



УКРАЇНА

(19) UA (11) 21021 (13) U  
(51) МПК (2006)  
A61B 5/0476  
A61K 51/00  
G01N 33/483

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту(54) СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ РАДІАЦІЙНОГО УРАЖЕННЯ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД  
ОПРОМІНЕННЯ

1

2

(21) u200610049

(22) 20.09.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Логановський Костянтин Миколайович, Антипчук Катерина Юріївна, Бомко Марія Олександрівна, Юр'єв Костянтин Леонідович, Чупровська Наталія Юріївна, Денисюк Наталія Володимирівна, Здоренко Леонід Леонідович, Логановська Тетяна Костянтинівна

(73) НАУКОВИЙ ЦЕНТР РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб діагностики радіаційного ураження головного мозку у віддалений період опромінення, що включає комплексні уніфіковані психометричні, нейрофізіологічні, нейровізуалізаційні, нейропсихологічні, доплерографічні і біохімічні дослідження, який **відрізняється** тим, що у пацієнта одночасно оцінюють загальну кількість і вираженість психопатології ( $X_1$ ), негативну (дефіцитарну) психопатологічну симптоматику ( $X_2$ ), збудження ( $X_3$ ), вираженість шизоїдних проявів ( $X_4$ ), загальну оцінку життєдіяльності ( $X_5$ ), домінуючу частоту електричної активності головного мозку у потиличних ділянках ( $X_6$ ), сумарну відносну потужність (%) дельта-діапазону електричної активності головного мозку ( $X_7$ ), відносну потужність (%) дельта-діапазону у лівій лобній ділянці ( $X_8$ ), абсолютну потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) тета-діапазону ( $X_9$ ), сумарну відносну (%) потужність альфа-діапазону ( $X_{10}$ ), абсолютну потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) альфа-діапазону у лівій тім'яній ділянці ( $X_{11}$ ), коефіцієнт контрастності (%) білої речовини лівої тім'яної частки відносно лікворної системи мозку ( $X_{12}$ ), коефіцієнт контрастності (%) лівої внутрішньої капсули ( $X_{13}$ ), коефіцієнт контрастності (%) таламусу ( $X_{14}$ ), коефіцієнт контрастності (%) правого хвостатого ядра ( $X_{15}$ ), швидкість читання слів ( $X_{16}$ ), швидкість називання кольорових слів ( $X_{17}$ ), обсяг вербальної пам'яті ( $X_{18}$ ), інтерференцію вербальної інформації ( $X_{19}$ ), інтерференцію невербальної інформації ( $X_{20}$ ), зміни актуального коефіцієнту інтелектуальності (IQ) відповідно до преморбідного IQ,  $[\text{pre-IQ} - \text{IQ}]$  ( $X_{21}$ ), максимальну систолічну частоту (кГц) над лівою внутрішньою сонною артерією ( $X_{22}$ ), макси-

мальну систолічну частоту (кГц) над лівою надблоковою артерією ( $X_{23}$ ), максимальну систолічну частоту (кГц) над паравертебральними артеріями ( $X_{24}$ ) та концентрацію ( $\text{ОД} \cdot \text{л}^{-1}$ ) аланінамінотрансферази (АлАТ) у сироватці крові ( $X_{25}$ ), після чого визначають вірогідність радіаційного генезу змін кожного показника та його питому вагу,  $R$  (%), у діагностиці радіаційного ураження головного мозку за такими критеріями:

