

<https://doi.org/10.34883/PI.2023.14.4.012>



Литвинчук Е.А. ✉, Кантина Т.Э., Буртовая Е.Ю.  
Уральский научно-практический центр радиационной медицины, Челябинск,  
Россия

## Характеристика когнитивных нарушений у лиц, подвергшихся облучению в период антенатального развития

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** концепция и дизайн исследования, редактирование – Буртовая Е.Ю.; концепция и дизайн исследования, сбор материала, обработка, написание текста – Литвинчук Е.А., Кантина Т.Э.

**Финансирование:** исследование выполнено в рамках прикладной НИР «Модернизация высокотехнологических методов, направленных на выявление медицинских последствий радиационных воздействий на персонал ПО «Маяк» и население Уральского региона» (шифр «Медицинские последствия-21»).

Подана: 09.08.2023

Принята: 10.10.2023

Контакты: lea22121971@mail.ru

### Резюме

Проблема влияния антенатального облучения на когнитивные функции человека во взрослом возрасте остается значимой и актуальной.

**Цель.** Исследование когнитивных нарушений у жителей Южного Урала, подвергшихся облучению в период антенатального развития.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 111 человек, проживающих на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате уральских радиационных аварий: основная группа (38 чел.) – лица с антенатальным и постнатальным облучением, группа сравнения (73 чел.) – обследуемые с постнатальным облучением, не превышающим фоновые значения. Были использованы клинический метод, метод исследования когнитивных вызванных потенциалов (ВП), клинико-психологические методики, статистические методы.

**Результаты.** Среди антенатально облученных было больше исследуемых с легким когнитивным расстройством F06.7, отмечались тенденции преобладания лиц с умеренной лобной дисфункцией, с «пограничным» уровнем вербального и общего интеллекта, со «сниженной нормой» невербального интеллекта, патологическими значениями ЛП Р300, выявлены статистически значимые различия между группами по индивидуальным значениям латентного периода (ЛП) Р300 ( $p=0,030$ ). В этой группе также было статистически значимо меньше лиц со средним уровнем невербального интеллекта ( $p=0,040$ ). Выявлены прямые корреляционные связи между дозами постнатального и суммарного облучения на красный костный мозг (ККМ) и наличием ДЭП ( $r=0,426$ ), которые позволяют предположить влияние радиационного воздействия в антенатальном и раннем постнатальном периоде на формирование цереброваскулярной патологии, которая в свою очередь является одним из механизмов формирования легкого когнитивного расстройства F06.7.

**Заключение.** Получены данные о различии когнитивных функций у пациентов сравниваемых групп, с преобладанием когнитивных нарушений у лиц, подвергшихся облучению в период антенатального развития.

**Ключевые слова:** аварийное радиационное воздействие, река Теча, антенатальное облучение, постнатальное облучение, когнитивные нарушения

---

Litvinchuk E. ✉, Kantina T., Burtovaia E.  
Urals Research Center for Radiation Medicine, Chelyabinsk, Russia

## Characteristics of Cognitive Disorders in Prenatally Exposed Persons

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** the concept and design of the study, editing – Burtovaia E.; the concept and design of the study, collection of material, processing, writing of the text – Litvinchuk E., Kantina T.

**Financing:** the study was carried out within the framework of applied research "Modernization of high-tech methods aimed at identifying the medical consequences of radiation effects on the personnel of the Mayak software and the population of the Ural region" (code "Medical consequences-21").

Submitted: 09.08.2023

Accepted: 10.10.2023

Contacts: lea22121971@mail.ru

### Abstract

---

The problem of the effect of prenatal exposure on human cognitive functions at in adulthood remains significant and relevant.

**Purpose.** To study cognitive disorders in prenatally exposed residents of the Southern Urals.

**Materials and methods.** The study involved 111 residents of territories contaminated as a result of radiation accidents in the Southern Urals: the main study group (38 persons) included people with prenatal and postnatal exposure; the comparison group (73 persons) included individuals with postnatal exposure not exceeding background values. The clinical method, method of cognitive evoked potentials (EP), clinical and psychological techniques, statistical methods were used.

