

ВОЗМОЖНОСТИ ДИФфуЗИОННО-ТЕНЗОРНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ У ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ (КЛИНИКО-ЛУЧЕВЫЕ СОПОСТАВЛЕНИЯ)

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

В отдаленном периоде у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС отмечаются частые проявления расстройств когнитивной сферы, что может быть следствием органического поражения структур головного мозга при дисциркуляторной энцефалопатии. Методика диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии (ДТМРТ) позволяет производить количественную оценку состояния белого вещества головного мозга. Произведено сопоставление результатов ДТМРТ с данными нейропсихологического тестирования у 58 пациентов – ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, в том числе у 36 лиц с когнитивными и 22 без когнитивных нарушений и 43 лиц контрольной группы, в том числе у 16 и 27 соответственно, не имеющих в анамнезе последствий ликвидации радиационной катастрофы. Возраст пациентов в группах статистически не различался. При сравнении групп пациентов с когнитивными нарушениями статистически достоверное ($p < 0,05$) снижение коэффициента фракционной анизотропии в белом веществе головного мозга было выявлено у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в височных долях и переднем бедре внутренней капсулы. У ликвидаторов аварии установлено также более выраженное снижение анизотропии в лобных, височных долях и переднем бедре внутренней капсулы. Выявление изменений в структурах мозга, отвечающих за когнитивную функцию, является актуальным для определения степени их вовлечения в дегенеративный процесс и прогнозирования у пациентов течения сосудистой деменции.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, радиационная катастрофа, Чернобыльская АЭС, ликвидатор последствий аварии, магнитно-резонансная томография, фракционная анизотропия, когнитивные нарушения.

Введение

По данным многочисленных исследований, в отдаленном периоде у ликвидаторов аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) наблюдается значительный рост cerebrovascular заболеваний. Многие динамические клинические исследования выявляют трансформацию вегетативно-сосудистой дисфункции, наблюдавшейся в более ранние периоды после воздействия радиации, в дисциркуляторную энцефалопатию (ДЭ), возникающую в более поздний период. В отдаленном периоде у данного контингента больных отмечаются прогрессирующее течение и раннее формирование психоорганических наруше-

ний в виде когнитивных нарушений (КН) с быстрым переходом из легкой формы в более тяжелую, что значительно снижает качество жизни.

Именно ДЭ, как следствие артериальной гипертензии, поражения церебральных артерий и дисметаболических нарушений, является основной причиной постепенного истощения когнитивной сферы у ЛПА на ЧАЭС. Выявляемый астеновегетативный синдром может быть следствием сосудистого поражения головного мозга, возникающего в определенной связи с воздействием радиации, но в основном в условиях длительного стресса или чрезвычайной ситуации [2, 8].

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

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

Кожевникова Валентина Владимировна – канд. психол. наук, науч. сотр., отд. клинич. неврологии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: vakozhevnikova@yandex.ru;

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., директор Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: medicine@arcern.spb.ru

Подобная психоневрологическая симптоматика, определяемая у данного контингента больных на фоне сосудистой патологии мозга, нередко сочетается с пирамидными нарушениями и связана уже не с функциональными, а с органическими изменениями белого и серого вещества полушарий, и глубинных (лимбическая система и ретикулярная формация) отделов головного мозга.

Диагностика КН требует комплексного обследования центральной нервной системы, в котором важное место занимает магнитно-резонансная томография (МРТ). При рутинном МР-исследовании у ЛПА на ЧАЭС диагностируются диффузное двустороннее поражение белого вещества (лейкоэнцефалопатия), множественные очаги глиоза дистрофического и дисциркуляторного характера, перивентрикулярный лейкоареоз, замещающая внутренняя и наружная гидроцефалия, что, в целом, характерно для возрастной патологии при хронических нарушениях мозгового кровообращения [3].

Однако определить, какие именно структуры головного мозга пациентов связаны с наличием когнитивной дисфункции, с помощью традиционных методов МРТ не представляется возможным. Исследования подобного рода требуют внедрения в практику современных методов структурной визуализации, одним из которых является диффузионно-тензорная МРТ (ДТМРТ).

