (рис. 4). Визуально отмечаемая регрессия очагов становится отчетливой лишь через 4 недели, так что исследование в динамике контроля лечения при внебольничном нахождении пациента обоснованно проводить через 4–6 недели.

Были выявлены статистически значимые отличия параметров толщины коры и показателей ликворо-

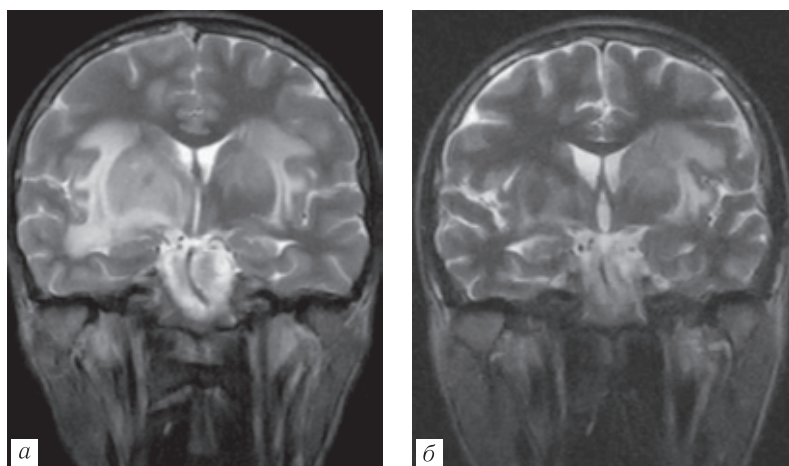


Рис. 3. МР-изображения очагового фокусного поражения области базальных ядер справа при токсоплазмозе, с выраженным перифокальным отеком, смещением срединных структур на уровне боковых желудочков, Т2-взвешенное изображение: а — исходное исследование; б — повторное контрольное исследование через 4 недели лечения, очевидная положительная динамика

по данным истории болезни улучшалось уже в первую неделю специфической терапии, однако согласно проведенному исследованию не требовало скорого контрольного МР-исследования.

По данным анализа контрольных МР-исследований, в том числе выполненных по просьбам родственников с отклонением от предполагаемых сроков динамического наблюдения, независимо от клинического состояния пациентов оказалось, что контрольную МРТ целесообразно проводить не раньше чем через 2 недели от момента верификации и нача-

содержащих структур, в частности, толщина коры лобных и височных долей у пациентов с ВИЧ-инфекцией выявлена как меньшая по сравнению с контрольной группой, а показатели нарушенной ликвородинамики имели более весомые отличия ($p<0,003$).

За второй год наблюдения рецидивы церебрального токсоплазмоза среди обследованных нами ранее пациентов встретились в 12% случаев ($n=9$). Однако при этом в связи с амбулаторным характером ведения пациентов не удалось достоверно выяснить, на фоне

