

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫСОКОПОЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

В проведенных ранее исследованиях показано, что у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС дисциркуляторные изменения головного мозга наблюдаются чаще, чем в основной популяции населения России. Цель работы – оценить состояние вещества головного мозга у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленный период. Основную группу (ОГ) составили 45 ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, контрольную (КГ) – 49 пациентов того же возраста и пола, у которых в анамнезе не отмечались радиоактивные поражения. Уровень выраженности дисциркуляторной энцефалопатии в группах не различался. Была проведена высокопольная магнитно-резонансная томография головного мозга на томографе «Magnetom Verio» с напряженностью магнитного поля 3 Тл. Морфологические изменения головного мозга в ОГ по сравнению с КГ были более значимыми. Так, наружная заместительная гидроцефалия в ОГ визуализировалась статистически чаще, чем в КГ, в 84 и 65 % соответственно ($p < 0,05$), смешанная – в 51 и 16 % соответственно ($p < 0,005$). У 14,2 % обследуемых КГ вообще не отмечалось расширений ликворных пространств и желудочковой системы. В обеих группах выявлены последствия лакунарных инфарктов в виде наличия кист в области базальных ядер, окруженных зонами глиоза. В ОГ данные изменения происходили с более выраженной частотой, чем в КГ ($p < 0,05$). Результаты магнитно-резонансной томографии головного мозга помогают прогнозировать течение дисциркуляторной энцефалопатии у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленный период, корректировать лечение и реабилитационные мероприятия.

Ключевые слова: медицина катастроф, чрезвычайная ситуация, Чернобыльская АЭС, ликвидатор последствий аварии, нейровизуализация, головной мозг, дисциркуляторная энцефалопатия, заместительная гидроцефалия.

Введение

Поражение центральной нервной системы занимает одно из ведущих мест в формировании заболеваемости среди ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). Одним из возможных механизмов возникновения этой патологии является нарушение процессов нейроэндокринной регуляции и метаболизма. Синдром вегетативной дисфункции предшествует ранней клинической манифестации артериальной гипертензии и цереброваскулярной недостаточности у данного контингента больных. Со временем развивается дисциркуляторная энцефалопатия (ДЭ), возможны проявления пограничных нервно-психических расстройств [8].

В отдаленном периоде у лиц, подвергшихся комплексу воздействий факторов аварии, наблюдается прогрессирование расстройств когнитивной и эмоционально-волевой сферы. Отмечаются астеноневротические и фобические изменения психики, неадекватное

реагирование на стресс, снижение памяти, внимания, нарушения сна, а также депрессивные расстройства – как одна из частых форм психической патологии в условиях длительной чрезвычайной ситуации [4]. Все это свидетельствует о диффузном поражении вещества головного мозга у этих пациентов, что значительно снижает их социальную адаптацию и качество жизни и требует разработки новых методов диагностики и лечения [10].

Определение характера, локализации и выраженности поражения головного мозга у ЛПА на ЧАЭС имеет большое значение при назначении лечения, установлении степени ДЭ, помогает в решении многих экспертных медико-социальных вопросов [1].

В настоящее время достигнут определенный прогресс в диагностике структурных изменений вещества головного мозга. Это обусловлено широким внедрением в клиническую практику новейших методов и методик нейровизуализации. Наибольший интерес

Левашкина Ирина Михайловна – врач-рентгенолог кабинета магнитно-резонансной томографии Всероссийского центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: levashkina ldc@yandex.ru;

Серебрякова Светлана Владимировна – д-р мед. наук, зав. кабинетом магнитно-резонансной томографии Всероссийского центра экстрен. и радиац. медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: medicine@arcerm.spb.ru.

среди исследователей в диагностике патологии головного мозга вызывает высокопольная магнитно-резонансная томография (МРТ), как самый современный метод лучевой диагностики, позволяющий достоверно оценить степень вовлечения структур головного мозга в дегенеративный процесс [9]. Полученные с помощью МРТ результаты помогают прогнозировать прогрессирование ДЭ у ЛПА на ЧАЭС, корректировать лечение и реабилитационные мероприятия.

