



К. М. ЛОГАНОВСЬКИЙ, К. В. КУЦ

ДУ «Національний науковий центр радіаційної
медицини НАМН України», Київ

Визначення рівня преморбідного інтелекту з використанням шкали інтелекту Векслера для дорослих як ефективний засіб верифікації та експертизи нейрокогнітивного дефіциту в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС

Мета — визначити нейропсихологічні особливості когнітивних розладів при хронічній цереброваскулярній патології у віддалений період після Чорнобильської катастрофи в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС (УЛНА) з використанням шкали інтелекту Векслера для дорослих (WAIS), оцінити ступінь когнітивного дефіциту на підставі різниці між преморбідним (до аварії) та актуальним загальним коефіцієнтами інтелекту (IQ).

Матеріали і методи. Нейропсихологічне обстеження з використанням адаптованої версії WAIS для російської популяції (Филимоненко, Тимофеев, 2012) проведено 138 особам. Для статистичного аналізу сформовано дві групи: основну (УЛНА, опромінені в дозах понад 20 мГр, $n = 100$) та порівняння (об'єднана група зовнішнього (24 неекспоновані особи) та внутрішнього (14 осіб, опромінені у дозах до 20 мГр) контролю, $n = 38$). Визначали три показники актуального і преморбідного IQ: повний IQ, вербальний IQ та невербальний або перформансний IQ. Когнітивний дефіцит оцінювали на підставі різниці між цими показниками. Преморбідний IQ розраховували за рівнянням регресії В. Гао (2000). Аналізували профіль оцінок за 11 субтестами WAIS.

Результати. Середні рівні актуального вербального, невербального та загального IQ в обох групах відповідали «нормальному» значенню. Проте в основній групі рівень актуального загального та вербального IQ виявився нижчим, ніж у групі порівняння ($p < 0,01$). Групи статистично значущо ($p = 0,001$) відрізнялися за різницею між актуальним невербальним та вербальним IQ ($VIQ - VIQ$). В осіб основної групи виявлено помірний дефіцит актуального загального IQ ($p < 0,01$) та вербального IQ ($p < 0,001$) порівняно з преморбідним рівнем інтелекту. В основній групі спостерігали селективне зниження оцінок за окремими, переважно вербальними, субтестами WAIS: «Обізнаність» ($p = 0,017$), «Тямущість» ($p = 0,000$), «Арифметичний» ($p = 0,009$) «Схожість» ($p = 0,023$), «Повторення цифр» ($p = 0,002$), «Словниковий» ($p = 0,04$) та «Послідовні малюнки» ($p = 0,02$). Виявлено лінійний регресійний зв'язок з радіаційною дозою оцінок за субтестом «Відсутні деталі» при опроміненні в дозах понад 0,3 Гр.

Висновки. За дії малих доз іонізуючого випромінювання (понад 20 мГр) спостерігається легкий та помірний інтелектуальний дефіцит за рахунок переважного зниження вербального IQ, що може свідчити про прискорене радіаційне старіння головного мозку. Виявлено лінійний регресійний зв'язок з радіаційною дозою оцінок за субтестом «Відсутні деталі» при опроміненні в дозах понад 0,3 Гр, що може свідчити про дозозалежний дефіцит перцептивної уваги в осіб, опромінені у зазначеному діапазоні доз. Оцінка преморбідного IQ є надійним критерієм експертизи втрати когнітивного функціонування. Найбільш радіовразливі нейроанатомічні структури — неокортекс та кортико-лімбічна система в лівій домінантній півкулі.

Ключові слова: Чорнобильська катастрофа, нейрокогнітивний дефіцит, коефіцієнт інтелекту, шкала інтелекту Векслера для дорослих, преморбідний інтелект, малі дози, іонізуюча радіація.

© К. М. Логановський, К. В. Куц, 2018

Власне термін «інтелект» не має чіткого визначення та вживається у великій кількості значень, зокрема не лише широкою публікою, а й представниками різних наукових дисциплін, таких як біологія, філософія та педагогіка, а також психологами, які спеціалізуються у різних галузях та дотримуються різних теоретичних поглядів [1]. Вияви інтелекту різноманітні. Їх поєднує залучення до будь-якого інтелектуального акту всіх психічних функцій, які забезпечують пізнання навколишнього світу [7]. У літературі наведено велику кількість визначень інтелекту, які нерідко суперечать одне одному. З дидактичних міркувань доцільно навести одне з них. Створюючи свою методичку (Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS), Шкала інтелекту Векслера для дорослих), Д. Векслер дав таке визначення: «Інтелект — це комплексна загальна здатність індивідуума діяти цілеспрямовано, логічно мислити та ефективно взаємодіяти із зовнішнім середовищем» [7].

Визначення нейроанатомічного та нейрофізіологічного підґрунтя інтелектуальних функцій становить значний науковий інтерес. Дослідження, які ґрунтуються на використанні тестів IQ, тривають у більшості розвинених країн та розпочато в країнах, які розвиваються [19]. Останніми роками значну увагу приділяють вивченню вищих пізнавальних процесів людського мозку з використанням даних нейровізуалізаційних досліджень [23].

Сьогодні загальноновизнаним золотим стандартом оцінки інтелекту в клінічній практиці й найпоширенішим тестом для його дослідження є методика дослідження інтелекту для дорослих Д. Векслера (WAIS), яка має високий коефіцієнт надійності — 0,98 [7]. Останні редакції WAIS передбачають суттєві зміни, які впливають з останніх наукових досягнень у галузі нейропсихології, когнітивної нейронауки та сучасної теорії інтелекту, а також вдосконалення процедури психологічного тестування [11].

Термін «IQ» (Intelligence Quotient, коефіцієнт інтелекту) історично прийнятий для опису результатів оцінювання тестів інтелекту і слугує узагальнюючим показником рівня інтелектуального розвитку досліджуваного. У первинному значенні цей показник використано у методиці Стенфорд — Біне (Stanford — Binet Intelligence Scale, шкала інтелекту Стенфорд — Біне) як співвідношення так званого розумового (фактично визначали за складністю тестових завдань, які досліджуваний зміг правильно розв'язати) та хронологічного віку [7]. Зазначену форму розрахунку IQ було замінено на стандартний показник IQ, в якому оцінка виражена у величинах стандартного відхилення і показує, як співвідноситься результат обстеженого з результатами репрезентативної вибірки обстежуваних відповідної вікової групи. Таким чином, IQ — це форма вираження рівня здібностей індивідуума на певний момент часу щодо наявних вікових норм [1].