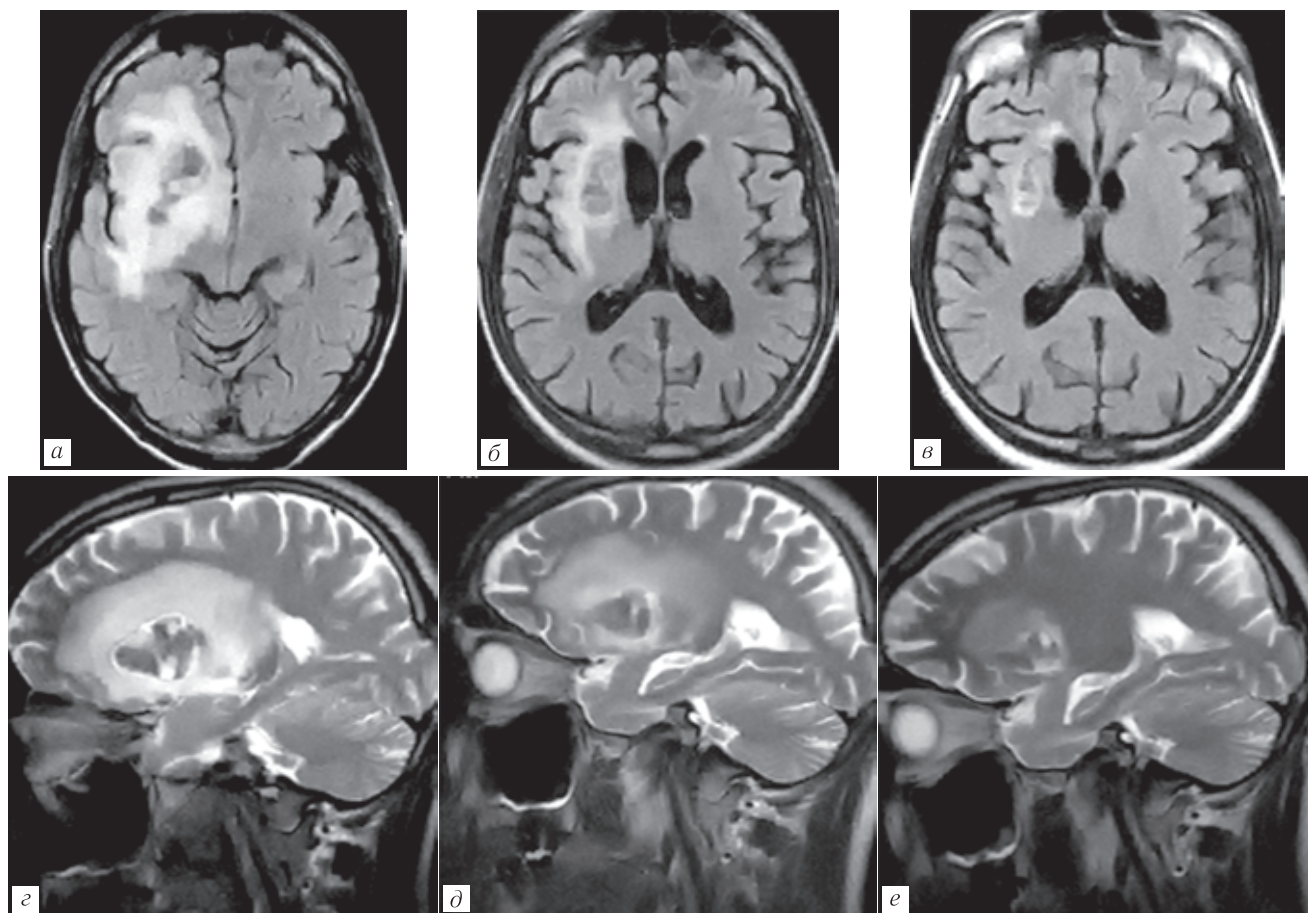


Рис. 4. Очаговое поражение правой гемисферы у пациента с ВИЧ, осложненным нейротоксоплазмозом. Верхний ряд (а–в) — аксиальные срезы на уровне боковых желудочков в режиме flair; нижний ряд (z–e) — сагиттальные срезы в Т2-взвешенном режиме в плоскости правосторонних глазницы — хвостатого ядра — таламуса. Последовательный регресс очагового поражения и окружающего отека в динамике лечения — спустя 2 (а, z), 4 (б, d) и 6 (в, e) недель

полной ли ремиссии они развились. Показатели CD4-лимфоцитов у всех пациентов были ниже таковых при исследовании годичной давности. У 6 (66%) из 9 пациентов с рецидивами наблюдали более многочисленные очаги повреждений в головном мозге, но при этом они были менее объемными по размерам по сравнению с предыдущими исследованиями. У остальных напротив поражения определяли как единичные, но более крупные, с дислокационным синдромом. Поражение области базальных ядер с превалированием поражения скорлупы сохранялось. Субтенториальное поражение вещества мозга встречалось как на первом году исследования, так и на втором, не различаясь. В настоящее время эти пациенты продолжают оставаться под наблюдением.

Традиционно исследование пациентов с неврологическими осложнениями ВИЧ-инфекции представляет собой значительные методические проблемы, давая неудовлетворительное качество изображений и требуя разработки специализированных радиочастотных катушек [10]. Это не только создает трудности в адекватном обследовании таких пациентов, у которых продолжительная клиничко-неврологическая ремиссия и сохранение социальной роли, как правило, возможны [2, 11], но и значительно ограничивает получение исследовательской инфор-

мации об эффективности терапии пациентов с ВИЧ. Результаты проспективного исследования таких пациентов, представленные здесь, позволяют говорить, что для клинического выявления и затем контроля эффективности лечения использование открытых среднепольных томографов оказывается вполне удовлетворительным и при использовании алгоритмов коррекции движений позволяет во всех случаях получить достаточно качественные изображения. Ранее алгоритмы коррекции движений использовались в основном только для высокопольных МР-томографических систем [12, 13]. В свою очередь, такое отсутствие методических ограничений позволяет проводить проспективный МР-томографический контроль поражений при необходимости сколь угодно часто. Это позволило, в частности, определить оптимальное время для контроля эффективности терапии как 4 недели после ее начала, поскольку динамическое наблюдение верифицировало положительную динамику в первые 2 недели лечения у 20%, а через 4–6 недель — у 95% пациентов.