**Results.** There were more individuals with mild cognitive disorder F06.7 among the antenatally exposed. There were trends in the predominance of persons with moderate frontal dysfunction, with a "borderline" level of verbal and general intelligence, a "reduced norm" of nonverbal intelligence, pathological values of P300 peak latency values, and statistically significant differences were revealed between the groups according to individual values of P300 peak latency values ( $p=0.030$ ). There were also statistically significantly fewer people in this group with an average level of nonverbal intelligence ( $p=0.040$ ). Direct correlations between the postnatal and total doses to red brain marrow (RBM) and the presence of dyscirculatory encephalopathy ( $r=0.426$ ) were found, which suggest the effect of radiation exposure in the prenatal and early postnatal period on the formation of cerebrovascular pathology, which in its turn is one of the mechanisms for the formation of mild cognitive disorder F06.7.

**Conclusion.** We obtained data on the differences in the cognitive functions of the patients of the compared groups with predominance of cognitive impairment in antenatally exposed persons.

**Keywords:** accidental radiation exposure, the Techa River, prenatal exposure, postnatal exposure, cognitive disorders

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Проблема медико-биологических эффектов радиационного воздействия, возникающего в результате чрезвычайных ситуаций, в том числе радиационных аварий и инцидентов, не теряет своей важности и остроты, поскольку данные ситуации обусловлены не только производственной деятельностью человека, но и угрозой ядерного терроризма. Исследования состояния психического здоровья населения, проживающего на территориях Южного Урала, загрязненных в результате производственной деятельности ПО «Маяк» на реке Теча, свидетельствовали о широком распространении среди облученных непсихотических психических расстройств с преобладанием органических психических нарушений (когнитивных и астенических) [1–3].

В научной литературе актуальным остается вопрос о влиянии радиационного воздействия на развивающийся головной мозг (ГМ). Многие авторы указывают на то, что эмбрион (плод) является более радиочувствительным, чем новорожденный или взрослый, и в качестве возможных последствий антенатального облучения ГМ называют задержку роста, малый размер головы (мозга), умственную отсталость и пр. [4, 5]. Другие отмечают, что наибольшей радиочувствительностью развивающийся ГМ обладает на 8–15-й и 16–25-й неделях внутриутробного развития в период формирования цитоархитектоники мозга и синаптогенеза [6]. Экспериментальные исследования на животных моделях показали, что важную роль в появлении когнитивных нарушений играет стадия развития мозга на момент облучения (как в антенатальный, так и в постнатальный периоды) [7–9].

При исследовании влияния облучения в антенатальном периоде на психическое здоровье детей, рожденных от матерей, получивших облучение в результате чернобыльской аварии, было отмечено увеличение распространения умственной отсталости и пограничных эмоционально-поведенческих нарушений у внутриутробно облученных, а также ухудшение психического здоровья их родителей [10]. Обследование лиц в возрасте от 65 до 70 лет, которые подверглись внутриутробному облучению в результате атомных бомбардировок Японии в 1945 году и не имели заметного ухудшения когнитивных функций в детстве, не показало значительного влияния антенатального облучения на когнитивные функции [11]. Недостаточность информации или противоречивость результатов исследований влияния антенатального облучения на когнитивные функции человека во взрослом возрасте сохраняет значимость продолжения исследований в этом направлении.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование когнитивных нарушений у жителей Южного Урала, подвергшихся облучению в период антенатального развития.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе клинического отделения Уральского научно-практического центра радиационной медицины ФМБА России (УНПЦ РМ). Для исследования отбирались лица, проживающие в населенных пунктах бассейна реки Теча, 1950–1958 гг. рождения, облучение которых началось в период антенатального развития, они составили основную группу (38 чел.) – лица с антенатальным