Відомо, що іонізуюча радіація спричиняє множинні ефекти на головний мозок людини, зокрема на поведінку та когнітивні функції [5, 9, 14, 16—18]. Очікуваними виявилися значні когнітивні порушення у віддалений період гострої променевої хвороби (ГПХ). У попередньому дослідженні нами виявлено істотне зниження рівня IQ порівняно з показником до ГПХ (преморбідний, pre-IQ), який оцінили на підставі рівняння регресії за демографічними показниками [17]. Подібну оцінку нейрокогнітивного дефіциту при опроміненні головного мозку в діапазоні малих доз не проведено. Результати сучасних молекулярно-біологічних і нейропсихіатричних досліджень когнітивних та цереброваскулярних ефектів, індукованих малими дозами іонізуючої радіації внаслідок Чорнобильської катастрофи, свідчать про залежність когнітивного дефіциту у віддалений період після опромінення від дози, віку на момент опромінення та генної регуляції довжини теломер [9]. Таким чином, виявлення клінічних та нейропсихологічних особливостей когнітивного дефіциту після впливу іонізуючого опромінення в діапазоні малих доз є актуальним завданням сучасної неврології, психіатрії, радіаційної медицини та радіобіології.

Мета роботи — визначити нейропсихологічні особливості когнітивних розладів при хронічній цереброваскулярній патології у віддалений період після Чорнобильської катастрофи в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС з використанням шкали інтелекту Векслера для дорослих, оцінити ступінь когнітивного дефіциту на підставі різниці між преморбідним (до аварії) та актуальним загальним коефіцієнтами інтелекту.

Матеріали і методи

Проведено поперечне клінічне дослідження учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС (УЛНА) з внутрішнім (опромінені в дозах до 20 мГр) і зовнішнім неекспонованим контролем. У дослідження було залучено 217 осіб: 185 УЛНА на ЧАЕС у 1986—1987 рр. чоловічої статі з наявністю записів про радіаційні дози у Клініко-епідеміологічному реєстрі ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України» (ННЦРМ) (основна група, 85,25 % обстежених осіб) та 32 неекспонованих унаслідок Чорнобильської катастрофи осіб (група порівняння, 14,75 % обстежених осіб). Дози опромінення — 0,0002—1,23 Гр, середня арифметична доза ($M \pm SD$) — $(0,24 \pm 0,23)$ Гр, середня геометрична доза — 0,12 Гр, медіанна доза — 0,2 Гр (міжквартильний розмах від 0,06 до 0,3 Гр).

Для контролю традиційних чинників ризику, які могли вплинути на рівень IQ в обстежених осіб (вік, соматичні захворювання, нерадіаційні чинники ризику, низький вихідний рівень IQ тощо) розроблено критерії залучення в обстеження та вилучення з нього, які дали змогу мінімізувати вплив зазначених факторів на результати обстеження. Критерії

залучення до основної групи: участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у 1986—1987 рр., чоловіча стать, праворукість, вік до 65 років, наявність записів про радіаційні дози у Клініко-епідеміологічному реєстрі. Критерії вилучення в основній групі: виражена соматоневрологічна і психічна патологія у стадії декомпенсації, черепно-мозкові травми, нейроінфекційні та демієлінізувальні захворювання, зловживання психоактивними речовинами.

Критерії залучення до групи порівняння: чоловіча стать, праворукість, вік 40—65 років, відсутність додаткової до природного фону радіоактивності та опромінення за винятком медичних діагностичних рентгенологічних процедур, а також авіаперельотів. Критеріями вилучення, крім аналогічних в основній групі, були статус постраждалого внаслідок аварії на ЧАЕС та наявність додаткового опромінення.

Дослідження виконано у 2014—2017 рр. у відділі радіаційної психоневрології Інституту клінічної радіології ННЦРМ. Дослідження проводили за інформованої згоди обстежуваних відповідно до етичних норм Гельсінкської декларації.

На момент обстеження середній вік УЛНА ($M \pm SD$) становив ($58,14 \pm 6,45$) року (від 44 до 65 років), а неекспонованих осіб — ($57,6 \pm 6,0$) року (від 44 до 65 років).

Нейропсихологічне обстеження з використанням WAIS та визначенням показників актуального і преморбідного IQ, а також нейрокогнітивного дефіциту за різницею між цими показниками виконане 138 особам, зокрема 114 УЛНА (з них 100 осіб з основної групи та 14 — із групи внутрішнього контролю, опромінені у дозах до 20 мГр) та 24 неекспонованим особам. Кожна з версій WAIS забезпечує три показники IQ, а саме: повний IQ, вербальний IQ та невербальний або перформансний IQ [7]. Більш специфічні чинники або індекси інтелекту розраховують з урахуванням оцінок за комбінацією субтестів [7]. Порівняно з іншими індивідуально виконуваними тестами головні переваги WAIS полягають у розмірі та репрезентативності вибірок стандартизації, а також у технічних характеристиках процедур, які застосовували при їх конструванні [1]. Вербальний, невербальний та загальний IQ визначали за адаптованою версією WAIS для

російської популяції [7]. Показники pre-IQ розраховували за рівнянням регресії В. Гао [12]:

$$\text{Pre-IQ} = C + A_{\text{Co}} \cdot \text{Age} + O_{\text{Co}} \cdot O = \\ + S_{\text{Co}} \cdot \text{Sex} + E_{\text{Co}} \cdot \text{Edu},$$

де C — константа; A_{Co} — коефіцієнт; A_{Co} — віковий коефіцієнт; O_{Co} — коефіцієнт професійного рівня; S_{Co} — коефіцієнт статі; E_{Co} — коефіцієнт освітнього рівня.

У цьому рівнянні «Вік» і «Стать» представлені не фактичними числами, а квантифікованими значеннями рангової шкали. Так, для вікових категорій встановлено такі значення: 16—17 років — 1, 18—19 років — 2, 20—24 роки — 3, 25—35 років — 4, 35—44 роки — 5, 45—54 роки — 6, 55—64 роки — 7, понад 65 років — 8. Освітній рівень також має диференційовані рангові значення: неграмотність — 1, початкова школа — 2, незакінчена середня освіта — 3, повна середня освіта — 4, вища освіта — 5. Стать: жіноча — 1, чоловіча — 2. Професійний рівень: низькокваліфікований робітник — 1, фермер — 2, кваліфікований робітник — 3, службовець — 4, студент — 5, викладач, технік або вчений — 6. Значення констант та коефіцієнтів рівняння наведено у табл. 1.