якщо  $X_1 \geq 10$  балів, то  $R_1 = 5,03$  %; якщо  $X_1 < 10$  балів або дані відсутні, то  $R_1 = 0$ ;  
якщо  $X_2 \geq 10$  балів, то  $R_2 = 4,78$  %; якщо  $X_2 < 10$  балів або дані відсутні, то  $R_2 = 0$ ;  
якщо  $X_3 \leq 7$  балів, то  $R_3 = 4,01$  %; якщо  $X_3 > 7$  балів або дані відсутні, то  $R_3 = 0$ ;  
якщо  $X_4 \geq 80$  балів, то  $R_4 = 2,80$  %; якщо  $X_4 < 80$  балів або дані відсутні, то  $R_4 = 0$ ;  
якщо  $X_5 \leq 60$  балів, то  $R_5 = 3,50$  %; якщо  $X_5 > 60$  балів або дані відсутні, то  $R_5 = 0$ ;  
якщо  $X_6 \leq 8$  Гц, то  $R_6 = 2,80$  %; якщо  $X_6 > 8$  Гц або дані відсутні, то  $R_6 = 0$ ;  
якщо  $X_7 \geq 20$  %, то  $R_7 = 4,66$  %; якщо  $X_7 < 20$  % або дані відсутні, то  $R_7 = 0$ ;  
якщо  $X_8 \geq 20$  %, то  $R_8 = 5,13$  %; якщо  $X_8 < 20$  % або дані відсутні, то  $R_8 = 0$ ;  
якщо  $X_9 \leq 10 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ , то  $R_9 = 4,10$  %; якщо  $X_9 > 10 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$  або дані відсутні, то  $R_9 = 0$ ;  
якщо  $X_{10} \leq 35$  %, то  $R_{10} = 4,19$  %; якщо  $X_{10} > 35$  % або дані відсутні, то  $R_{10} = 0$ ;  
якщо  $X_{11} \leq 17 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ , то  $R_{11} = 4,38$  %; якщо  $X_{11} > 17 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$  або дані відсутні, то  $R_{11} = 0$ ;  
якщо  $X_{12} \leq 35$  %, то  $R_{12} = 5,13$  %; якщо  $X_{12} > 35$  % або дані відсутні, то  $R_{12} = 0$ ;  
якщо  $X_{13} \leq 35$  %, то  $R_{13} = 6,15$  %; якщо  $X_{13} > 35$  % або дані відсутні, то  $R_{13} = 0$ ;  
якщо  $X_{14} \leq 35$  %, то  $R_{14} = 4,85$  %; якщо  $X_{14} > 35$  % або дані відсутні, то  $R_{14} = 0$ ;  
якщо  $X_{15} \leq 35$  %, то  $R_{15} = 4,57$  %; якщо  $X_{15} > 35$  % або дані відсутні, то  $R_{15} = 0$ ;  
якщо  $X_{16} \leq 85$  слів, то  $R_{16} = 2,80$  %; якщо  $X_{16} > 85$  слів або дані відсутні, то  $R_{16} = 0$ ;  
якщо  $X_{17} \leq 35$  слів, то  $R_{17} = 2,80$  %; якщо  $X_{17} > 35$  слів або дані відсутні, то  $R_{17} = 0$ ;

(13) U

(11) 21021

(19) UA

якщо  $X_{18} \leq 45$  слів, то  $R_{18} = 2,80$  %; якщо  $X_{18} > 45$  слів або дані відсутні, то  $R_{18} = 0$ ;  
 якщо  $X_{19} \leq 9$  слів, то  $R_{19} = 2,80$  %; якщо  $X_{19} > 9$  слів або дані відсутні, то  $R_{19} = 0$ ;  
 якщо  $X_{20} \leq 3$  фігур, то  $R_{20} = 5,59$  %; якщо  $X_{20} > 3$  фігур або дані відсутні, то  $R_{20} = 0$ ;  
 якщо  $X_{21} \leq 10$  балів, то  $R_{21} = 2,80$  %; якщо  $X_{21} > 10$  балів або дані відсутні, то  $R_{21} = 0$ ;  
 якщо  $X_{22} \leq 1,3$  кГц, то  $R_{22} = 4,10$  %; якщо  $X_{22} > 1,3$  кГц або дані відсутні, то  $R_{22} = 0$ ;  
 якщо  $X_{23} \leq 2,15$  кГц, то  $R_{23} = 2,80$  %; якщо  $X_{23} > 2,15$  кГц або дані відсутні, то  $R_{23} = 0$ ;