и постнатальным облучением (далее – антенатально облученные). Доза антенатального облучения на красный костный мозг (ККМ) – 0,151 (0,003; 0,209) Гр, на мягкие ткани (МТ) 0,002 (0,0001; 0,010) Гр, доза постнатального облучения на ККМ 0,657 (0,487; 0,803) Гр, на МТ 0,061 (0,028; 0,099) Гр, суммарная (антенатальная и постнатальная) доза облучения на ККМ 0,838 (0,623; 0,992) Гр, на МТ 0,068 (0,029; 0,104). Группу сравнения (73 чел.) составили обследуемые соответствующего возраста, проживающие на тех же территориях, подвергшиеся только постнатальному облучению, имеющие накопленную дозу радиационного воздействия из расчета не более 1 мЗв/год (не превышающую фоновые значения), доза постнатального облучения на ККМ в этой группе – 0,016 (0,010; 0,023) Гр, на МТ 0,008 (0,002; 0,011) Гр.

Установлены статистически значимые различия между значениями постнатальных доз облучения на ККМ и МТ основной группы и группы сравнения (U-критерий Манна – Уитни,  $p < 0,001$ ). Группы были сопоставимы по половозрастному составу, образованию и социальному статусу. Средний возраст обследуемых в основной группе –  $67,9 \pm 0,3$  года, в группе сравнения –  $66,9 \pm 0,4$  года.

Критерии исключения составили хронические и острые психические расстройства психотического уровня, тяжелые соматические заболевания в стадии декомпенсации, тяжелые черепно-мозговые травмы и острые нарушения мозгового кровообращения в анамнезе, с момента которых прошло не более 5 лет, онкологические заболевания, имеющиеся на момент осмотра.

В качестве методов исследования использовались клинический (осмотр врача-психиатра, включающий структурированное интервью – сбор анамнеза, оценка психического статуса), нейрофизиологический метод исследования когнитивных вызванных потенциалов (ВП), клиничко-психологические методики – «Батарея лобной дисфункции» (Frontal Assessment Battery – FAB), Шкала интеллекта для взрослых Д. Векслера (WAIS).

Исследование когнитивных ВП проводилось по общепринятой методике на энцефалографе-анализаторе ЭЭГА – 21/26 «Энцефалан-131-03» модификация 10 с ПО «ЭЭГ-исследования», версия 6.4-10 (11) «Элитная» научно-производственно-конструкторской фирмы «Медиком МТД» (Россия, Ростовская область, г. Таганрог). Использовалась стимуляция в ситуации случайно возникающего события («old-ball paradigm») на слуховые стимулы с наличием отдельных триггеров для запуска и усреднения редких (значимых стимулов) и частых (незначимых) событий. Параметры регистрации и усреднения: электроды – Fz, Cz, Pz референты – M1/M2, заземление – Frz, полоса частот – от 0,01 (0,5) до 30 Гц, эпоха анализа – 750 мс, число усреднений – 20 для значимого стимула, воспроизводимость – суперпозиция двух отдельно выделенных серий по 20 усреднений [12]. Основным показателем, используемым для оценки когнитивных функций, – латентный период (ЛП) позитивной волны P300.

Для проведения статистического анализа данных использовался пакет прикладных программ Statistica (Ver. 7.0). Проверку принадлежности к нормальному распределению осуществляли с помощью одновыборочного критерия Колмогорова – Смирнова и критерия Шапиро – Уилка. В случае, когда закон распределения измеряемых величин можно считать нормальным для определения статистической значимости различий, был использован t-критерий Стьюдента, количественные данные представлялись в виде среднего и стандартной ошибки среднего ( $M \pm m$ ). Для признаков, не отвечающих требованиям нормального распределения, использовали

U-критерий Манна – Уитни, количественные данные представляли в виде медианы, 25-го и 75-го перцентилей  $Me (Q_{25}; Q_{75})$ . Качественные данные представлены в виде  $n, \%$  (число пациентов с данным признаком, доля их от количества в группе). Статистическая значимость различий при распределении частот дихотомических показателей оценивалась с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона, различия считали значимыми при  $p < 0,05$ . Для выявления корреляционных связей между показателями использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена (отмечались корреляции, значимые на уровне  $p < 0,05$ ).