ДТМРТ – методика прижизненной количественной и качественной оценки направленности диффузии воды в мозге человека, позволяющая изучать структуру проводящих путей. Этот метод реконструирует трехмерные изображения трактов белого вещества головного мозга и дает количественную оценку их состояния с помощью определения коэффициентов, характеризующих диффузионный процесс [5].

Визуализация направленного движения протонов отображается на картах диффузионного тензора в виде эллипсоидов, маркированных цветом. Тензор диффузии определяется величиной и направлением диффузии молекул воды в трехмерном пространстве. Он позволял получить данные о величине анизотропии и направлении диффузии в каждом элементе изображения, обладающим трехмерными координатами. В простейшей форме фракционная анизотропия диффузии и визуализация направлений диффузионного движения молекул воды в тканях осуществляются окрашиванием определенным цве-

том пикселей в зависимости от ориентации их собственного вектора. На цветных картах фракционной анизотропии с помощью цвета кодируются направления проводящих путей: красным по оси X – комиссуральные тракты, зеленым по оси Y – ассоциативные тракты, синим по оси Z – проекционные тракты [4, 6].

Наиболее важным количественным параметром является коэффициент фракционной анизотропии (КФА). Его снижение является достоверным маркером повреждения миелиновой оболочки аксона. С помощью измерения этого и других количественных показателей открывается способ обнаружения микроструктурных нарушений проводящих путей, невидимых с помощью стандартных импульсных последовательностей при МРТ [6, 11]. В результате появляется возможность с помощью ДТМРТ выявить и оценить «морфологический субстрат» КН в виде конкретных зон снижения коэффициента фракционной анизотропии.

Несмотря на новизну методики, некоторыми авторами проводилось изучение КН, обусловленных сосудистой патологией с помощью КФА [7]. Отмечалось снижение фракционной анизотропии в белом веществе лобных долей и области мозолистого тела, что свидетельствовало о риске развития нейродегенеративного процесса в этих структурах при прогрессировании ДЭ.

Клинические же работы, исследующие когнитивные расстройства у ЛПА на ЧАЭС с применением диффузионно-тензорной МРТ, на данный момент в современной литературе отсутствуют. Вопрос о морфологических факторах, обуславливающих быстрое формирование КН у ЛПА на ЧАЭС, также недостаточно изучен. Таким образом, представляется актуальным проведение комплексного исследования, направленного на клинко-лучевые сопоставления различных методик, выявляющих особенности развития данной патологии.

Материал и методы

Во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург) за период 2015–2017 гг. обследовали 58 ЛПА на ЧАЭС (основная группа, ОГ), а также 43 пациента, не принимавших участия в ликвидации, которые составили контрольную группу (КГ). Средний возраст пациентов ОГ был ($63,4 \pm 1,1$) года, КГ – ($62,3 \pm 1,3$) года ($p < 0,05$). У всех пациентов ОГ и КГ диагностировали ДЭ I или II степени. В анамнезе пациентов ОГ острых лучевых поражений не зарегистрировано. Участники

исследования давали информированное согласие на его проведение.

У пациентов обеих групп оценили КН по результатам нейропсихологического тестирования, включавшего краткое исследование психического статуса по шкале MMSE (Mini-Mental State Examination) [10] и батарею методик FAB (Frontal Assessment Battery) по исследованию лобной дисфункции [9]. Интерпретацию результатов тестов проводили с участием нейропсихолога. Данные шкалы в настоящее время рекомендуются большинством современных экспертов в области КН для широкого использования в повседневной клинической практике [1]. В статье использованы результаты оценки КН, полученные В.В. Кожевниковой.

Основными условиями формирования ОГ и КГ были: принадлежность всех испытуемых к одной возрастной группе, наличие ДЭ I или II степени в одинаковом процентном соотношении у пациентов обеих групп, а также сопоставимость уровня КН (средние значения результатов MMSE и FAB отличались в рамках статистической погрешности в обеих группах и для каждой из подгрупп).

Разделение пациентов в пределах своих групп на 2 подгруппы происходило по результатам нейропсихологического тестирования (табл. 1). В 1-ю подгруппу вошли пациенты без нарушений КН (колебание MMSE составило от 28 до 30 баллов, FAB – от 17 до 18 баллов). Во 2-ю подгруппу включили пациентов с умеренными когнитивными нарушениями и наличием деменции легкой степени (колебание MMSE составило от 20 до 27 баллов, FAB – от 11 до 16 баллов).