якщо  $X_{24} \leq 0,9$  кГц, то  $R_{24} = 2,80$  %; якщо  $X_{24} > 0,9$  кГц або дані відсутні, то  $R_{24} = 0$ ;  
 якщо  $X_{25} \geq 30$  ОД·л<sup>-1</sup>, то  $R_{25} = 4,66$  %; якщо  $X_{25} < 30$  ОД·л<sup>-1</sup> або дані відсутні, то  $R_{25} = 0$ ,  
 і за сумою показників  $R_{\text{sum}} = \sum(R_1 - R_{25})$  визначають вірогідність (%) пострадіаційних церебральних порушень та, якщо  $R_{\text{sum}}$  перебільшує 50 %, діагностують радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Корисна модель відноситься до медицини, а саме радіобіології, неврології і психіатрії і може бути використана для оцінки вірогідності радіаційного генезу ураження головного мозку у віддалені терміни після опромінення людини при радіаційних аваріях за даними комплексних уніфікованих психометричних, нейрофізіологічних (багатоканальна реєстрація електричної активності головного мозку), нейровізуалізаційних (морфометрична магнітно-резонансна томографія (МРТ) головного мозку), нейропсихологічних, доплерографічних і біохімічних досліджень.

Постійно зростаючий пул експериментальних, клінічних і епідеміологічних доказів спростовує ортодоксальне положення про радіорезистентність головного мозку. Сьогодні визнається, що у класичних описах гострої променевої хвороби (ГПХ) роль центральної нервової системи (ЦНС) недооцінювали. У теперішній час визначено, що ЦНС є радіочутливим органом, ступень дисфункції якої квантифіковано електрофізіологічними, біохімічними та/або поведінковими параметрами. Порушення функцій ЦНС виявлено за цими ж параметрами також й при загальному опроміненні у малих дозах. Еволюціонуюча концепція радіаційно-індукованого синдрому мультиорганної патології при ГПХ забезпечує підставу для розуміння ураження ЦНС [1].

Останніми роками було накопичено велику кількість нових нейрорадіобіологічних даних щодо молекулярно-біологічних механізмів радіаційного ураження головного мозку. Пряма дія радіації на ЦНС може реалізовуватися завдяки пошкодженню: мітохondріальних ДНК і РНК постмітотичних клітин (нейронів); ядерної ДНК і РНК нейрогенних стовбурових клітин; нейрональних мембран та іонних каналів; «судинно-гліального союзу» - глії та ендотелію церебральних судин; нейросигналювання - апоптозу та bystander-ефекту («ефекту свідка») та, за умов дії дуже великих доз, - некрозу. Непряма дія радіації, яка знаходиться у фокусі уваги, полягає у мультиорганній дисфункції, запальному синдромі у ЦНС, аутоімунних процесах (антиген - де-структурований мієлін) та метаболічних розладах [1-4].

Головний мозок є радіочутливим органом [5], причому його вразливість до дії іонізуючого випромінювання неоднакова: радіаційне ураження

мозку перед усім локалізується у неокортексі, кортико-лімбічній системі і домінантній гемісфері. Можливим порогом нейропсихіатричних ефектів у дорослих є доза 300 мЗв [6-8]. Знайдені нейрофізіологічні [9, 10], нейровізуалізаційні [11] і доплерографічні [12] радіаційні маркери, психофізіологічні маркери пренатального опромінення [13] і пострадіаційний нейрокогнітивний дефіцит [14-16].

Діагностика радіаційного ураження головного мозку має суттєве значення для надання медичної допомоги постраждалим внаслідок радіаційних аварій та після проведення радіотерапевтичних та/або радіодіагностичних процедур. Особливе значення диференційна діагностика радіаційних церебральних ефектів набуває при можливих терористичних актах з використанням радіоактивних речовин (радіологічних атаках).

Відомо спосіб визначення радіаційних церебральних змін при аварійному загальному опроміненні всього тіла на підставі реєстрації біоелектричної активності головного мозку за допомогою комп'ютерної електроенцефалографії (кЕЕГ), коли уповільнення електроенцефалограм і, відповідно, зростання повільної частини спектру ЕЕГ (дельта-активність) пов'язують із радіаційними церебральними ефектами з порогом стійких змін ЕЕГ 0,3-1 Гр, які нелінійно зростають пропорційно дозі [17].