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно данным клинического осмотра, наиболее распространенными психическими патологиями в обеих группах были легкое когнитивное расстройство F06.7 (47,4% (18/38), 30,1% (22/73) соответственно) и органическое астеническое расстройство F06.6 (23,7% (9/38), 37,0% (27/73)). Наблюдается тенденция преобладания в группе антенатально облученных лиц с легким когнитивным расстройством, тогда как в группе сравнения преобладают обследуемые с органическим астеническим расстройством. Исследуемые обеих групп предъявляют множественные жалобы на когнитивную и астеническую симптоматику. В основной группе чаще всего наблюдались забывчивость – 84,2% (32/38), головная боль, повышенная утомляемость – 71,1% (27/38), затруднения при сосредоточении внимания – 68,4% (26/38), упадок сил, нарушения сна – 65,8% (25/38), метеочувствительность – 63,2% (24/38), головокружение и снижение памяти на текущие события – 60,5% (23/38). В группе сравнения в качестве жалоб исследуемые чаще всего называли забывчивость – 90,4% (66/73), метеочувствительность – 76,7% (56/73), повышенную утомляемость – 69,9% (51/73), затруднения при сосредоточении – 68,5% (50/73), шум в ушах и голове – 67,1% (49/73), головные боли, головокружение – 65,8% (48/73).

В синдромальной структуре выявленных нарушений в группе антенатально облученных преобладали синдром когнитивных нарушений и диссомнический синдром – по 52,6% (20/38), в группе сравнения было больше лиц с астеническим (47,9% (35/73)) и диссомническим (46,6% (34/73)) синдромами.

Сопутствующая соматическая патология в обеих группах чаще всего была представлена артериальной гипертензией (86,8% (33/38), 91,8% (67/73)), дисциркуляторной энцефалопатией (71,1% (27/38), 72,6% (53/73)), ишемической болезнью сердца (42,1% (16/38), 35,6% (26/73)).

В табл. 1 представлены результаты исследования когнитивных ВП. В группе антенатально облученных наблюдается тенденция преобладания лиц с патологическими значениями ЛП Р300, в группе сравнения отмечается тенденция увеличения обследуемых, значение ЛП Р300 которых соответствует возрастной норме. Установлены статистически значимые различия между индивидуальными значениями показателей ЛП Р300 (t-критерий Стьюдента,  $p = 0,030$ ). Среднее значения ЛП Р300 ( $M \pm m$ ) в основной группе равно  $401,9 \pm 5,5$  мс, в группе сравнения –  $387,2 \pm 3,9$  мс, увеличение ЛП Р300 в группе антенатально облученных может свидетельствовать об ухудшении когнитивных функций по сравнению с группой сравнения.

Результаты диагностики по методике «Батарея лобной дисфункции» дополняют исследование когнитивных ВП, согласно полученным данным, в группе антенатально облученных преобладают лица с умеренной лобной дисфункцией (50,0%, 19/38),

**Таблица 1**  
**Результаты оценки показателей ЛП Р300**  
**Table 1**  
**Results of the assessment of the individual P300 peak latency values**

Степень отклонения ЛП Р300 от возрастной нормы	Основная группа (n=38)		Группа сравнения (n=73)	
	Абс.	Отн., %	Абс.	Отн., %
Увеличение ЛП Р300 на 3 сигмы и более (патологическое)	8	21,1	8	11,0
Увеличение ЛП Р300 на 1 сигму (значимое)	13	34,2	26	35,6
Увеличение ЛП Р300, не превышающее 1 сигму (возрастная норма)	17	44,7	39	53,4

тогда как в группе сравнения больше обследуемых с нормальной лобной функцией (52,1%, 38/73), данные представлены в табл. 2. Значение медианы, 25-го и 75-го перцентиля общего балла по методике в основной группе – 15,0 (14,0; 17,0), в группе сравнения – 16,0 (14,0; 17,0).

Результаты диагностики по методике «Шкала интеллекта для взрослых Д. Векслера» представлены в табл. 3. Большинство обследуемых обеих групп показали средний уровень вербального, невербального и общего интеллекта. В группе антенатально облученных наблюдается тенденция преобладания лиц с «пограничным» уровнем вербального и общего интеллекта, «сниженной нормой» невербального интеллекта, в этой группе статистически значимо меньше исследуемых со средним уровнем невербального интеллекта (критерий  $\chi^2$  Пирсона,  $p=0,040$ ).