Всем участникам исследования провели высокопольную МРТ с применением методики ДТМРТ и измерением коэффициента фракционной анизотропии в различных структурах головного мозга. Исследование проводили на томографе «Magnetom Verio» с напряженностью магнитного поля 3 Тл. При выполнении диффузионно-тензорной МРТ использовали импульсную последовательность DTI с измерением диффузии в 12 направлениях с параметрами: TR = 4200 мс, TE = 109 мс, FOV = 230 × 230 мм, толщина среза – 4 мм, количество срезов – 25, различные значения

фактора взвешенности для каждого из 12 направлений измеряемой диффузии, длительность исследования – 3 мин 59 с. Полученные изображения обрабатывали с использованием встроенной постпроцессорной программы Neuro 3D, которая включала в себя построение карт фракционной анизотропии, измеряемого коэффициента диффузии и диффузионного тензора. Использование различных карт при проведении постпроцессорной обработки давало возможность получить конкретное количественное значение КФА в любой выбранной области интереса. Измерение КФА проводили в различных зонах интереса, включая пучки проводящих путей и базальные ядра.

Обследовали следующие области: верхний продольный пучок (в области семиовальных центров), лучистый венец, внутреннюю капсулу (переднее бедро, колено, заднее бедро), мозолистое тело, нижний продольный пучок, нижний лобно-затылочный пучок, таламус, ножки мозга, мост мозга. Средние показатели КФА получили для пациентов в одних и тех же анатомических структурах и были взяты билатерально. Выделение зон интереса производили вручную, области измерения КФА выбирали с помощью подробных атласов анатомии. Чтобы исключить захват в зоне интереса волокон соседних трактов, использовали цветные и черно-белые карты фракционной анизотропии. Они позволяли точно определить границы исследуемого региона.

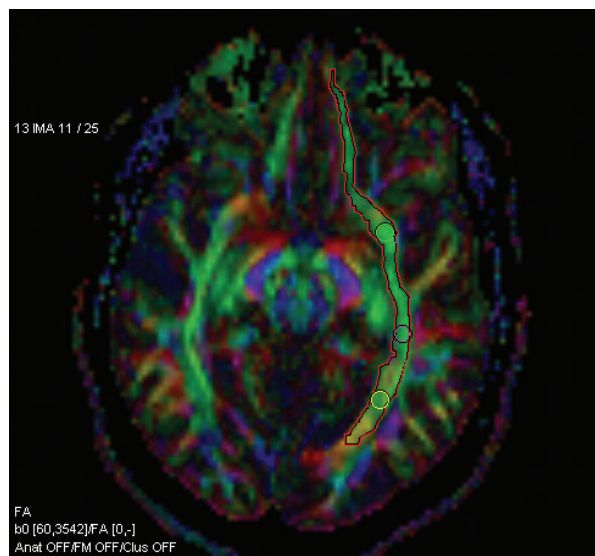
В клинически значимой зоне выбирали несколько точек измерений на смежных срезах и из них рассчитывали среднее значение. Если зона интереса была протяженной (например, нижний продольный или нижний лобно-затылочный пучок), ее оконтуривали на нескольких срезах с автоматическим определением КФА по всей длине тракта. Затем внутри оконтуренной зоны выбирали несколько произвольных точек измерений, и из всех показателей рассчитывали среднее значение фракционной анизотропии (рисунок).

Математическую обработку результатов проводили с использованием приложения Excel for Windows. Проверку гипотез о влиянии тех или иных факторов на уровень значений КФА осуществили для трактов, в которых

Таблица 1

Показатели методик по выявлению КН в группах ($M \pm m$), балл

Батарея методик	ОГ			КГ		
	с КН (n = 36)	без КН (n = 22)	p <	с КН (n = 16)	без КН (n = 27)	p <
MMSE	26,0 ± 0,20	29,0 ± 0,04	0,001	27,0 ± 0,21	29,0 ± 0,14	0,001
FAB	16,0 ± 0,14	18,0 ± 0,03	0,001	16,0 ± 0,30	18,0 ± 0,09	0,001



Цветная карта фракционной анизотропии.