Свойственная цереброваскулярной недостаточности тенденция к прогрессированию обычно связана с накоплением полиморфных ишемических и вторичных дегенеративных изменений в мозге [5]. Важнейшими МР-признаками в диагностике ДЭ являются наличие таких структурных изменений головного мозга, как диффузное двустороннее поражение белого вещества (лейкоэнцефалопатия), множественные очаги глиоза дистрофического и дисциркуляторного характера, перивентрикулярный лейкоареоз, наличие заместительной внутренней и наружной гидроцефалии, свидетельствующей о кортикальной атрофии, и атрофии глубинных структур мозга.

Лейкоареоз является одним из ранних морфологических признаков ДЭ и регистрируется на МР-томограммах в виде зон повышения сигнала от белого вещества мозга вокруг боковых желудочков. Причиной лейкоареоза является поражение мелких пенетрирующих сосудов, приводящее к диффузному поражению белого вещества. Повторные эпизоды церебральных гипертензивных кризов сопровождаются поражением сосудистого эндотелия, вазогенным отеком мозга, трансудацией плазменных белков, что ведет к периваскулярному энцефалолизису. Морфологические изменения при данном типе патологии заключаются в прогрессирующей диффузной деструкции в волокнах белого вещества с утратой миелина, возникновении очагов неполного некроза с образованием мелких полостей, персистирующем отеке ткани мозга и формировании множественных расширенных периваскулярных пространств – криблюр. Установлена выраженная корреляционная связь между наличием лейкоареоза, старением и степенью артериальной гипертензии у пациентов с ДЭ [1].

Облигатным компонентом морфологической картины ДЭ является церебральная атрофия, которая может отражать наличие микроинфарктов, валлеровской дегенерации нейронов или непосредственно связана

с гипоперфузией коры. Косвенным признаком атрофических процессов в коре является расширение борозд полушарий большого мозга. Заместительная гидроцефалия протекает с нормальным внутричерепным давлением. По данным МРТ, уже на I стадии ДЭ обнаруживается незначительно выраженное неравномерное расширение ликворных конвексальных пространств, которые прогрессируют по мере развития заболевания. По мере прогрессивного развития ДЭ отмечается увеличение размеров желудочков мозга, расширяются базальные цистерны, нарастают атрофические изменения коры.

По мнению исследователей [2], гидроцефалия играет заметную роль в патогенезе нервных и психических расстройств при ДЭ. Считается, что прогрессирование внутренней гидроцефалии – более надежный критерий наличия и динамики ДЭ, чем наличие дистрофических субкортикальных очагов. Особенности клинических проявлений ДЭ определяются типом атрофических изменений, протекающих в головном мозге. Как правило, расширение желудочковой системы при ДЭ более выражено, чем расширение корковых борозд, и может отражать не только убыль мозгового вещества в глубинных отделах мозга, но и снижение резистентности перивентрикулярных тканей к ликвородинамическим воздействиям. При атрофических процессах в глубинных отделах мозга в наибольшей степени страдает функция лобных долей и их связей с подкорковыми и стволовыми отделами. Это предопределяет доминирующую роль когнитивных расстройств лобного типа и сложных нарушений двигательного контроля в клинической картине ДЭ [6]. Атрофия глубинных структур косвенно выражается в расширении желудочковой системы с формированием внутренней заместительной гидроцефалии.

Множественные очаги глиоза выражаются в наличии мелких (от 2 до 8 мм) участков повышенного сигнала и являются одним из самых частых проявлений синдрома хронической ишемии головного мозга. Все очаги отчетливо выявляются в режиме таких импульсных последовательностей, как T2 и TIRM. Характерным МР-признаком очагового поражения белого вещества мозга при ДЭ является субкортикальная и паравентрикулярная локализация изменений. Типично вовлечение в процесс таламусов и других базальных структур. Очаги чаще всего ориентированы параллельно сагиттальной плоскости, имеют непра-

вильную форму, размеры от 2 до 10–12 мм, при тяжелой степени поражения – склонны к слиянию. Структура очагов неоднородная, возможна постишемическая кистовидная перестройка при отсутствии перифокального отека. При введении контрастного вещества его накопления в очагах не происходит. По мере развития процесса единичные кистозно-очаговые изменения мозга становятся множественными.