Средние значения показателей всех видов интеллекта по группам представлены в табл. 4, все они соответствуют среднему уровню интеллекта.

В результате корреляционного анализа в группе антенатально облученных были установлены прямые умеренные корреляционные связи между постнатальной дозой облучения на ККМ и дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭП,  $r=0,426$ ); между суммарной дозой облучения, включающей антенатальную и постнатальную дозы на ККМ, и этим же показателем ( $r=0,426$ ). Была установлена умеренная прямая корреляционная связь между диагнозом легкого когнитивного расстройства F06.7 и ДЭП ( $r=0,606$ ). Также были установлены обратные умеренные корреляционные связи между дозой постнатального облучения на ККМ и общим интеллектом ( $r=-0,327$ ); суммарной дозой облучения на ККМ и общим баллом по методике «Батарея лобной дисфункции» ( $r=-0,322$ ), то есть более высокому значению доз облучения соответствуют более низкие значения результатов названных клинико-психологических методик, свидетельствующие о нарушении соответствующих функций.

**Таблица 2**  
**Распределение обследуемых по характеру лобной функции**  
**Table 2**  
**Distribution of individuals according to the nature of frontal function**

Характеристика лобной функции	Основная группа (n=38)		Группа сравнения (n=73)	
	Абс.	Отн., %	Абс.	Отн., %
≤11 баллов – выраженная лобная дисфункция	3	7,9	2	2,7
12–15 баллов – умеренная лобная дисфункция	19	50,0	33	45,2
16–18 – нормальная лобная функция	16	42,1	38	52,1

**Таблица 3**  
**Распределение обследуемых по уровню интеллекта**  
**Table 3**  
**Distribution of individuals by intelligence level**

Показатель	Градация показателя	Основная группа (n=38)		Группа сравнения (n=73)	
		Абс.	Отн., %	Абс.	Отн., %
Вербальный интеллект	≤69 баллов – умственный дефект	0	0	1	1,4
	70–79 баллов – пограничный уровень	6	15,8	6	8,2
	80–89 баллов – сниженная норма IQ	12	31,6	24	32,9
	90–109 баллов – средний уровень IQ	20	52,6	39	53,4
	110–119 баллов – хорошая норма IQ	0	0	3	4,1
	120–129 баллов – высокий IQ	0	0	0	0
Невербальный интеллект	≤69 баллов – умственный дефект	0	0	0	0
	70–79 баллов – пограничный уровень	0	0	0	0
	80–89 баллов – сниженная норма IQ	11	28,9	14	19,2
	90–109 баллов – средний уровень IQ	22	57,9	56, p=0,040	76,7
	110–119 баллов – хорошая норма IQ	5	13,2	3	4,1
	120–129 баллов – высокий IQ	0	0	0	0
Общий интеллект	≤69 баллов – умственный дефект	0	0	0	0
	70–79 баллов – пограничный уровень	3	7,9	1	1,4
	80–89 баллов – сниженная норма IQ	13	34,2	23	31,5
	90–109 баллов – средний уровень IQ	22	57,9	46	63,0
	110–119 баллов – хорошая норма IQ	0	0	3	4,1
	120–129 баллов – высокий IQ	0	0	0	0

**Таблица 4**  
**Распределение средних значений (M±m) IQ, в баллах**  
**Table 4**  
**Distribution of average/mean values (M±m) IQ, in points**

Интеллект	Основная группа (n=38)	Группа сравнения (n=73)
Вербальный	90,3±1,5	91,0±1,0
Невербальный	96,0±1,4	96,6±0,9
Общий	92,4±1,5	93,2±0,9

Кроме того, в группе антенатально облученных были выявлены умеренные обратные корреляционные связи между диагнозом легкого когнитивного расстройства F06.7 и результатами клинико-психологических методик: общим баллом по методике «Батарея лобной дисфункции» ( $r=-0,474$ ), вербальным интеллектом ( $r=-0,443$ ), невербальным интеллектом ( $r=-0,493$ ), общим интеллектом ( $r=-0,498$ ), которые свидетельствуют о том, что наличие легкого когнитивного расстройства F06.7 связано с более низкими показателями по этим методикам. В основной группе не выявлено корреляционных связей между наличием легкого когнитивного расстройства F06.7, полом, возрастом и наличием артериальной гипертензии.