Проте вказаний спосіб не враховує оцінки порушень вищої нервової діяльності, структур головного мозку і стану церебрального кровообігу у віддалений період після опромінення.

Відомо спосіб діагностики радіаційного ураження головного мозку після радіотерапії на підставі магнітно-резонансної томографії (МРТ) головного мозку із визначенням морфометричних показників, коли у режимі T2-взважених зображень виявляють вогнища ураження білої речовини у вигляді гіперінтенсивних сигналів, вогнища ураження сірої речовини, порушення гематоенцефалічного бар'єру та відкладення гемосидерину [18].

Недоліком цього способу є те, що він не враховує оцінки порушень вищої нервової діяльності, функціонального стану головного мозку і стану церебрального кровообігу у віддалений період після опромінення. Крім того, цей спосіб визначає радіаційне ураження головного мозку лише після впливу великих доз іонізуючого опромінення на головний мозок і не придатний для діагностики

радіоцеребральних ефектів при опроміненні малими і помірними дозами всього тіла.

Відомо спосіб визначення віддалених пострадіаційних змін у головному мозку після радіотерапії на підставі МРТ головного мозку, коли додатково внутрішньовенно вводять гадоліній для підсилення зображень і у режимі T1 виявляють вогнища ураження підвищеної інтенсивності у білій та сірій речовині головного мозку [19].

Недоліком цього способу є його інвазивність, яка полягає у необхідності внутрішньовенного введення гадолінію, що може спричинити алергічні реакції і те, що він не враховує оцінки порушень вищої нервової діяльності, функціонального стану головного мозку і стану церебрального кровообігу у віддалений період після опромінення. Крім того, цей спосіб визначає радіаційне ураження головного мозку лише після впливу великих доз іонізуючого опромінення на головний мозок і не придатний для діагностики радіоцеребральних ефектів при опроміненні малими і помірними дозами всього тіла.

Найбільш близьким по технічній суті (прототипом) є спосіб діагностики функційного стану головного мозку при дії іонізуючого випромінювання, що полягає у дослідженні електричної активності головного мозку, який відрізняється тим, що у пацієнта додатково визначають календарний вік у роках ( $X_1$ ), тривалість опромінення у місяцях ( $X_2$ ), спектральну потужність дельта-діапазону електричної активності головного мозку ( $X_3$ ), латентний період компоненту H400 соматосенсорних викликаних потенціалів ( $X_4$ ), амплітуду компоненту P300 соматосенсорних викликаних потенціалів ( $X_5$ ), інтегральний показник психічної девіації ( $X_6$ ), після чого розраховують променевий еквівалент (ПЕ) за формулою:

$$PE = 2X_1 + X_2 + 4X_3 - 0,3X_4 + 4X_5 + 2,5X_6 - 300,$$

та за його значенням  $>300$  умовних одиниць судять про радіаційний генез порушень функціонального стану головного мозку [20].

Однак і цьому способу притаманні наступні недоліки: по-перше, він не враховує оцінки порушень структур головного мозку і стану церебрального кровообігу; по-друге, він лише обмежено оцінює порушення вищої нервової діяльності.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу діагностики ураження головного мозку з урахуванням його радіоіндукованого генезу.

Технічною задачею є створення способу визначення радіаційного генезу ураження головного мозку у віддалені терміни після загального опромінення людини при радіаційних аваріях, який враховує сучасні уявлення щодо патогенезу структурно-функціональних порушень головного мозку після впливу іонізуючого випромінювання та відомі нейрофізіологічні, нейровізуалізаційні і доплерографічні радіаційні маркери, пострадіаційний нейрокогнітивний дефіцит а також дозозалежні поведінкові і біохімічні параметри.