В результате повторных преходящих эпизодов гипоперфузии в глубинных слоях белого вещества развиваются так называемые лакунарные инфаркты, характеризующиеся демиелинизацией, гибелью олигодендроцитов, утратой аксонов. Они встречаются преимущественно в области базальных ядер, что обусловлено особенностями кровоснабжения головного мозга и чаще всего – локальной окклюзией мелких артерий. При патоморфологическом исследовании обнаруживают области некроза, кистозные полости, расширение периваскулярных пространств, периваскулярный отек, валлеровскую дегенерацию, ангиоэктазии и другие изменения [6]. На МРТ отмечаются мелкие (до 6–8 мм) кисты с ободком периферического глиоза и ликворным содержимым. При лакунарном типе дисциркуляторных изменений наличие множественных постишемических кист в значимых для когнитивных функций зонах (бледный шар, зрительные бугры) является неблагоприятным прогностическим признаком.

Материал и методы

Во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург) обследовали 45 ЛПА на ЧАЭС, которые составили основную группу (ОГ). Средний возраст пациентов был $(63,8 \pm 2,9)$ года. В анамнезе пациентов ОГ радиационных поражений зарегистрировано не было. Контрольная группа (КГ) состояла из 49 человек, возраст которых соответствовал основной группе. Все участники давали информированное согласие на проведение исследования.

В определении ДЭ использовали классификацию Г. А. Максудова [7]. ДЭ выявлена у всех пациентов в обеих группах: I степени – у 18 человек в ОГ и 25 человек в КГ, II степени – у 17 и 15 больных соответственно, III степени – у 10 и 9 пациентов соответственно.

Обследуемым лицам проводили высокопольную МРТ на томографе «Magnetom Verio» с напряженностью магнитного поля 3 Тл.

Импульсные последовательности позволяли изучать:

- T2ВИ с использованием спинового эха – оценку структур головного мозга, степень дифференцировки на серое и белое вещество;
- T1ВИ – морфологию головного мозга и визуализировать участки свежих кровоизлияний;
- TIRM (инверсия–восстановление) – зоны отека и диффузной атрофии вещества мозга, глиозные изменения;
- аксиальные T2ВИ и TIRM – белое вещество головного мозга, острые нарушения мозгового кровообращения, диффузные лейкоэнцефалопатические поражения, а также последствия лакунарных инфарктов и кистозно-глиозно-атрофических изменений;
- T1ВИ, T2ВИ и TIRM ввиду хорошей контрастности между тканью мозга и ликвором – степень кортикальной атрофии;
- последовательность SWI – зоны отложения гемосидерина, кальция и амилоида в базальных ядрах и вдоль крупных сосудов;
- диффузионно-взвешенные изображения – информацию о нарушениях диффузии протонов в зоне острого нарушения мозгового кровообращения или участках мозга, пораженных объемным или воспалительным процессом.

У обследуемых в обеих группах определяли наличие и количество очагов глиоза сосудистого генеза и постишемических лакунарных кист.

Внутреннюю гидроцефалию устанавливали по признакам расширения желудочковой системы мозга, наружную – при расширении конвекситальных пространств больших полушарий мозга и борозд мозжечка, смешанную – при сочетании признаков внутренней и наружной гидроцефалии. У всех пациентов, прошедших обследование, гидроцефалия носила заместительный (атрофический) характер.

Степень тяжести внутренней гидроцефалии оценивали по критериям, разработанным С. Б. Вавиловым [3], по показателям размеров расстояния между передними рогами, задними рогами боковых желудочков, ширины тел боковых желудочков, третьего и четвертого желудочков с расчетом индекса передних рогов (соотношение расстояния между передними рогами и бипариетальным размером).