В группе сравнения не выявлены корреляционные связи между постнатальной дозой облучения на ККМ и МТ фонового уровня и диагнозом легкого когнитивного расстройства F06.7, ДЭП, результатами клинико-психологических методик. В этой группе были выявлены умеренные прямые корреляционные связи между диагнозом

легкого когнитивного расстройства F06.7 и ДЭП ( $r=0,403$ ), ЛП P300 ( $r=0,310$ ), умеренная обратная корреляционная связь между диагнозом легкого когнитивного расстройства F06.7 и общим баллом по методике «Батарея лобной дисфункции» ( $r=-0,401$ ). Также в этой группе установлена умеренная прямая корреляционная связь между ДЭП и ЛП P300 ( $r=0,329$ ), умеренная обратная корреляционная связь между ДЭП и общим баллом по методике «Батарея лобной дисфункции» ( $r=-0,449$ ).

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Широкую известность получили многочисленные исследования влияния ионизирующего излучения на развивающийся ГМ у детей, переживших атомную бомбардировку в Японии, подвергшихся антенатальному облучению, в частности было установлено, что наибольший риск задержки психического развития наблюдался при облучении на 8–15-й неделе после зачатия, для антенатально облученных в первые 8 недель беременности радиационно обусловленных нарушений интеллекта не обнаружено [10, 13]. Наиболее низкие значения интеллекта были выявлены в группе детей, облученных на 8–15-й неделе после зачатия, и в меньшей степени на 16–25-й неделе, также допускалось влияние нерадиационных факторов на психоневрологические нарушения у антенатально облученных после атомных бомбардировок [10]. Следует отметить, что негативное воздействие на когнитивные функции у лиц, выживших после бомбардировок и подвергшихся воздействию в подростковом возрасте (возраст  $\geq 13$  лет на момент бомбардировок), не выявлялось во взрослом возрасте, также как не наблюдался риск преждевременной нейродегенерации среди стареющих выживших после атомной бомбардировки, подвергшихся воздействию антенатально или в раннем детстве [11, 13].

В 90-е годы прошлого столетия разными специалистами активно исследовалось психосоматическое здоровье детей, облученных антенатально в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Так, Нягу А.И. с соавт. обследовали 147 детей, получивших антенатальное облучение в г. Припять, группу сравнения составил 101 ребенок того же возраста, коренные жители г. Киева [10]. У антенатально облученных был выявлен ряд особенностей, в том числе отмечалось, что психоневрологические расстройства в этой группе проявлялись эмоционально-волевыми нарушениями в структуре астенического симптомокомплекса, а также задержкой психического развития различной степени выраженности, в наибольшей степени выраженной у детей, получивших облучение в первые три месяца внутриутробного развития, авторы обращали внимание, что кроме облучения возможно сочетанное влияние иных факторов [10]. Степанова Е.И. и соавт. по результатам обследования 340 антенатально облученных детей от матерей, эвакуированных из г. Припять, установили, что показатели физического развития этих детей не отличались от контрольной группы, однако антенатально облученные дети имели выраженные отклонения в психическом развитии, которые проявлялись в аффективной лабильности, двигательной расторможенности, нарушении памяти, внимания, снижении работоспособности [10].