Для накопичування, зберігання та первинного аналізу даних використовували електронні таблиці Excel (MS Windows). Перевірку статистичної гіпотези щодо відповідності даних нормальному розподілу здійснювали за допомогою критеріїв Колмогорова — Смирнова з поправкою Лілієфорса та Шапіро — Вілка. Статистичний аналіз виконано у програмі Statistica 10.0 (StatSoft) за допомогою параметричних (t-критерій Стьюдента) і непараметричних критеріїв (критерій χ^2 , точний критерій Фішера, критерій Манна — Уїтні). Кореляційний аналіз проводили за Пірсоном.

Результати та обговорення

З огляду на те, що обстежені у групах зовнішнього ($n = 24$) та внутрішнього ($n = 14$) контролю за віком, основними соціально-демографічними показниками, рівнем pre-IQ (табл. 2), актуального IQ, а також оцінками за субтестами WAIS статистично значущо не відрізнялися, ці підгрупи для подальшого статистичного аналізу було об'єднано в групу порівняння. Особи обох груп мали досить високий освітній та

Т а б л и ц я 1

Константи та коефіцієнти для розрахунку показників преморбідного IQ за рівнянням регресії В. Гао

Показник	Вербальний преморбідний IQ	Невербальний преморбідний IQ	Повний преморбідний IQ
Константа (C)	58,8	66,9	59,5
Віковий коефіцієнт (A_{Co})	1,09	0,92	1,1
Коефіцієнт професійного рівня (O_{Co})	2,1	1,46	2,01
Коефіцієнт статі (S_{Co})	4,48	3,03	4,13
Коефіцієнт освітнього рівня (E_{Co})	7,37	6,34	7,45

Т а б л и ц я 2
Преморбідний IQ у групі учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС та групі зовнішнього контролю (M ± SD)

Преморбідний IQ	Основна група (n = 114)	Група зовнішнього контролю (n = 24)	t	df	p
Вербальний	116,29 ± 8,21	118,03 ± 8,84	-0,93	136	0,35
Невербальний	113,00 ± 6,59	114,46 ± 7,09	-0,98	136	0,33
Загальний	116,29 ± 8,14	118,04 ± 8,77	-0,94	136	0,35

Тут і далі: df — кількість ступенів свободи.

Т а б л и ц я 3
Преморбідний IQ у групі учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС та групі порівняння

Преморбідний IQ	Основна група (n = 100)	Група порівняння (n = 38)	t	df	p
Вербальний	116,32 ± 8,26	117,66 ± 8,29	0,85	136	0,40
Невербальний	113,02 ± 6,63	114,15 ± 6,63	0,90	136	0,37
Загальний	116,32 ± 8,20	117,67 ± 8,21	0,86	136	0,39

професійний рівень і були порівнянні за рівнем преморбідного інтелекту (табл. 3). Цей факт має суттєве методологічне значення, оскільки когнітивний резерв, який характеризується високим рівнем pre-IQ, діє як протективний чинник щодо когнітивного зниження, пов'язаного з віком, у здорових осіб та при помірних когнітивних порушеннях [13].

За місцем проживання (місто/село), рівнем освіти та соціальним статусом обстежені з обох груп статистично значуще не відрізнялися (табл. 4).

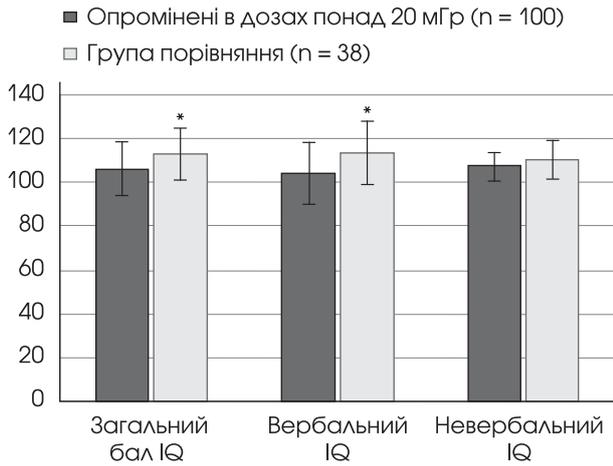
Середні рівні актуального вербального, невербального та загального IQ в основній групі та групі порівняння відповідали «нормальному» значенню. Проте в основній групі рівень загального та вер-

бального IQ виявився нижчим, ніж у групі порівняння ($p < 0,01$) (рис. 1). Групи статистично значуще ($p = 0,001$) відрізнялися за різницею між актуальним невербальним та вербальним IQ ($\rho IQ - \nu IQ$) (рис. 2). Крім того, в осіб основної групи було виявлено дефіцит актуального загального та вербального IQ порівняно з pre-IQ. Рівень невербального IQ в основній групі також виявився нижчим, ніж у групі порівняння, проте міжгрупові відмінності не були статистично значущими ($t = -1,73$, $p = 0,09$).

Аналіз профілю оцінок за субтестами WAIS виявив статистично значущі міжгрупові відмінності за оцінками за низкою субтестів, переважно вербальних. В основній групі відзначено зниження

Т а б л и ц я 4
Соціально-демографічна характеристика обстежених осіб

Характеристика	Основна група (n = 100)	Група порівняння (n = 38)	t, χ^2 , точний критерій Фішера	p
Вік, роки (M ± SD)	58,07 ± 6,74	57,55 ± 8,42	-0,37	0,71
Місце проживання				
Місто	94 (94,0%)	32 (84,2%)	3,32	0,10
Село	6 (6,0%)	6 (15,8%)	0,10	
Кількість років освіти (M ± SD)	14,03 ± 2,39	15,00 ± 3,56	1,55	0,12
Освітній рівень				
Вища освіта	42 (42,0%)	23 (60,5%)	4,10	
Середня спеціальна (середня технічна) освіта	46 (46,0%)	13 (34,2%)		0,10
Базова середня освіта	12 (12,0%)	2 (5,3%)	0,10	
Соціально-економічний та побутовий статус				
Високий	7 (7,0%)	6 (15,8%)	0,13	
Середній	55 (55,0%)	23 (60,5%)	4,06	0,13
Низький	38 (38,0%)	9 (23,7%)		



* Різниця щодо групи опромінених у дозах понад 20 мГр статистично значуща ($p < 0,01$).