Математическую обработку результатов проводили с использованием приложения Excel for Windows. Достоверность сходства (различий) относительных показателей в ОГ и КГ оценивали по критерию χ^2 Пирсона.

Результаты и их анализ

В зависимости от выраженности ДЭ у пациентов ОГ и КГ отмечалось наличие МР-признаков, свойственных данной патологии. Визуализировались заместительная гидроцефалия наружного и смешанного типа (рис. 1), зоны перивентрикулярного глиоза и лейкоареоза, очаговые изменения белого вещества головного мозга дистрофического и постишемического характера (рис. 2), ла-

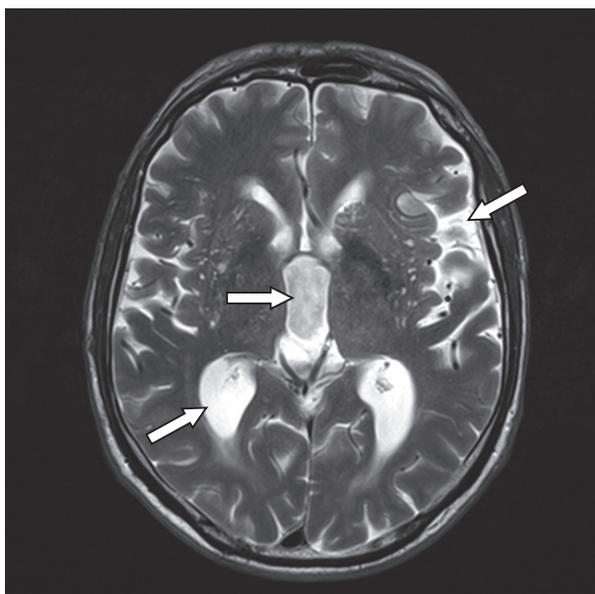


Рис. 1. Смешанная заместительная гидроцефалия.

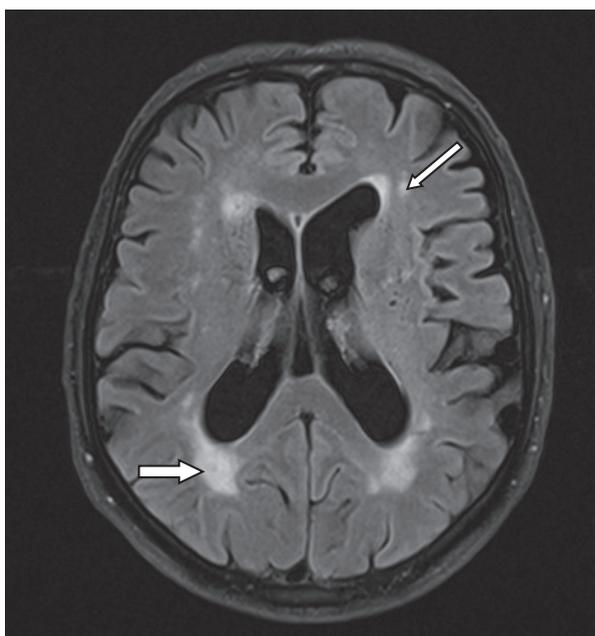


Рис. 2. Перивентрикулярный лейкоареоз (толстая стрелка) и очаг глиоза дистрофического и дисциркуляторного характера (тонкая стрелка).

кунарные кисты в базальных ганглиях (рис. 3), таламусе и стволе мозга.

На аксиальном срезе на уровне отверстия Монро, выполненном в Т2-режиме, выявлялось выраженное расширение желудочковой системы мозга, а также субарахноидального пространства в области боковых щелей.

На аксиальном изображении, выполненном в режиме TIRM, отмечались диффузные зоны повышенного сигнала в области задних рогов боковых желудочков, множественные очаги глиоза в перивентрикулярных отделах и области базальных ядер.