В Норвегии было проведено исследование вербального и невербального интеллекта у подростков, подвергшихся радиационному воздействию в период внутриутробного развития в результате выпадения радиоактивных осадков после аварии на Чернобыльской АЭС [14]. Были обследованы 84 подростка, которые подвергались внутриутробному воздействию радиации из наиболее загрязненных районов

Норвегии, и 94 подростка из районов, не загрязненных радиацией. Сначала сравнили показатели интеллекта облученных и необлученных подростков, далее оценивали результаты тестирования в зависимости от недели гестации. Установлено, что в целом подростки, подвергшиеся воздействию низких доз ионизирующего излучения внутриутробно, имели значительно более низкий интеллект по полной шкале, чем необлученные подростки, причем разница эта была ограничена вербальным интеллектом и не была очевидна для невербального. Также не наблюдали эффекта у обследуемых, подвергшихся облучению, в период после 16-й недели беременности. В результате авторы высказали предположение, что полученные данные могут свидетельствовать в поддержку гипотезы о том, что снижение когнитивных функций в большей степени может проявляться у лиц, подвергшихся воздействию низких доз ионизирующего излучения внутриутробно в течение наиболее чувствительного периода беременности [14].

По результатам 13-летнего проспективного психологического и нейрофизиологического исследования лиц, подвергшихся антенатальному облучению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (г. Минск и г. Гомель), были зафиксированы положительная социальная адаптация и удовлетворительный уровень интеллектуального развития лиц из группы риска по антенатальному облучению. По общему показателю интеллекта основная группа соответствовала контрольной, уровень вербального интеллекта был значимо выше в контрольной группе. Авторы предположили, что, исходя из обнаруженных закономерностей по тесту интеллекта, нельзя исключить, что парциальное снижение интеллектуальных функций представителей основной группы может быть связано с фактом антенатального облучения [15].

В исследованиях, проведенных ранее с участием антенатально облученных, матери которых в период беременности проживали в населенных пунктах бассейна реки Теча, были установлены статистически значимые различия с группой сравнения по вербальному ( $p=0,015$ ) и общему ( $p<0,05$ ) интеллекту [2].

В нашем исследовании в группе лиц с антенатальным облучением наблюдались тенденции преобладания обследуемых с легким когнитивным расстройством F06.7 и когнитивным синдромом, тогда как в группе сравнения чаще встречались органическое астеническое расстройство F06.6 и астенический синдром. В обеих группах было достаточно исследуемых с диссомническим синдромом. В обеих группах присутствовали жалобы на когнитивную и астеническую симптоматику. Кроме того, в основной группе отмечалась тенденция увеличения лиц с патологическим значением ЛП Р300, тогда как в группе сравнения было больше обследуемых, значения ЛП Р300 которых соответствовали возрастной норме, были выявлены статистически значимые различия между группами по индивидуальным значениям ЛП Р300 ( $p=0,030$ ).

Кроме того, в группе лиц с антенатальным облучением наблюдалась тенденция увеличения количества исследуемых с «пограничным» уровнем вербального и общего интеллекта, «сниженной нормой» невербального интеллекта, было статистически значимо меньше лиц со средним уровнем невербального интеллекта ( $p=0,040$ ).

Корреляции, выявленные в основной группе между дозами постнатального и суммарного облучения на ККМ и наличием ДЭП, позволяют предположить влияние радиационного воздействия в антенатальном и раннем постнатальном периоде на формирование цереброваскулярной патологии, которая в свою очередь является одним из механизмов формирования легкого когнитивного расстройства F06.7.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что когнитивные нарушения чаще регистрировались в группе с антенатальным облучением. В этой группе было больше исследуемых с легким когнитивным расстройством F06.7, отмечалась тенденция преобладания лиц с патологическими значениями ЛП Р300, были установлены статистически значимые различия между группами по индивидуальным значениям ЛП Р300 ( $p=0,030$ ). Также в группе антенатально облученных наблюдались тенденции преобладания лиц с умеренной лобной дисфункцией, «пограничным» уровнем вербального и общего интеллекта, «сниженной нормой» невербального интеллекта, было статистически значимо меньше лиц со средним уровнем невербального интеллекта ( $p=0,040$ ).

В группе сравнения было больше лиц с органическим астеническим расстройством F06.6 и астеническим синдромом, наблюдались тенденции преобладания лиц, значения ЛП Р300 которых соответствовали возрастной норме, с нормальной лобной функцией.