Рис. 1. Показники актуального IQ в основній групі та групі порівняння

оцінок за субтестами «Обізнаність», «Тямущість», «Арифметичний», «Схожість», «Повторення цифр», «Словниковий» та «Послідовні малюнки» (табл. 5).

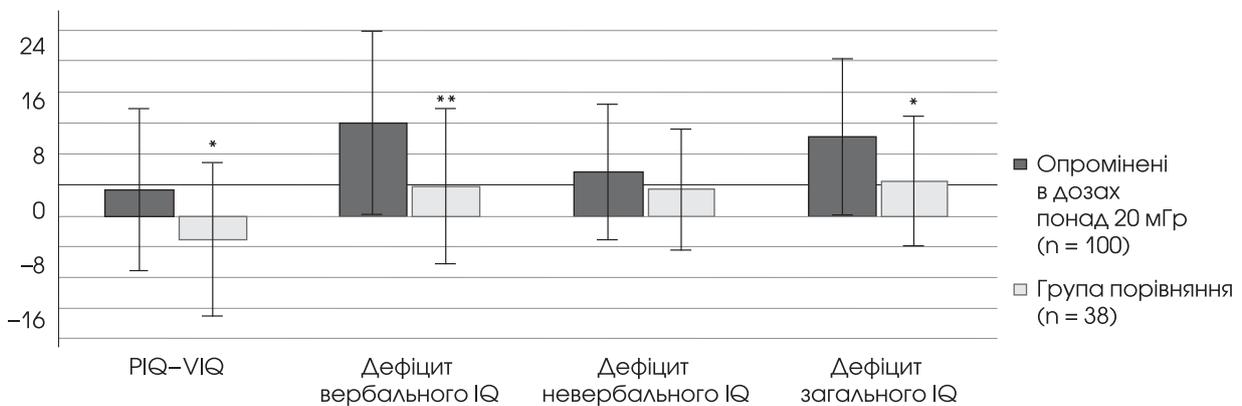
При опроміненні в дозах понад 0,3 Гр виявлено дозозалежне зниження оцінок за субтестом «Відсутні деталі» ($r = -0,53$, $p = 0,009$) (рис. 3). Цей субтест дає змогу виявити та виміряти перцептивні здібності, які належать до зорового розпізнавання знайомих об'єктів, а також уміння диференціювати головне від другорядного у зорових образах. Успішність виконання завдань субтесту залежить від обсягу перцептивної уваги, спостережливості та зосередженості обстежуваного [7]. Таким чином, виявлення лінійного регресійного зв'язку з радіаційною дозою за субтестом «Відсутні деталі» при опроміненні в дозах понад 0,3 Гр може свідчити про дозозалежний дефіцит перцептивної уваги в осіб, опромінених у зазначеному діапазоні доз.

Використання психометричних методик супроводжувалося періодом критичного, часом навіть

ворожого ставлення до них з боку багатьох науковців. Критика варіювала від звинувачень проти маркування осіб до культурної упередженості та навіть звинувачень у зловживанні тестами. К. Richardson ставить під сумнів валідність тестів IQ, вважаючи що вони вимірюють не інтелект, а деяку «соціокогнітивно-афективну готовність» (socio-cognitive-affective preparedness) [21]. Л. Ф. Бурлачук вказує на «кризу тестології», відірваність процедури тестування від академічної науки та нездатність «тестології» створити свою власну теорію. Автор скептично ставиться до спроб пошуку біологічних, зокрема психофізіологічних та біохімічних корелятивів інтелекту [4].

Однак, незважаючи на справедливості багатьох критичних зауважень, використання тестів інтелекту має багато важливих переваг, а саме: добре прогнозування різних аспектів людської поведінки (академічна успішність, професійна діяльність), чутливість до наявності нейропсихологічного дефіциту [15]. Тести IQ допомагають провести диференційний діагноз між формами когнітивних розладів, оцінити ефективність лікування та реабілітації [22].

Основним критерієм когнітивного дефіциту є актуальний рівень IQ менше 70 балів за відсутності симуляції та раніше існуючої розумової відсталості [7]. Проте такий підхід не враховує індивідуальних відмінностей рівнів IQ до дії пошкоджувального чинника [9,14]. Згідно із сучасними вимогами, визначення та квантифікація набутого нейропсихологічного дефіциту ґрунтується на порівнянні рівня поточного когнітивного функціонування індивідуума з оцінкою його преморбідних здібностей [10]. Проте на практиці дані тестування за період, який передував захворюванню, рідко доступні. Таким чином, повна нейропсихологічна оцінка когнітивного дефіциту потребує певної «точки відліку» для порівняння з поточним станом когнітивних функцій пацієнта. Такою «точкою відліку» вважають визначення рівня преморбідного інтелекту за рівняннями регресії, в яких використовують як дані, отри-



Різниця щодо групи опромінених у дозах понад 20 мГр статистично значуща: * $p < 0,01$; ** $p < 0,001$.

Рис. 2. Різниця між невербальним та вербальним актуальним IQ, дефіцит вербального, невербального та загального IQ в основній групі та групі порівняння

Таблиця 5
Оцінки за субтестами WAIS в основній групі та групі порівняння (Me (Q₁ — Q₃))

Субтест WAIS	Основна група (n = 100)	Група порівняння (n = 38)	U	Z	p
Обізнаність	13,0 (11,0—14,0)	14,0 (12,0—16,0)	1403,00	-2,38	0,017
Тямущість	9,0 (8,0—11,0)	11,0 (10,0—14,0)	1064,50	-4,02	0,000
Арифметичний	9,0 (7,0—12,0)	11,0 (9,0—15,0)	1356,00	-2,61	0,009
Схожість	10,0 (7,5—12,0)	11,0 (9,0—13,0)	1424,50	-2,28	0,023
Повторення цифр	7,0 (6,0—9,0)	9,0 (7,0—10,0)	1274,00	-3,04	0,002
Словниковий	12,0 (10,0—14,0)	13,0 (11,0—15,0)	1471,00	-2,06	0,040
Шифрування	7,0 (6,0—8,0)	7,0 (6,0—9,0)	1599,50	-1,45	0,147
Відсутні деталі	11,0 (10,0—12,0)	11,0 (11,0—13,0)	1544,00	-1,74	0,083
Кубики Кооса	11,0 (10,0—12,0)	11,0 (10,0—12,0)	1821,00	-0,38	0,705
Послідовні малюнки	9,0 (7,0—10,0)	10,0 (9,0—11,0)	1416,50	-2,33	0,020
Складання фігур	6,0 (5,0—7,0)	6,0 (5,0—8,0)	1854,00	+0,22	0,826

мані при безпосередньому тестуванні, так і демографічні показники. Таку методику вперше було застосовано у США [12, 15, 17].