Однако степень морфологических изменений головного мозга в группе ЛПА на ЧАЭС по сравнению с КГ была более выражена (таблица). Так, заместительная гидроцефалия наружного и в большей мере смешанного типа, последствия лакунарных инфарктов в КГ визуализировались статистически реже, чем в ОГ. У 14,2 % обследуемых КГ вообще не отмечалось расширений ликворных пространств и желудочковой системы.

В обеих группах отмечались последствия лакунарных инфарктов в виде наличия кист в области базальных ядер, окруженных зонами глиоза. В ОГ данные изменения происходили с более выраженной частотой, чем в КГ пациентов.

Очаги глиоза дистрофического и дисциркуляторного характера белого вещества мозга, как и наличие перивентрикулярного

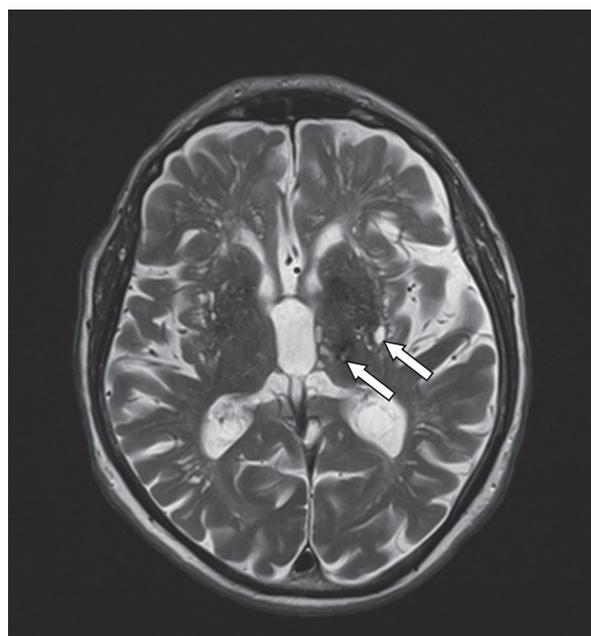


Рис. 3. Постишемические лакунарные кисты в области базальных ядер слева. Аксиальное Т2-взвешенное изображение.

Морфологические изменения головного мозга у пациентов с ДЭ, n (%)

Показатель	ОГ	КГ	p <
Наружная заместительная гидроцефалия	38 (84,4)	32 (65,3)	0,05
Смешанная заместительная гидроцефалия	23 (51,0)	8 (15,5)	0,005
Мультифокальные очаговые поражения (15 и более)	36 (77,7)	34 (73,4)	
Перивентрикулярный лейкоареоз	15 (33,3)	11 (22,4)	
Последствия лакунарных инфарктов	15 (33,3)	7 (12,2)	0,05

лейкоареоза в обеих группах, проявлялись практически одинаково. Различия по этим проявлениям дисциркуляторной энцефалопатии между ОГ и КГ выражались на уровне тенденций, возможно, за счет малых групп.

Заключение

Данные высокопольной магнитно-резонансной томографии показали различную степень дегенеративных и сосудистых изменений головного мозга, свойственных дисциркуляторной энцефалопатии у пациентов обеих групп.

Однако у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, по сравнению с контрольной группой, отмечались атрофические процессы глубоких отделов мозга, выражающиеся в преобладании смешанной заместительной гидроцефалии, расширение желудочковой системы, мультифокальное очаговое поражение белого вещества, последствия лакунарных ишемических нарушений в области базальных ядер.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что проявления дисциркуляторной энцефалопатии, ведущей к морфологическим изменениям вещества головного мозга, у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС встречаются чаще и протекают более выраженно.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Поступила 11.10.2016 г.