В обеих группах в качестве сопутствующих соматических заболеваний были выявлены артериальная гипертензия, ДЭП, ишемическая болезнь сердца, в них было достаточно лиц с диссомническим синдромом.

Полученные данные демонстрируют определенное влияние дозы радиационного воздействия в антенатальном и постнатальном периоде развития на формирование цереброваскулярной патологии и развитие когнитивных нарушений. Проведенное исследование дополняет имеющиеся представления о когнитивных нарушениях у облученных лиц и определяет необходимость продолжения данного исследования для увеличения числа клинических наблюдений и получения окончательных выводов.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Akleyev A., Kiselev M. *Ecological and medical consequences of the 1957 radiation accident at Mayak PA*. Moscow;2001:294. (in Russian)
2. Burtovaia E., Kantina T., Belova M., Akleyev A. Cognitive impairments in persons exposed to radiation during the period of prenatal development. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2015;4:20–23. doi: 10.17116/jnevro20151154120-23 (in Russian)
3. Burtovaia E., Kantina T., Litvinchuk E. Characteristics of late mental (cognitive) impairments in persons exposed to irradiation in the South Urals. *Siberian Herald of Psychiatry and Addiction Psychiatry*. 2019;105(4):45–51. doi: 10.26617/1810-3111-2019-4(105)-45-51 (in Russian)
4. Yang B., Ren B.X., Tang F.R. Prenatal irradiation-induced brain neuropathology and cognitive impairment. *Brain Dev*. 2017;39(1):10–22. doi: 10.1016/j.braindev.2016.07.008
5. Collett G., Craenen K., Young W. et al. The psychological consequences of (perceived) ionizing radiation exposure: a review on its role in radiation-induced cognitive dysfunction. *International Journal of Radiation Biology*. 2020;96(9):1104–1118. doi: 10.1080/09553002.2020.1793017
6. Otake M. Threshold for radiation-related severe mental retardation in prenatally exposed A-bomb survivors: a re-analysis. *International Journal of Radiation Biology*. 1996;70(6):755–763. doi: 10.1080/095530096144644
7. Kempf S.J., Casciati A., Buratovic S. et al. The cognitive defects of neonatally irradiated mice are accompanied by changed synaptic plasticity, adult neurogenesis and neuroinflammation. *Molecular Neurodegeneration*. 2014;9:57. doi: 10.1186/1750-1326-9-57
8. Pasqual E., Boussin F., Bazyka D. et al. Cognitive effects of low dose of ionizing radiation – Lessons learned and research gaps from epidemiological and biological studies. *Environment International*. 2021;147:106295. doi: 10.1016/j.envint.2020.106295
9. Ren B.X., Huen I., Wu Z.J. et al. Early postnatal irradiation-induced age-dependent changes in adult mouse brain: MRI based characterization. *BMC Neurosci*. 2021;22:28. doi: 10.1186/s12868-021-00635-2
10. Nyagu A., Loganovsky K., Loganovskaja T. *Effects of prenatal brain irradiation (review)*. Kyiv. 1998;37 p. (in Russian)
11. Yamada M., Kato N., Kitamura H. et al. Cognitive function among elderly survivors prenatally exposed to atomic bombings. *The American Journal of Medicine*. 2021;134(4):264–267. doi: 10.1016/j.amjmed.2020.09.043
12. Gnezditsky V., Korepina O. *Atlas on evoked brain potentials*. Ivanovo: PresSto, 2011:525 p. (in Russian)
13. Rube C.E., Raid S., Palm J. et al. Radiation-Induced Brain Injury: Age Dependency of Neurocognitive Dysfunction Following Radiotherapy. *Cancers*. 2023;15(11):2999.
14. Heiervang K.S., Mednick S., Sundet K. et al. Effect of low dose ionizing radiation exposure in utero on cognitive function in adolescence. *Scandinavian Journal of Psychology*. 2010;51:210–215. doi: 10.1111/j.1467-9450.2010.00814.x
15. Igumnov S., Drozdovich V., Dokukina T. et al. A prospective psychological and neurophysiological study of a cohort of prenatally exposed persons. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2011;56(6):42–48.