Выбранная зона измерения КФА на одном срезе в аксиальной проекции (красный цвет) соответствует нижнему лобно-затылочному пучку левого полушария. Анизотропия измерялась по ходу пучка и в произвольно выбранных точках внутри оконтуренной зоны (зеленый, розовый и желтый цвета).

отклонение между средними значениями для разных подгрупп превышало 5%. Выборки, для которых определялся р-уровень достоверности гипотез, подчинялись условно нормальному распределению (средние значения, медианы и моды в каждой из них имели близкие значения, с отклонениями в рамках статистической погрешности). В статье представлены средние арифметические показатели и их средние ошибки ($M \pm m$). Для определения р-уровня достоверности гипотез использовался t-критерий Стьюдента.

Результаты и их анализ

При помощи ДТМРТ сравнили значения КФА в каждом тракте между различными подгруппами ОГ и КГ. Изучили перечисленные ранее структуры головного мозга. С по-

мощью методов математической статистики проверялись несколько гипотез: взаимосвязь степени поражения каждого тракта с возникновением когнитивной дисфункции, обусловленной ДЭ; различия в поражении трактов у ЛПА и пациентов КГ.

По результатам исследования в КГ при сравнении подгрупп с КН и без них отмечалось снижение анизотропии с высокой достоверностью ($p < 0,05$) в следующих зонах: в области передних отделов лучистого венца (белое вещество лобных долей), в переднем бедре внутренней капсулы (лобно-таламический путь), в области нижнего продольного пучка (белое вещество височных долей).

В ОГ ЛПА на ЧАЭС достоверное различие ($p < 0,05$) в снижении КФА отмечалось в тех же областях, что и в КГ, как показано в табл. 2.

Полученные данные говорят о том, что повреждение белого вещества лобных, височных долей и переднего бедра внутренней капсулы имеет основное значение в патогенезе КН как у ЛПА, так и у пациентов КГ, не испытывавших в прошлом воздействие комплекса факторов радиационной аварии. Однако степень различия КФА при сравнении двух подгрупп (с КН и без) была незначительно выше в КГ. В группе ЛПА разница показателей в процентном соотношении между подгруппами была менее выражена, что может быть следствием начинающегося диффузного латентного дегенеративного процесса в подгруппе ЛПА без КН.

Вторым этапом исследования для проверки гипотезы о влиянии последствий аварии на ЧАЭС на тракты головного мозга было сравнение между собой подгрупп с КН и без КН в обеих группах. Проводящие пути головного мозга со статистически достоверным снижением КФА представлены в табл. 3.

При сравнении подгрупп без КН представители ЛПА на ЧАЭС демонстрировали суще-

Таблица 2

Значимые отклонения КФА в зонах головного мозга у пациентов в группах ($M \pm m$)

Анатомическая зона	ОГ		p <	КГ		p <
	с КН	без КН		с КН	без КН	
Лобные доли (передние отделы лучистого венца)						
правое полушарие	310,28 ± 7,06	330,05 ± 1,88	0,01	306,06 ± 9,31	359,43 ± 7,28	0,01
левое полушарие	304,77 ± 6,85	327,69 ± 2,11	0,01	302,94 ± 14,36	371,13 ± 10,92	0,01
Височные доли						
правое полушарие	363,85 ± 11,61	390,06 ± 3,15	0,05	454,39 ± 14,07	521,89 ± 10,83	0,01
левое полушарие	390,55 ± 9,84	423,15 ± 2,57	0,01	473,84 ± 13,24	549,43 ± 12,50	0,01
Переднее бедро внутренней капсулы						
правое полушарие	555,37 ± 14,50	612,81 ± 2,89	0,01	589,26 ± 12,78	663,08 ± 12,51	0,01
левое полушарие	536,42 ± 16,26	608,72 ± 3,53	0,01	578,00 ± 11,94	653,69 ± 12,19	0,01

Таблица 3

Значимые отклонения КФА в зонах головного мозга у пациентов в подгруппах ($M \pm m$)