Для цитирования. Левашкина И. М., Серебрякова С. В. Возможности высокопольной магнитно-резонансной томографии в оценке дегенеративных изменений головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 4. С. 98–103. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-4-98-103

Литература

1. Алексанин С.С., Маматова Н.Т., Тихомирова О.В. [и др.]. Особенности функционального состояния центральной нервной системы участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2007. Т. 52, № 5. С. 5–11.
2. Бурцев Е.М. Дисциркуляторная (сосудистая) энцефалопатия // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1998. № 1. С. 45–48.
3. Верещагин Н.В., Брагина Л.К., Вавилов С.Б., Левина Г.Я. Компьютерная томография мозга М. : Медицина, 1986. 251 с.
4. Идрисов К.А., Краснов В.Н. Клинико-динамические и эпидемиологические аспекты депрессивных расстройств в условиях длительной чрезвычайной ситуации // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2015. № 4. С. 65–69.
5. Левин О.С. Дисциркуляторная энцефалопатия: современные представления о механизмах развития и лечения // Consilium medicum. 2008. Т. 8, № 8. С. 80–87.
6. Левин О.С., Дамулин И.В. Диффузные изменения белого вещества и проблема сосудистой деменции // Достижения в нейрогеронтологии / под ред. Н.Н. Яхно, И.В. Дамулина. М. : ММА, 1995. С. 189–228.
7. Максудов Г.А. Классификация сосудистых поражений головного и спинного мозга // Сосудистые заболевания нервной системы / под ред. Е.В. Шмидта. М., 1975. С. 12–17.
8. Нягу А.И., Логановский К.Н. Изменения в нервной системе при хроническом воздействии ионизирующего излучения // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1997. № 2. С. 62–69.
9. Одинак М.М., Емелин А.Ю., Декан В.С., Лобзин В.Ю. Современные возможности нейровизуализации в диагностике деменций // Психиатрия. 2009. № 1. С. 57–61.
10. Подсонная И.В., Ефремушкин Г.Г., Желобецкая Е.Д. Биоэлектрическая активность головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, страдающих дисциркуляторной энцефалопатией и артериальной гипертензией // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2012. № 10. С. 33–38.

High field magnetic resonance imaging potential for assessing brain degenerative processes in Chernobyl accident liquidators at the remote period

Levashkina I. M., Serebryakova S. V.

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine,
EMERCOM of Russia (Academica Lebedeva Str., 4/2, St. Petersburg, 194044, Russia)

Irina Mikhaylovna Levashkina – rentgenologist MRI, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Academica Lebedeva Str., 4/2, St. Petersburg, 194044, Russia). e-mail: levashkina ldc@yandex.ru

Svetlana Vladimirovna Serebryakova – Dr. Med. Sci., head of MRI Department, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Academica Lebedeva Str., 4/2, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: medicine@arcerm.spb.ru

Abstract

Relevance. According to the previous studies, discirculatory encephalopathy in Chernobyl accident liquidators is observed more commonly than in the general population of Russia.

Intention. To evaluate brain white matter in Chernobyl accident liquidators at the remote period.

Methods. Main Group (MG) comprised 45 liquidators of the Chernobyl accident, Control Group (CG) — 49 patients of the same age and gender without a history of radiation-induced lesions. Discirculatory encephalopathy severity was similar in both groups. Assessments were performed using high-field MRI (Magnetom Verio tomography with 3T magnetic field).

Results and Discussion. Morphological changes of the brain in MG were more pronounced than in CG. In particular, external compensatory hydrocephalus was visualized statistically more often in MG than in CG (84 vs 65 %, respectively; $p < 0.05$), mixed hydrocephaly – in 51 vs 16 %, respectively ($p < 0.005$). In 14.2 % of CG patients there was no expansion of cerebral fluid spaces or ventricular system. Lacunar infarction consequences represented by cysts in basal nuclei, surrounded by gliosis areas, were found in both groups. But in MG those changes were more frequent than in CG ($p < 0.05$).

Conclusion. High-field MRI is the most relevant for discirculatory encephalopathy assessment and prognosis in Chernobyl accident liquidators at the remote period. It helps to adjust treatment and rehabilitation processes.

Keywords: disaster medicine, emergency situation, Chernobyl Nuclear Power Plant, liquidator of the accident aftermath, neurovisualization, brain, discirculatory encephalopathy, compensatory encephalopathy.