Технічна задача вирішується за рахунок того, що у пацієнта одночасно оцінюють загальну кількість і вираженість психопатології ( $X_1$ ), негативну (дефіцитарну) психопатологічну симптоматику ( $X_2$ ), збудження ( $X_3$ ), вираженість шизоїдних про-

явів ( $X_4$ ), загальну оцінку життєдіяльності ( $X_5$ ), домінуючу частоту електричної активності головного мозку у потиличних ділянках ( $X_6$ ), сумарну відносну потужність (%) дельта-діапазону електричної активності головного мозку ( $X_7$ ), відносну потужність (%) дельта-діапазону у лівій лобній ділянці ( $X_8$ ), абсолютну потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) тета-діапазону ( $X_9$ ), сумарну відносну (%) потужність альфа-діапазону ( $X_{10}$ ), абсолютну потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) альфа-діапазону у лівій тім'яній ділянці ( $X_{11}$ ), коефіцієнт контрастності (%) білої речовини лівій тім'яної частки відносно лікворної системи мозку ( $X_{12}$ ), коефіцієнт контрастності (%) лівій внутрішньої капсули ( $X_{13}$ ), коефіцієнт контрастності (%) таламусу ( $X_{14}$ ), коефіцієнт контрастності (%) правого хвостатого ядра ( $X_{15}$ ), швидкість читання слів ( $X_{16}$ ), швидкість називання кольорових слів ( $X_{17}$ ), обсяг вербальної пам'яті ( $X_{18}$ ), інтерференцію вербальної інформації ( $X_{19}$ ), інтерференцію невербальної інформації ( $X_{20}$ ), зміни актуального коефіцієнту інтелектуальності (IQ) відповідно до преморбідного IQ, [pre-IQ-IQ] ( $X_{21}$ ), максимальну систолічну частоту (кГц) над лівою внутрішньою сонною артерією ( $X_{22}$ ), максимальну систолічну частоту (кГц) над лівою надблоковою артерією ( $X_{23}$ ), максимальну систолічну частоту (кГц) над паравентральними артеріями ( $X_{24}$ ) та концентрацію (ОД $\cdot\text{л}^{-1}$ ) аланінамінотрансферази (АлАТ) у сироватці крові ( $X_{25}$ ). Після цього визначають вірогідність радіаційного генезу змін кожного показника та його питому вагу, R (%), у діагностиці радіаційного ураження головного мозку за такими критеріями:

- 1) якщо  $X_1 \geq 10$  балів, то  $R_1 = 5,03\%$ ; якщо  $X_1 < 10$  балів або дані відсутні, то  $R_1 = 0$ ;
- 2) якщо  $X_2 \geq 10$  балів, то  $R_2 = 4,78\%$ ; якщо  $X_2 < 10$  балів або дані відсутні, то  $R_2 = 0$ ;
- 3) якщо  $X_3 \leq 7$  балів, то  $R_3 = 4,01\%$ ; якщо  $X_3 > 7$  балів або дані відсутні, то  $R_3 = 0$ ;
- 4) якщо  $X_4 \geq 80$  балів, то  $R_4 = 2,80\%$ ; якщо  $X_4 < 80$  балів або дані відсутні, то  $R_4 = 0$ ;
- 5) якщо  $X_5 \leq 60$  балів, то  $R_5 = 3,50\%$ ; якщо  $X_5 > 60$  балів або дані відсутні, то  $R_5 = 0$ ;
- 6) якщо  $X_6 \leq 8 \text{ Гц}$ , то  $R_6 = 2,80\%$ ; якщо  $X_6 > 8 \text{ Гц}$  або дані відсутні, то  $R_6 = 0$ ;
- 7) якщо  $X_7 \geq 20\%$ , то  $R_7 = 4,66\%$ ; якщо  $X_7 < 20\%$  або дані відсутні, то  $R_7 = 0$ ;
- 8) якщо  $X_8 \geq 20\%$ , то  $R_8 = 5,13\%$ ; якщо  $X_8 < 20\%$  або дані відсутні, то  $R_8 = 0$ ;
- 9) якщо  $X_9 \leq 10 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ , то  $R_9 = 4,10\%$ ; якщо  $X_9 > 10 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$  або дані відсутні, то  $R_9 = 0$ ;
- 10) якщо  $X_{10} \leq 35\%$ , то  $R_{10} = 4,19\%$ ; якщо  $X_{10} > 35\%$  або дані відсутні, то  $R_{10} = 0$ ;
- 11) якщо  $X_{11} \leq 17 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ , то  $R_{11} = 4,38\%$ ; якщо  $X_{11} > 17 \text{ мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$  або дані відсутні, то  $R_{11} = 0$ ;
- 12) якщо  $X_{12} \leq 35\%$ , то  $R_{12} = 5,13\%$ ; якщо  $X_{12} > 35\%$  або дані відсутні, то  $R_{12} = 0$ ;
- 13) якщо  $X_{13} \leq 35\%$ , то  $R_{13} = 6,15\%$ ; якщо  $X_{13} > 35\%$  або дані відсутні, то  $R_{13} = 0$ ;
- 14) якщо  $X_{14} \leq 35\%$ , то  $R_{14} = 4,85\%$ ; якщо  $X_{14} > 35\%$  або дані відсутні, то  $R_{14} = 0$ ;
- 15) якщо  $X_{15} \leq 35\%$ , то  $R_{15} = 4,57\%$ ; якщо  $X_{15} > 35\%$  або дані відсутні, то  $R_{15} = 0$ ;
- 16) якщо  $X_{16} \leq 85$  слів, то  $R_{16} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{16} > 85$  слів або дані відсутні, то  $R_{16} = 0$ ;