Анатомическая зона	Пациенты без КН		p <	Пациенты с КН		p <
	ОГ	КГ		ОГ	КГ	
Лобные доли (верхний продольный пучок)						
правое полушарие	386,56 ± 4,56	423,56 ± 12,69	0,05	397,49 ± 11,55	409,62 ± 10,04	
левое полушарие	398,38 ± 3,83	427,46 ± 11,68	0,05	416,68 ± 10,60	424,47 ± 9,15	
Лобные доли (передние отделы лучистого венца)						
правое полушарие	330,05 ± 1,88	359,43 ± 7,28	0,001	310,28 ± 7,06	306,06 ± 9,31	
левое полушарие	327,69 ± 2,11	371,13 ± 10,92	0,001	304,77 ± 6,85	302,94 ± 14,36	
Височные доли						
правое полушарие	390,06 ± 3,15	521,89 ± 10,83	0,001	363,85 ± 11,61	454,39 ± 14,07	0,001
левое полушарие	423,15 ± 2,57	549,43 ± 12,50	0,001	390,55 ± 9,84	473,84 ± 13,24	0,001
Переднее бедро внутренней капсулы						
правое полушарие	612,81 ± 2,89	663,08 ± 12,51	0,001	555,37 ± 14,15	589,26 ± 12,78	0,05
левое полушарие	608,72 ± 3,53	653,69 ± 12,19	0,001	536,42 ± 16,26	577,89 ± 11,94	0,05

ственное снижение КФА в лобных долях (в том числе и в области верхнего продольного пучка), височных долях и переднем бедре внутренней капсулы по сравнению с пациентами КГ. В то же время, при сравнении подгрупп с КН значительное снижение КФА отмечалось у ЛПА на ЧАЭС только в височных долях и переднем бедре внутренней капсулы.

Методика ДТМРТ позволяет определить наличие и дать количественную оценку микро-структурным изменениям проводящих путей головного мозга, не определяемых с помощью стандартных импульсных последовательностей при рутинной МР-томографии.

Проведенное нами исследование выявило связь между поражением белого вещества головного мозга в виде зон снижения фракционной анизотропии и результатами нейрорепсихологического тестирования, клинически выявившими патологические изменения когнитивной сферы у ЛПА на ЧАЭС.

Нарушение целостности проводящих путей коррелировало с когнитивными расстройствами, что совпадает с данными исследований современных авторов [6].

У пациентов, имеющих когнитивную дисфункцию, отмечалось снижение КФА в трактах лобных, височных долей и переднего бедра внутренней капсулы. Снижение КФА наблюдалось в большей степени по ассоциативным волокнам, связывающим различные доли одного полушария.

В подгруппе пациентов ЛПА на ЧАЭС, не имеющих КН, в отличие от аналогичной подгруппы в группе сравнения выявлялось микро-структурное поражение лобных и височных долей. Маркером же уже имеющегося повреждения трактов белого вещества служил КФА, определяемый при ДТМРТ, который достоверно снижался в данных областях у ЛПА на ЧАЭС.

Также важной зоной для клинического проявления КН у пациентов с ДЭ вне зависимости от того, подвергались ли они воздействию комплекса факторов аварии или нет, является переднее бедро внутренней капсулы. Это подтверждает гипотезу о том, что функционально значимыми для КН являются в основном лобные доли [7] и проводящие пути, связанные с таламусом и лимбической системой.

Заключение

Выявленные у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС изменения в белом веществе головного мозга сходны с подобными у пожилых людей с сосудистой патологией головного мозга. Однако протекают они более выражено, поддерживая гипотезу раннего старения мозга у больных, имеющих в анамнезе воздействие радиационной аварии (хронический стресс, малые дозы радиации и прочие факторы). Подобные микро-структурные изменения проводящих путей головного мозга могут быть зафиксированы с помощью диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии еще до появления жалоб пациентов на снижение когнитивных функций.

Результаты проведенного исследования позволяют рекомендовать метод структурной визуализации диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии как дополнительный к клинко-психопатологическому методу исследования головного мозга пациентов – ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде.

Литература

1. Захаров В.В., Вознесенская Т.Г. Нервно-психические нарушения : диагностические тесты. М. : МЕДпресс-информ, 2013. 320 с.

2. 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, ч. 1. С. 65–69.

3. 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.

4. Левашкина И.М., Серебрякова С.В., Ефимцев А.Ю. Диффузионно-тензорная МРТ – современный метод оценки микроструктурных изменений вещества головного мозга (обзор литературы) // Вестн. СПбГУ. Сер. 11: Медицина. 2016. Вып. 4. С. 39–54.