References

1. Aleksanin S.S., Mamatova N.T., Tikhomirova O.V. [et al.]. Osobennosti funktsional'nogo sostoyaniya tsentral'noi nervnoi sistemy uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [Functional State Peculiarities of Central Nervous System in Chernobyl Recovery Workers with Chronic Cerebrovascular Diseases]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2007. Vol. 52. N5. Pp. 5–11. (In Russ.)
2. Burtsev E.M. Distirkulyatornaya (sosudistaya) entsefalopatiya [Discirculatory (vascular) encephalopathy]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 1998. N 1. Pp. 45–48. (In Russ.)
3. Vereshchagin N. V., Bragina L. K., Vavilov S. B., Levina G. Ya. Komp'yuternaya tomografiya mozga [Computer tomography for brain]. Moskva. 1986. 251 p. (In Russ.)
4. Idrisov K.A., Krasnov V.N. Kliniko-dinamicheskie i epidemiologicheskie aspekty depressivnykh rasstroystv v usloviyakh dlitel'noi chrezvychainoi situatsii [Clinical/dynamic and epidemiological aspects of depressive disorders in the protracted emergency situation]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S. S. Korsakova* [S. S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2015. N4. Pp. 65–69. (In Russ.)
5. Levin O.S. Distirkulyatornaya entsefalopatiya: sovremennye predstavleniya o mekhanizmax razvitiya i lecheniya [Discirculatory encephalopathy: modern concepts of progression and treatment]. *Consilium medicum*. 2008. Vol. 8, N8. Pp. 80–87. (In Russ.)
6. Levin O.S., Damulin I.V. Diffuznye izmeneniya belogo veshchestva i problema sosudistoi dementsii [Diffusion changes of the white matter and vascular dementia problem]. Dostizheniya v neurogeriatrii [Achievements in neurogeriatrics]. Eds.: N.N. Yakhno, I.V. Damulin. Moskva. 1995. Pp. 189–228. (In Russ.)
7. Maksudov G.A. Klassifikatsiya sosudistyykh porazheniy golovnogo i spinnogo mozga [Vascular involvements of brain and spinal cord classification]. *Sosudistyye zabolevaniya nervnoj sistemy* [Vascular diseases of the nervous system]. Ed. E. V. Shmidt. Moskva. 1975. Pp. 12–17. (In Russ.)
8. Nyagu A.I., Loganovskii K.N. Izmeneniya v nervnoi sisteme pri khronicheskom vozdeystvii ioniziruyushchego izlucheniya [Changes in the nervous system during chronic exposure to ionizing radiation]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 1997. N2. Pp. 62–69. (In Russ.)
9. Odinak M.M., Emelin A.Yu., Dekan V.S., Lobzin V.Yu. Sovremennye vozmozhnosti neirovizualizatsii v diagnostike dementsii [Modern perspectives of neurovisualization diagnosis of cerebral lesions]. *Psychiatry*. 2009. N 1. Pp. 57–61. (In Russ.)
10. Podsonnaya I.V., Efremushkin G.G., Zhelobetskaya E.D. Bioelektricheskaya aktivnost' golovnogo mozga u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES, stradayushchikh distirkulyatornoi entsefalopatiei i arterial'noi gipertenziei [The bioelectric activity of the brain in discirculatory encephalopathy and arterial hypertension developed in the Chernobyl nuclear disaster liquidators]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2012. N 10. Pp. 33–38. (In Russ.)

Received 11.10.2016

For citing: Levashkina I.M., Serebryakova S.V. Vozmozhnosti vysokopol'noi magnitno-rezonantskoi tomografii v otsenke degenerativnykh izmeneniy golovnogo mozga u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES v otдалennom periode. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2016. N 4. Pp. 98–103. (In Russ.)

Levashkina I.M., Serebryakova S.V. High field magnetic resonance imaging potential for assessing brain degenerative processes in Chernobyl accident liquidators at the remote period. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2016. N 4. Pp. 98–103. DOI 10.25016/2541-7487-2016-0-4-98-103