Описаний підхід до визначення рівня преморбідного інтелекту та, відповідно, нейрокогнітивного дефіциту має певні недоліки [8]. Зокрема у випадках дуже низького (до 69 пунктів) або дуже високого (понад 120 пунктів) повного преморбідного IQ використання рівнянь регресії може призвести до суттєвої переоцінки або недооцінки рівня вихідного когнітивного функціонування. Рівняння лінійної регресії мають обмежену точність, тому оцінка преморбідного IQ має велику похибку. Використання визначення преморбідного IQ залишається спірною процедурою, особливо в судово-медичному контексті [8].

З урахуванням зазначених обмежень рівняння лінійної регресії, які ґрунтуються на демографічних показниках, можуть дати об'єктивну та корисну оцінку преморбідного інтелекту. Визначення рівня актуального та преморбідного IQ і нейрокогнітивного дефіциту за різницею між цими показниками при впливі іонізуючого випромінювання (особливо за умов гострого опромінення) за рівняннями регресії з урахуванням демографічних показників можна вважати найоптимальнішим підходом для визначення та експертизи пострадіаційних когнітивних розладів, оскільки будь-яка психометрична інформація відсутня. Відділ радіаційної психоневрології ННЦРМ має багаторічний досвід оцінки когнітивних розладів. Останнім часом основним інструментом, який ми застосовували для психометричної діагностики когнітивних розладів в осіб, що постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, була методика WAIS. Ця батарея тестів дає змогу не лише стандартизовано та індивідуально виміряти рівень поточного вербального, невербального і загального інтелекту, а і визна-

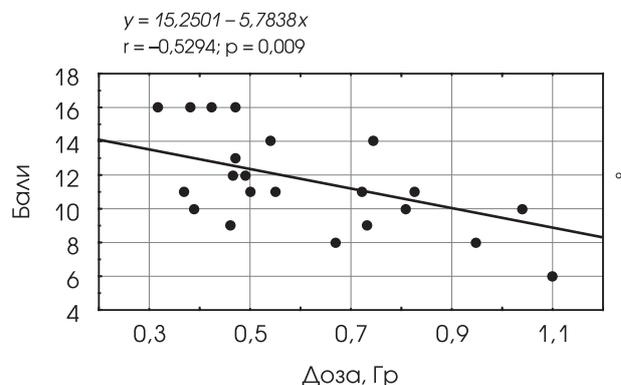


Рис. 3. Лінійна регресійна залежність бала за субтестом «Відсутні деталі» WAIS від дози опромінення при опроміненні в дозах понад 0,3 Гр

чити його динаміку. Нами розроблені критерії оцінювання когнітивних функцій дорослих [6] на підставі як оцінки актуального загального IQ (табл. 6), так і оцінки когнітивного дефіциту дорослих після аварії на ЧАЕС за різницею між преморбідним (до аварії) і актуальним загальним IQ (табл. 7).

Тестування за WAIS може становити деякі труднощі для практичного клініциста. Досить великий обсяг завдань, істотна тривалість проведення тесту (від 45 хв у здорових осіб до декількох годин у дементних пацієнтів) і потреба в наявності спеціально навченого кваліфікованого персоналу обмежують використання WAIS у рутинній клінічній практиці як скринінгової методики для диференціальної діагностики когнітивних розладів. Необхідний інструмент, який би забезпечував достатній рівень оцінки когнітивних функцій, був простим, зручним і не потребував багато часу на його застосування.

На нашу думку, цим критеріям відповідає коротка шкала оцінки психічного статусу (Mini-Mental

Таблиця 6
Критерії оцінювання когнітивних функцій дорослих на підставі оцінки актуального загального IQ

Загальний IQ, бали	Оцінка когнітивних функцій	Розумовий вік, роки
140 і вище	Геніальність	-
120—139	Дуже висока (талановитість)	-
110—119	Висока	-
90—109	Нормальна або середня	-
70—89	Легкий когнітивний розлад	-
50—69	Деменція легкого ступеня	9—12
35—49	Деменція помірною ступеня	6—9
< 35	Деменція тяжкого ступеня	< 6

Таблиця 7
Операційні критерії оцінки когнітивного дефіциту дорослих після аварії на Чорнобильській АЕС на підставі різниці між преморбідним (до аварії) і актуальним загальним IQ

Преморбідний IQ — актуальний IQ, бали	Когнітивний дефіцит після аварії
≤ 0	Немає
0—9	Легкий
10—19	Помірний
20—29	Тяжкий
≥ 30	Глибокий

Таблиця 8
Критерії оцінки когнітивних порушень у дорослих на підставі порівняння значень тестів MMSE і WAIS

Когнітивні функції	MMSE, бали	WAIS, загальний IQ, бали
Норма	28—30	90—140
Легкий когнітивний розлад	24—27	70—89
Деменція легкого ступеня	20—23	50—69
Деменція помірною ступеня	11—19	35—49
Тяжка деменція	≤ 10	≤ 34

State Examination (MMSE)), яку широко застосовують у більшості сучасних епідеміологічних і клінічних досліджень для скринінгу та оцінки когнітивних порушень, що підтверджує її валідність і придатність. Використання шкали MMSE доцільне, враховуючи можливість переведення (кореляції) балів, отриманих за допомогою тесту WAIS (табл. 8) [2, 3].