5. Потапов А.А., Горайнов С.А., Жуков В.Ю. [и др.]. Длинные ассоциативные пути белого вещества головного мозга: современный взгляд с позиции нейронаук // Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2014. Т. 78, № 5. С. 66–77.

6. Фокин В.А., Одинак М.М., Шамрей В.К. [и др.]. Возможности количественной диффузионной тен-

зорной магнитно-резонансной трактографии в диагностике неопухолевых заболеваний головного мозга // Вестн. Рос. Воен.-мед. акад. 2009. № 3. С. 145–150.

7. Ходжаева Д.Т., Хайдарова Д.К. Поражения проводящих путей при различных типах умеренно-когнитивных расстройств на фоне хронической ишемии мозга // Евразийский союз ученых. 2015. № 10. С. 122–124.

8. Холодова Н.Б. Неврологические, нейропсихологические и нейрофизиологические проявления преждевременного старения у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2011. 43 с.

9. Dubois B., Slachevsky A., Litvan I. [et al.]. The FAB: A frontal assessment battery at bedside // Neurology. 2000. Vol. 55, N 11. P. 1621–1626.

10. Folstein M.F., Folstein S.E., McHugh P.R. Mini-Mental State: a practical guide for grading the mental state of patients for the clinical // J. Psych. Res. 1975. Vol. 12. P. 189–198.

11. Jones D.K. Studying connections in the living human brain with diffusion MRI // Cortex. 2008. Vol. 44, N 8. P. 936–952.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Авторы выражают благодарность Т.Г. Грибановой за участие в проведении магнитно-резонансной томографии ликвидаторам последствий аварии на ЧАЭС.

Поступила 24.06.2017

Для цитирования. Левашкина И.М., Серебрякова С.В., Кожевникова В.В., Алексанин С.С. Возможности диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии в комплексной оценке когнитивных расстройств у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде (клинико-лучевые сопоставления) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2017. № 4. С. 13–19. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-4-13-19

Diffusion Tensor MRI potential for integrated assessment of Chernobyl accident liquidators' cognitive disorders at the remote period (correlation between clinical and radiological findings)

Levashkina I.M., Serebryakova S.V., Kozhevnikova V.V., Aleksanin S.S.

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

✉ Irina Mikhaylovna Levashkina – MRI radiologist, 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@arterm.spb.ru;

Valentina Vladimirovna Kozhevnikova – PhD Psychol. Sci., Researcher of Department of Clinical Neurology, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Academica Lebedeva Str., 4/2, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: vakozhevnikova@yandex.ru;

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Director, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine EMERCOM of Russia (Academica Lebedeva Str., 4/2, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: medicine@arterm.spb.ru

Abstract

Relevance. Many Chernobyl accident liquidators suffer from cognitive disorders, possibly due to encephalopathy-related organic damage of the brain. Diffusion Tensor Magnetic Resonance Imaging (DT-MRI) quantitatively assesses white matter of the brain. Detection of changes in the brain structures that are responsible for cognitive functions is critical for understanding their involvement in the degenerative processes as well as for vascular dementia prognosis.

Intention. To establish correlation between DT-MRI results and neuropsychological findings in Chernobyl accident liquidators (study group: 58 patients, 36 with and 22 without cognitive disorders) and a control group of 43 patients without exposure to radiation or Chernobyl accident-related factors – 16 with and 27 without cognitive disorders. Patients in both groups were of similar age.

Results and Discussion. Comparing patients with cognitive disorders from the two groups, significantly ($p < 0.001$) decreased Fractional Anisotropy (FA) coefficient was identified for the temporal lobe and internal capsule in the study group. Comparing patients without cognitive disorders from the two groups, significantly ($p < 0.05$) decreased FA coefficient was identified for the brain frontal lobe, temporal lobe and internal capsule. This can be explained by sensitivity of the above brain structures to Chernobyl accident factors and their effects.

Conclusion. White matter damage detected in Chernobyl accident liquidators was similar to that in older people with cerebral vascular pathology.

Keywords: emergency situation, radiation disaster, Chernobyl nuclear power plant, Chernobyl accident liquidator, magnetic resonance imaging (MRI), diffusion-tensor MRI (DT-MRI), fractional anisotropy (FA), cognitive disorders.