17) якщо  $X_{17} \leq 35$  слів, то  $R_{17} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{17} > 35$  слів або дані відсутні, то  $R_{17} = 0$ ;

18) якщо  $X_{18} \leq 45$  слів, то  $R_{18} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{18} > 45$  слів або дані відсутні, то  $R_{18} = 0$ ;

19) якщо  $X_{19} \leq 9$  слів, то  $R_{19} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{19} > 9$  слів або дані відсутні, то  $R_{19} = 0$ ;

20) якщо  $X_{20} \leq 3$  фігур, то  $R_{20} = 5,59\%$ ; якщо  $X_{20} > 3$  фігур або дані відсутні, то  $R_{20} = 0$ ;

21) якщо  $X_{21} \leq 10$  балів, то  $R_{21} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{21} > 10$  балів або дані відсутні, то  $R_{21} = 0$ ;

22) якщо  $X_{22} \leq 1,3 \text{ кГц}$ , то  $R_{22} = 4,10\%$ ; якщо  $X_{22} > 1,3 \text{ кГц}$  або дані відсутні, то  $R_{22} = 0$ ;

23) якщо  $X_{23} \leq 2,15 \text{ кГц}$ , то  $R_{23} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{23} > 2,15 \text{ кГц}$  або дані відсутні, то  $R_{23} = 0$ ;

24) якщо  $X_{24} \leq 0,9 \text{ кГц}$ , то  $R_{24} = 2,80\%$ ; якщо  $X_{24} > 0,9 \text{ кГц}$  або дані відсутні, то  $R_{24} = 0$ ;

25) якщо  $X_{25} \geq 30 \text{ ОД} \cdot \text{л}^{-1}$ , то  $R_{25} = 4,66\%$ ; якщо  $X_{25} < 30 \text{ ОД} \cdot \text{л}^{-1}$  або дані відсутні, то  $R_{25} = 0$ ,

і за сумою показників  $R_{\text{sum}} = \sum (R_1 - R_{25})$  визначають вірогідність (%) пострадіаційних церебральних порушень та, якщо  $R_{\text{sum}}$  перебільшує 50%, діагностують радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Можливість діагностики радіаційного ураження головного мозку у віддалені терміни після загального опромінення людини ґрунтується на радіочутливості головного мозку, яка реалізується завдяки радіаційному ураженню мітохондріальної ДНК і РНК нейронів, ядерної ДНК і РНК нейрогенних стовбурових клітин, нейрональних мембран та іонних каналів, глії та ендотелію церебральних судин. Це призводить до радіаційно-індукованих порушень енергетичного забезпечення нейронів і нейросигналювання, нейронального апоптозу, інгібіції нейрогенезу та нейрозапалення, що у поєднанні із синдромом радіаційної мультиорганної патології, цереброваскулярними розладами, аутоімунними порушеннями і метаболічними розладами зумовлюють віддалене радіаційне ураження головного мозку. Стійкість радіоцеребральних ефектів пояснюється неадекватною репарацією радіаційних ушкоджень нейронів з-за браку їх проліферації та відсутністю репарації нейрональної мітохондріальної ДНК і РНК.