У практиці радіаційної нейропсихіатрії в Україні вперше виявлено корисність експертної оцінки когнітивних розладів за допомогою визначення показників актуального та преморбідного IQ і не-

Таблиця 9
Оцінка зниження IQ на 1 Гр при опроміненні в дозах 1,0—3,8 Гр (адаптовано за [17])

IQ за WAIS	Кількість балів
Загальний	5,9
Вербальний	1,7
Невербальний	4,1

Таблиця 10
Оцінка поглиненої дози, яка призводить до зниження IQ на 1 пункт (адаптовано за [17])

IQ за WAIS	Доза, Гр
Загальний	0,24
Вербальний	0,17
Невербальний	0,59

йрокогнітивного дефіциту за різницею між цими показниками. У 2000—2001 рр. нами проведено психометричне обстеження 29 УЛНА на ЧАЕС, котрі перенесли ГПХ, та 24 осіб групи порівняння [17]. Оцінки преморбідного інтелекту в пацієнтів з ГПХ були досить високими (114—118 пунктів), що пояснюється високим освітнім та професійним рівнем обстежуваного контингенту. Проведений аналіз виявив статистично значуще зниження IQ, особливо повного та вербального, у групі пацієнтів з ГПХ, зокрема виявлено залежність цього феномена від дози опромінення. Відмінності між pre-IQ і IQ після ГПХ значно відрізнялися від таких у групі порівняння: vIQ — (15,8 ± 14,4) бала проти (2,3 ± 4,5) бала, невербальний IQ (pIQ) — (14,2 ± 10,8) бала проти (8,7 ± 3,5) бала і fIQ — (16,8 ± 12,7) бала проти (5,9 ± 2,6) бала, тобто після ГПХ спостерігається статистично значуще зниження загального IQ за рахунок вербального. Доза опромінення 1 Гр зменшує FIQ на 4,1—6 балів у діапазоні доз 1,0—3,8 Гр (табл. 9). Зменшення на 1 бал FIQ може бути наслідком впливу іонізуючої радіації у дозах 0,17—0,24 Гр (табл. 10). Такі порушення когнітивних функцій у віддалений період ГПХ є свідченням наявності психоорганічного синдрому з порушенням функціонування лівої домінуючої півкулі головного мозку [17].

Виявлено подібні тенденції у віддалений період після впливу іонізуючої радіації в діапазоні малих доз. Особливу увагу привертає переважне зниження оцінок за субтестами WAIS, які оцінюють процеси обробки вербальної інформації лівою домінуючою півкулею головного мозку, а також зниження загального IQ за рахунок переважного зниження вербального IQ у групі УЛНА, опромінених у дозах понад 20 мГр. Ще у 1950-х роках Д. Векслер виділяв серед 11 субтестів 4, які є стійкими до впливу старіння та органічного ураження головно-

го мозку («Обізнаність», «Словниковий», «Складання фігур» та «Відсутні деталі»; в літературі оцінки за цими субтестами часто називають «hold measures» («стійкі вимірювання»)), та 4, оцінки за якими суттєво погіршуються з віком і при церебральній патології («Кубики Кооса», «Повторення цифр», «Схожість», «Шифрування») [7, 15]. Інші автори [22] зазначають, що вербальні інтелектуальні здібності та читання відносно добре зберігаються у старших вікових групах, тоді як інші когнітивні здібності (наприклад, пам'ять і швидкість обробки інформації) різко знижуються з віком. Таким чином, видається сумнівним атрибутовувати виявлені зміни до процесів нормального старіння і типового плинну цереброваскулярної патології.

Слід підкреслити, що одержані дані цілком узгоджуються з нашими попередніми висновками щодо зумовленості когнітивних порушень в опромінених осіб патологією структур передніх відділів лівої домінантної півкулі головного мозку, які відповідають за одержання та переробку вербальної інформації, планування, регуляцію і контроль, що загалом може бути атрибутованим до пострадіаційного ураження нейрогенезу в гіпокампі, особливо лівої домінантної півкулі [17]. В осіб основної групи було виявлено легкий та помірний дефіцит актуального загального та вербального IQ порівняно з преморбідними рівнями інтелекту, проте вираженість порушень когнітивних функцій в УЛНА, опромінених у діапазоні малих доз, виявилася меншою, ніж у віддалений період ГПХ. У віддалений період після краніальної радіотерапії зниження вербального IQ також констатують інші автори [14].

При комплексному нейропсихологічному та психофізіологічному обстеженні осіб, котрі зазнали впливу іонізуючої радіації в антенатальний період унаслідок радіаційної аварії на Південному Уралі, виявлено помірні когнітивні порушення, зниження рівня вербального інтелекту, дисфункцію підкіркових структур та порушення амплітудно-часових характеристик когнітивного компонента Р300 [5]. У нашому попередньому психофізіологічному дослідженні виявлено новий дозозалежний радіоцеребральний ефект при застосуванні мето-

дики слухових когнітивних викликаних потенціалів Р300 з можливим дозовим порогом 0,05 Гр у вигляді порушення процесів обробки інформації у зоні Верніке [16]. Таким чином, наша гіпотеза щодо радіаційно-індукованого порушення кортикально-лімбічного нейрогенезу як церебрального базису міжпівкульної асиметрії головного мозку і нейрокогнітивного дефіциту після опромінення підтверджується як даними власних нейропсихологічних та психофізіологічних досліджень, так і незалежними дослідниками.

Висновки

За дії малих доз іонізуючого випромінювання (понад 20 мГр) спостерігається інтелектуальний дефіцит за рахунок переважного зниження вербального коефіцієнта інтелекту, що може свідчити про прискорене радіаційне старіння головного мозку.

Виявлено лінійний регресійний зв'язок з радіаційною дозою за субтестом WAIS «Відсутні деталі» при опроміненні в дозах понад 0,3 Гр, що може свідчити про дозозалежний дефіцит перцептивної уваги в осіб, опромінених у зазначеному діапазоні доз.

Отримано нові нейропсихологічні дані щодо радіочутливості головного мозку людини та когнітивного функціонування.

Оцінка преморбідного коефіцієнта інтелекту є надійним критерієм експертизи втрати когнітивного функціонування.

Найбільш радіовразливими нейроанатомічними структурами є неокортекс та кортико-лімбічна система в лівій домінантній півкулі.

Одержані дані узгоджуються з результатами об'єктивних психофізіологічних досліджень когнітивних викликаних потенціалів Р300.

При подальших дослідженнях особливу увагу слід приділити вивченню порушень таких когнітивних функцій, як навчання, увага, пам'ять (особливо короткотривала), виконавчі функції, мова (особливо імпресивна) та їх нейрофізіологічних корелятивів.

Для виявлення нейропсихологічних маркерів радіоіндукованого нейрокогнітивного дефіциту необхідно провести міжнародні дослідження з адекватним дозиметричним супроводом.

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: концепція і дизайн дослідження — К. Л.; збір матеріалу — К. К.;

обробка матеріалу, статистичне опрацювання даних, написання та редагування тексту — К. Л., К. К.