Выводы. МРТ-исследование на открытом магнитно-резонансном томографе «АЗ-360» с напряженностью магнитного поля 0,4 Т в состоянии обеспечить высокую чувствительность и специфичность в диагностике церебрального токсоплазмоза уже

до или совсем без применения парамагнитного контрастирования. Использование специально разработанных протоколов сканирования с компенсацией артефактов от движения позволило не просто прове-

сти само МР-исследование клинически тяжелым пациентам с ВИЧ-инфекцией, неспособным сохранять неподвижность, но и получить МР-томограммы высокого диагностического качества.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Еременко Н.Н., Губенко А.И., Зебрев А.И., Лысикова И.В. Современные подходы в лечении ВИЧ-инфицированных больных // *Ведомости научного центра экспертизы средств медицинского применения*. 2014. № 2. С. 40–45. [Eremenko N.N., Gubenko A.I., Zebrev A.I., Lysikova I.V. Modern approaches to the treatment of HIV-positive patients // *Vedomosti nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya*, 2014. Vol. 2. P. 40–45 (In Russ)].
2. Мазус А.И., Чистякова Г.Г., Ольшанский А.Я. и др. Организация медицинской помощи и повышение качества жизни больных ВИЧ-инфекцией в Российской Федерации // *Менеджмент качества в сфере здравоохранения и социального развития*. 2012. № 1. С. 26–29. [Mazus A.I., Chistyakova G.G., Olshansky A.Y. et al. Medical care management and improvement of quality of life of patients with HIV infection in the Russian Federation within the national healthcare project // *Menedgment katchestva v sfere zdravookhraneniya i sotsialnogo razvitiya*, 2012. No. 1. P. 26–29 (In Russ)].
3. Luft B.J., Remington J.S. Toxoplasmic encephalitis // *J. Infect. Dis.* 1988. Vol. 157. P. 1–6.
4. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. *Диагностическая нейрорадиология*. М.: «И.П. Андреева Т.Н.» 2006. 635 с. [Kornienko V.N., Pronin I.N. *Diagnostic neuroradiology*. Moscow: T.N. Andreeva Publ House, 2006. 635 p. (In Russ)].
5. *Нейрорадиология* / под ред. Т. Н. Трофимовой. СПб.: Изд-во СПбМАПО, 2005. 283 с. [Neuroradiology / ed. by T. N. Trofimova. St. Petersburg: St. Petersburg Postgraduate medical academy publishing house, 2005. 283 p. (In Russ)].
6. Weiss R. How does HIV cause AIDS // *Science*. 1993. Vol. 260. P. 1273–1278.
7. Brody S., Mitsuya H., Yarchoan R., Pavlakis G. N. Antiretroviral therapy in AIDS // *Ann. Intern. Med.* 1990. Vol. 113. P. 604–618.
8. Westbrook C. *Handbook of MRI Technique*. Boston: WILEY-Blackwell, 2013. 400 p.
9. Edelman R.R., Hesselink J.R., Zlatkin M.B., Cruess J.V III. *Clinical Magnetic Resonance Imaging*. Amsterdam-London-New York Elsevier Inc., 2006. 396 p.
10. Gensanne D., Josse G., Lagarde J.M., Vincensini D. High spatial resolution quantitative MR images — an experimental study of dedicated surface coils // *Phys. Med. Biol.* 2006. Vol. 51 (11). P. 2843–2855.
11. Glatt A.E., Chirgwin K.C., Landesman S.H. Treatment of infections associated with human immunodeficiency virus // *N. Engl. J. Med.* 1988. Vol. 318. P. 1439–1448.
12. Davis A.D., Noseworthy M.D. Motion and distortion correction of skeletal muscle echo-planar images // *Magn. Reson. Imaging*. 2016. Vol. 34 (6). P. 832–838.
13. Johnson P.M., Liu J., Wade T. et al. Retrospective 3D motion artifacts correction using spherical navigator echoes // *Magn. Reson. Imaging*. 2016. Vol. 34 (9). P. 1274–1282.

Поступила в редакцию: 07.07.2018 г.

Контакт: Усов Владимир Юрьевич, mritomsk@yandex.ru

Сведения об авторах:

Федоренко Елена Вениаминовна — кандидат медицинских наук, заведующая отделением лучевой диагностики Медицинского центра «Столица»; 119313, Москва, Ленинский пр., д. 90, пом. 25;
 Луценко Павел Евгеньевич — кандидат медицинских наук, главный врач ООО «Научно-производственное предприятие «Аз»; 105037, Москва, ул. Парковая 1-я, д. 10, стр. 3;
 Архангельский Вячеслав Алексеевич — генеральный директор ООО «Научно-производственное предприятие «Аз»; 105037, Москва, ул. Парковая 1-я, д. 10, стр. 3;
 Казакова Екатерина Михайловна — рентгенлаборант диагностического центра «Томография на 1-й Парковой», ООО «Научно-производственное предприятие «Аз»; 105037, Москва, ул. Парковая 1-я, д. 10, стр. 3;
 Шелковникова Татьяна Александровна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения рентгеновских и томографических методов диагностики НИИ кардиологии Томского национального исследовательского центра РАН; 634012, г. Томск, Томская обл., Киевская ул., д. 111А;
 Усов Владимир Юрьевич — доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения рентгеновских и томографических методов диагностики НИИ кардиологии Томского национального исследовательского центра РАН; 634012, г. Томск, Томская обл., Киевская ул., д. 111А.