Спосіб діагностики радіаційного ураження головного мозку у віддалені терміни після загального опромінення людини базується на сучасних, але доступних для практичної охорони здоров'я діагностичних технологіях - комплексних уніфікованих психометричних, нейрофізіологічних (багатоканальна реєстрація електричної активності головного мозку), нейровізуалізаційних (морфометрична МРТ головного мозку), нейропсихологічних, доплерографічних і біохімічних дослідженнях.

Відбір параметрів було здійснено на підставі обстеження 549 опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС осіб, з них 149 осіб, яким діагностували ГПХ і 400 учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА) на

ЧАЕС. У якості груп порівняння обстежені неопромінені особи з клінічно подібними нервово-психічними розладами, з них 58 ветеранів з посттравматичними стресовими розладами (PTSD), 92 ветеранів з PTSD і наслідками легкої та помірної черепно-мозкової травми (ЧМТ), 135 пацієнтів з дисциркуляторною енцефалопатією (ДЕП), а також 132 особи нормативного контролю. В опромінених пацієнтів нервово-психічні розлади виникли після участі в роботах з ЛНА на ЧАЕС.

Вперше було відібрано квантифіковані психометричні, нейрофізіологічні, нейровізуалізаційні, нейропсихологічні, доплерографічні і біохімічні показники, для яких були встановлені статистично значущі лінійні кореляції з дозою опромінення. Причому за цими показниками опромінені особи також вірогідно відрізнялися від груп порівняння і контролю. Кореляційні зв'язки показників з дозою опромінення були отримані при дозах загального опромінення у діапазоні доз 0,3-5,0Зв, причому сила кореляції посилювалася із зростанням дози опромінення. Тобто, відібрані показники відбивають саме зміни у головному мозку внаслідок прямої і непрямої дії іонізуючої радіації при загальному опроміненні.

Кожному з показників пропорційно до сили його кореляційного зв'язку з дозою опромінення (коефіцієнт лінійної кореляції,  $r$ ) було надано емпіричний коефіцієнт внеску у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку  $R$  (%). Причому загальний внесок 25 інформативних показників сягає 100%.

Для встановлення радіаційно зумовлених змін інформативних показників кожний з цих показників у окремого пацієнта має бути більшим або меншим певного межового значення, яке було отримано як, відповідно, нижня або верхня межа 95% довірчого інтервалу лінійної регресії цього показника від дози опромінення (табл.1).

Якщо значення показника відповідає межах радіаційно зумовлених змін, то пацієнту надається відповідний коефіцієнт внеску до радіаційного ураження головного мозку. Якщо значення показника знаходиться за межами радіаційно зумовлених змін або дані відсутні, то відповідний коефіцієнт внеску до радіаційного ураження головного мозку приймається за 0. Таким чином, теоретична максимальна вірогідність діагностики радіаційного ураження головного мозку може складати 100%, а мінімальна - 0.

В результаті застосування моделі одержано 489 істиннопозитивних, 318 істиннонегативних, 60 хибнонегативних та 99 хибнопозитивних висновків. Таким чином, чутливість способу у визначенні радіаційного генезу ураження головного мозку у віддалені терміни після загального опромінення людини при радіаційних аваріях складає 89,1%, специфічність - 76,3%, точність - 83,54%.

Таблиця 1

Інформативні показники, їх коефіцієнти лінійної кореляції ( $r$ ) з дозою опромінення, емпіричні коефіцієнти внеску ( $R$ ) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку та діагностичні критерії радіаційних змін