Література

1. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. — 7-е изд. — СПб: Питер, 2007. — 688 с.
2. Базика Д. А., Логановський К. М., Ільєнко І. М. та ін. Оптимізація діагностики пострадіаційних когнітивних порушень: Метод, рекомендації. — К.: МОЗ, АМН України, Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, 2012. — 27 с.
3. Базика Д. А., Логановський К. М., Ільєнко І. М. та ін. Застосування молекулярних та психометричних показників для удоскона-
- лення діагностики віддалених пострадіаційних когнітивних розладів: Метод, рекомендації. — К.: МОЗ, АМН України, Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, 2014. — 29 с.
4. Бурлачук Л. Ф. Психодіагностика: Учебник для вузов. 2-е изд. — СПб: Питер, 2011. — 384 с.
5. Буртова Е. Ю., Кузнецова Е. В., Белова В. М. Характеристика когнітивних функцій у лиц, подвергшихся радиационному воздействию в период антенатального развития // Вестн. Челябинского государственного университета. — 2013. — № 7 (298). — С. 79—81.

6. Логановський К. М., Антипчук К. Ю., Логановська Т. К. та ін. Особливості діагностики когнітивних розладів у постраждалих внаслідок Чорнобильської катастрофи, їх профілактика, лікування та шляхи реабілітації: Метод. рекомендації. — К.: МОЗ, АМН України, Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, 2010. — 24 с.
7. Филимоненко Ю. И., Тимофеев В. И. Тест Векслера Диагностика уровня развития интеллекта (взрослый вариант): методическое руководство. — СПб: ИМАТОН, 2012. — 112 с.
8. Basso M.R, Bornstein R. A., Roper B.L, McCoy V. L. Limited accuracy of premorbid intelligence estimators: a demonstration of regression to the mean // *Clin. Neuropsychol.* — 2000. — Vol. 14 (3) — P. 325—340. doi: 10.1076/1385-4046(200008)14:3;1-P;FT325.
9. Bazyka D. A., Loganovsky K. M., Ilyenko I. M. et al. Gene expression, telomere and cognitive deficit analysis as a function of Chernobyl radiation dose and age: from in utero to adulthood // *Probl. Radiac. Med. Radiobiol.* — 2015. — Vol. 20. — P. 283—310.
10. Berg Jody-Lynn, Durant J., Banks S. J., Miller J. B. Estimates of premorbid ability in a neurodegenerative disease clinic population: comparing the Test of Premorbid Functioning and the Wide Range Achievement Test (4th ed.) // *Clin. Neuropsychol.* — 2016. — Vol. 30 (4). — P. 547—557. doi:10.1080/13854046.2016.1186224.
11. Canivez G. L., Watkins M. W., Good R. et al. Construct validity of the Wechsler Intelligence Scale for Children — Fourth UK Edition with a referred Irish sample: Wechsler and Cattell—Horn—Carroll model comparisons with 15 subtests // *British Journal of Educational Psychology.* — 2017. — Vol. 87 (3). — P. 383—407.
12. Gao B. The Role of Pre-injury IQ in the determination of intellectual impairment from traumatic head injury // *J. Neuropsychiatry.* — 2000. — Vol. 12 (3). — P. 385—388. doi: 10.1176/appi.neuropsych.12.3.385.
13. Harrison S. L., Sajjad A., Bramer W. M. et al. Exploring strategies to operationalize cognitive reserve: A systematic review of reviews // *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* — 2015. — Vol. 37 (3). — P. 253—264.
14. Iyer N. S., Balsamo L. M., Bracken M. B., Kadan-Lottick N. S. Chemotherapy-only treatment effects on long-term neurocognitive functioning in childhood ALL survivors: A review and meta-analysis // *Blood.* — 2015. — Vol. 126 (3). — P. 346—353. doi:10.1182/blood-2015-02-627414.
15. Lezak M. D., Howieson D. B., Bigler E. D., Tranel D. *Neuropsychological Assessment.* — 5th ed. — New York: Oxford Univ. Press, 2012.
16. Loganovsky K. N., Kuts K. V. Cognitive evoked potentials P300 after radiation exposure // *Problems of radiation medicine and radiobiology.* — 2016. — Vol. 21. — P. 264—290.
17. Loganovsky K., Zdorenko L. Intelligence deterioration following acute radiation sickness // *Clinical Neuropsychiatry. Journal of Treatment Evaluation.* — 2012. — Vol. 9 (5). — P. 187—194.
18. Lumniczky K., Szatmari T., Safrany G. Ionizing radiation-induced immune and inflammatory reactions in the brain. — *Front Immunol.* — 2017. — Vol. 8. — P. 517. doi:10.3389/fimmu.2017.00517.
19. Nisbett R. E., Aronson J. B., Dickens C. et al. Intelligence: New findings and theoretical developments // *Am Psychologist.* — 2012. — Vol. 67 (2) — P. 130—159. doi: 10.1037/a0026699.
20. Omelianets N., Bazyka D., Igumnov S. et al. Health effects of Chernobyl and Fukushima: 30 and 5 years down the line. Commissioned by Greenpeace, Brussels, March 2016. — 98 p. [Electronic resource]. — Available: <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Nuclear-reports/Nuclear-Scars>.
21. Richardson K. What IQ tests test? // *Theory & Psychol.* — 2002. — Vol. 12 (3). — P. 283—314.
22. Whipple-Drozdick L. et al. Assessing Cognition in Older Adults with the WAIS-IV, WMS-IV, and ACS // *WAIS-IV, WMS-IV, and ACS: Advanced Clinical Interpretation.* — 2013. — P. 407—483.
23. Yoon Y. B., Shin W.-G., Lee T. Y. et al. Brain structural networks associated with intelligence and visuomotor ability // *Sci. Rep.* — 2017. — Vol. 7 (1). — P. 2177. doi:10.1038/s41598-017-02304-z.

К. Н. ЛОГАНОВСКИЙ, К. В. КУЦ

ГУ «Национальный научный центр радиационной медицины НАМН Украины», Киев

Определение уровня преморбидного интеллекта с использованием шкалы интеллекта Векслера для взрослых как эффективный способ верификации и экспертизы нейрокогнитивного дефицита у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС

Цель — определить нейropsychологические особенности когнитивных расстройств при хронической цереброваскулярной патологии в отдаленный период после Чернобыльской катастрофы у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (УЛПА) с использованием шкалы интеллекта Векслера для взрослых (WAIS), оценить степень когнитивного дефицита на основании разницы между преморбидным (до аварии) и актуальным общим коэффициентом интеллекта (IQ).