References

1. Zakharov V.V., Voznesenskaya T.G. Nervno-psichicheskie narusheniya: diagnosticheskie testy [Neuropsychiatric Disorders: Diagnostics Tests]. Moskva. 2013. 320 p. (In Russ.)
2. 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 psikhatrii imeni S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2015. N 4. Vol. 1. Pp. 65–69. (In Russ.)
3. Levashkina I.M., Serebryakova S.V. Vozmozhnosti vysokopol'noi magnitno-rezonantskoi tomografii v otsenke degenerativnykh izmenenii golovnogogo mozga u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES v otdalennom periode [High field magnetic resonance imaging potential for assessing brain degenerative processes in Chernobyl accident liquidators at the remote period]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2016. N 4. Pp. 98–103. (In Russ.)
4. Levashkina I.M., Serebryakova S.V., Efimtsev A.Yu. Diffuzionno-tenzornaya MRT – sovremennyy metod otsenki mikrostrukturnykh izmenenii veshchestva golovnogogo mozga (obzor literatury) [Diffusion-tensor MRI – the most up-to-date method to research microstructural changes in white matter (publications review)]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 11: Meditsina* [Vestnik of Saint Petersburg university. Series 11. Medicine]. 2016. Issue. 4. Pp. 39–54. (In Russ.)
5. Potapov A.A., Goryainov S.A., Zhukov V.Iu. [et al.]. Dlinnye assotsiativnye puti belogo veshchestva golovnogogo mozga: sovremennyy vzglyad s pozitsii neironauk [Long associative pathways of the white matter: modern view from the perspective of neuroscience]. *Voprosy neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko* [Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko]. 2014. Vol. 78, N 5. Pp. 66–77. (In Russ.)
6. Fokin V.A., Odina M.M., Shamrei V.K. [et al.]. Vozmozhnosti kolichestvennoi diffuzionnoi tenzornoj magnitno-rezonansnoi traktografii v diagnostike neopukhlevykh zabolevaniy golovnogogo mozga [Diffusion tensor magnetic resonance imaging tractography in diagnostics of non-tumor neurodegenerative diseases]. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian Military medical Academy]. 2009. N 3. Pp. 145–150. (In Russ.)
7. Khodzhaeva D.T., Khaidarova D.K. Porazheniya provodyashchikh putei pri razlichnykh tipakh umerenno-kognitivnykh rasstroystv na fone khronicheskoi ishemii mozga [Brain tract damages and cognitive disorders combined with chronic cerebral ischemia]. *Evrasiiskii soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists]. 2015. N 10. Pp. 122–124. (In Russ.)
8. Kholodova N.B. Nevrologicheskie, neiropsikhologicheskie i neirofiziologicheskie proyavleniya prezhdevremennogo stareniya u uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES [Neurological, neuropsychological and neurophysiological manifestations of premature aging in Chernobyl accident liquidators] : Abstract dissertation Dr. Med. Sci. Moskva. 2011. 43 p. (In Russ.)
9. Dubois B., Slachevsky A., Litvan I. [et al.]. The FAB: A frontal assessment battery at bedside. *Neurology*. 2000. Vol. 55, N 11. Pp. 1621–1626.
10. Folstein M.F., Folstein S.E., McHugh P.R. Mini-Mental State: a practical guide for grading the mental state of patients for the clinical. *J. Psych. Res.* 1975. Vol. 12. Pp. 189–198.
11. Jones D.K. Studying connections in the living human brain with diffusion MRI. *Cortex*. 2008. Vol. 44, N 8. Pp. 936–952.

Received 24.06.2017

For citing: Levashkina I.M., Serebryakova S.V., Kozhevnikova V.V., Aleksanin S.S. Vozmozhnosti diffuzionno-tenzornoj magnitno-rezonansnoi tomografii v kompleksnoi otsenke kognitivnykh rasstroystv u likvidatorov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AES v otdalennom periode (kliniko-luchevye sopostavleniya). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2017. N 4. Pp. 13–19. (In Russ.)

Levashkina I.M., Serebryakova S.V., Kozhevnikova V.V., Aleksanin S.S. Diffusion Tensor MRI Potential of Integrated Assessment for Chernobyl Accident Liquidators' Cognitive Disorders at the Remote Period (Clinical and Radiological Juxtapositions). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2017. N 4. Pp. 13–19. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-4-13-19