Материалы и методы. Нейropsychологическое обследование с использованием адаптированной версии WAIS для российской популяции (Филимоненко, Тимофеев, 2012) проведено 138 лицам. Для статистического анализа сформированы две группы: основная (УЛПА, облученные в дозах более 20 мГр, $n = 100$) и сравнения (объединенная группа внешнего (24 неэкспонированных лица) и внутреннего (14 лиц, облученных в дозах до 20 мГр) контроля, $n = 38$). Определяли три показателя актуального и преморбидного IQ: полный IQ, вербальный IQ и невербальный или перфомансный IQ. Когнитивный дефицит оценивали на основании разницы между показателями преморбидного и актуального IQ. Преморбидный IQ рассчитывали по уравнению регрессии В. Гао (2000). Анализировали профиль оценок по 11 субтестам шкалы WAIS.

Результаты. Средние уровни актуального вербального, невербального и общего IQ в обеих группах соответствовали «нормальному» значению. Однако в основной группе уровни актуального общего и вербального IQ оказались ниже, чем в группе сравнения ($p < 0,01$). Группы статистически значимо отличались по разнице между актуальным невербальным и вербальным IQ ($pIQ - vIQ$) ($p = 0,001$). У лиц основной группы был обнаружен умеренный дефицит актуального общего IQ ($p < 0,01$) и вербального IQ ($p < 0,001$) по сравнению с преморбидным уровнем интеллекта. В основной группе наблюдали селективное снижение оценок по отдельным, преимущественно вербальным, субтестам шкалы WAIS: «Осведомленность» ($p = 0,017$), «Понятливость» ($p = 0,000$), «Арифметический» ($p = 0,009$) «Сходство» ($p = 0,023$), «Повторение цифр» ($p = 0,002$), «Словарный» ($p = 0,04$) и

«Последовательные картинки» ($p=0,02$). Обнаружена линейная регрессионная связь с радиационной дозой оценок по субтесту «Недостающие детали» при облучении в дозах свыше 0,3 Гр.

Выводы. При воздействии малых доз ионизирующего излучения (более 20 мГр) наблюдается легкий и умеренный интеллектуальный дефицит за счет преимущественного снижения вербального IQ, что может свидетельствовать об ускоренном радиационном старении головного мозга. Обнаружена линейная регрессионная связь с радиационной дозой оценок по субтесту «Недостающие детали» при облучении в дозах свыше 0,3 Гр, что может свидетельствовать о дозозависимом дефиците перцептивного внимания у лиц, облученных в указанном диапазоне доз. Оценка преморбидного коэффициента интеллектуальности (IQ) — надежный критерий экспертизы потери когнитивного функционирования. Наиболее радиочувствительными нейроанатомическими структурами являются неокортекс и кортико-лимбическая система в левом доминантном полушарии.

Ключевые слова: Чернобыльская катастрофа, нейрокогнитивный дефицит, коэффициент интеллекта, шкала интеллекта Векслера для взрослых, преморбидный интеллект, малые дозы, ионизирующая радиация.

K. N. LOGANOVSKY, K. V. KUTS

SI «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of NAMS of Ukraine», Kyiv

Determination of the premorbid intelligence using the Wechsler Adult Intelligence Scale as an effective way to verify and assess neurocognitive deficit in the Chernobyl clean-up workers

Objective — to determine the neuropsychological features of cognitive disorders in chronic cerebrovascular pathology in the remote period after the Chernobyl disaster in the Chernobyl clean-up workers by using the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS), to estimate the degree of cognitive decline in the study groups based on the difference between premorbid (pre-emergency) and actual general IQ.

Methods and subjects. Neuropsychological examination using an adapted version of the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) for the Russian population (Filimonenko & Timofeev 2012) was administered to 138 individuals, including 114 Chernobyl clean-up workers (100 of them in the main group and 14 in the internal control group, irradiated at doses of less than 20 mGy) and 24 unexposed individuals. For further statistical analysis, two groups were formed: the main group (the Chernobyl clean-up workers irradiated at doses of more than 20 mGy, $n=100$) and the comparison group (the joint group of external and internal control) ($n=38$). Three different grades of the actual and premorbid IQ were determined: Full IQ (FIQ), Verbal IQ (VIQ), and non-verbal or Performance IQ (PIQ). Cognitive deficit was determined on the basis of the difference between the indices of the actual and premorbid IQ. Premorbid IQ was calculated using the regression equation by B. Gao (Gao 2000). The grade profile for 11 subtests of the WAIS scale in the study groups was analyzed.

Results. The mean levels of the actual verbal, performance and general IQ both in the Chernobyl clean-up workers irradiated at doses of more than 20 mGy and in the comparison group were within the «normal» intelligence range. However, in the clean-up workers irradiated at doses of more than 20 mGy the levels of the actual general and verbal IQ were lower than in the comparison group ($p<0.01$). Both groups differed markedly in the discrepancy between the actual nonverbal and verbal IQ ($plQ - vlQ$) ($p=0.001$). In the main group, moderate deficit both of the actual total IQ ($p<0.01$) and verbal IQ ($p<0.001$) was found in comparison with the premorbid level of intelligence. In the main group there was also a selective reduction in the scores for particular, mostly verbal, sub-tests of the WAIS: «Information» ($p=0.017$), «Comprehension» ($p=0.000$), «Arithmetic» ($p=0.009$) «Similarities» ($p=0.023$), «Digit Span» ($p=0.002$), «Vocabulary» ($p=0.04$) and «Picture Arrangement» ($p=0.02$). The linear regression relationship with the radiation dose for the subtest «Picture Completion» grades was revealed when irradiated at doses >0.3 Gy.

Conclusions. When exposed to low doses of ionizing radiation of more than 20 mGy, there was a slight and moderate intellectual deficit due to a predominant decrease in verbal IQ, which may indicate accelerated radiation aging of the brain. A linear regression relationship with a radiation dose for the subtest «Picture Completion» grades was found when irradiated at doses >0.3 Gy, which may indicate a dose-dependent deficit of perceptive attention in individuals irradiated at doses more than 0.3 Gy. The premorbid coefficient of intelligence (Premorbid IQ) assessment is a reliable criterion for the loss of cognitive functioning expertise. The most radiosensitive neuroanatomical structures are the neocortex and cortico-limbic system in the left dominant hemisphere.

Key words: Chernobyl accident, neurocognitive deficit, Intelligence Quotient, Wechsler Adult Intelligence Scale, premorbid intelligence, low doses, ionizing radiation.