№	Інформативні показники	$r$	$R$ %	Межі радіаційних змін
1	Загальна кількість і вираженість психопатології ( $X_1$ )	0,54	5.03	$\geq 10$ балів
2	Негативна (дефіцитарна) психопатологічна симптоматика ( $X_2$ )	0,51	4.78	$\geq 10$ балів
3	Збудження ( $X_3$ )	0,43	4.01	$\leq 7$ балів
4	Вираженість шизоїдних проявів ( $X_4$ )	0,30	2.80	$\geq 80$ балів
5	Загальна оцінка життєдіяльності ( $X_5$ )	0,38	3.50	$\leq 60$ балів
6	Домінуюча частота електричної активності головного мозку у потиличних ділянках ( $X_6$ )	0,30	2.80	$\leq 8$ Гц
7	Сумарна відносна потужність (%) дельта-діапазону ЕЕГ ( $X_7$ )	0,50	4.66	$\geq 20\%$
8	Відносна потужність (%) дельта-діапазону у лівій лобній ділянці ( $X_8$ )	0,55	5.13	$\geq 20\%$
9	Абсолютна потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) тета-діапазону ( $X_9$ )	0,44	4.10	$\leq 10 \text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$
10	Сумарна відносна (%) потужність альфа-діапазону ( $X_{10}$ )	0,45	4.19	$\leq 35\%$
11	Абсолютна потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) альфа-діапазону у лівій тім'яній ділянці ( $X_{11}$ )	0,47	4.38	$\leq 17 \text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$
12	Коефіцієнт контрастності (%) білої речовини лівої тім'яної частки відносно лікворної системи мозку ( $X_{12}$ )	0,55	5.13	$\leq 35\%$
13	Коефіцієнт контрастності (%) лівої внутрішньої капсули ( $X_{13}$ )	0,66	6.15	$\leq 35\%$
14	Коефіцієнт контрастності (%) таламусу ( $X_{14}$ )	0,52	4.85	$\leq 35\%$
15	Коефіцієнт контрастності (%) правого хвостатого ядра ( $X_{15}$ )	0,49	4.57	$\leq 35\%$
16	Швидкість читання слів ( $X_{16}$ )	0,30	2.80	$\leq 85$ слів
17	Швидкість називання кольорових слів ( $X_{17}$ )	0,30	2.80	$\leq 35$ слів
18	Обсяг вербальної пам'яті ( $X_{18}$ )	0,30	2.80	$\leq 45$ слів
19	Інтерференція вербальної інформації ( $X_{19}$ )	0,30	2.80	$\leq 9$ слів
20	Інтерференція невербальної інформації ( $X_{20}$ )	0,60	5.59	$\leq 3$ фігур
21	Зміни актуального коефіцієнту інтелектуальності (IQ) відповідно до преморбідного IQ, [pre-IQ - IQ] ( $X_{21}$ )	0,30	2.80	$\leq 10$ балів
22	Максимальна систолічна частота (кГц) над лівою внутрішньою сонною артерією ( $X_{22}$ )	0,44	4.10	$\leq 1,3$ кГц
23	Максимальна систолічна частота (кГц) над лівою надблоковою артерією ( $X_{23}$ )	0,30	2.80	$\leq 2,15$ кГц
24	Максимальна систолічна частота (кГц) над паравертебральними артеріями ( $X_{24}$ )	0,30	2.80	$\leq 0,9$ кГц
25	Концентрація ( $\text{ОД} \cdot \text{л}^{-1}$ ) аланінамінотрансферази (АлАТ) у сироватці крові ( $X_{25}$ )	0,50	4.66	$\geq 30 \text{ОД} \cdot \text{л}^{-1}$
	Всього		100.00	

Загальна кількість і вираженість психопатології ( $X_1$ ) визначається як загальний бал Короткої психіатричної оціночної шкали (Brief Psychiatric Rating Scale, BPRS).

Негативна (дефіцитарна) психопатологічна симптоматика ( $X_2$ ) визначається як загальний бал Шкали оцінки негативної симптоматики (Scale for the Assessment of Negative Symptoms, SANS).

Збудження ( $X_3$ ) визначається як загальний бал шкали для самооцінки дратливості «Дратливість, депресія, тривога» (Irritability, Depression, Anxiety, IDA).

Вираженість шизоїдних проявів ( $X_4$ ) визначається як стандартизований бал шкали шизофренії 8Sch Стандартизованого багатофакторного методу дослідження особистості СМІЛ (стандартизований метод дослідження особистості СМІЛ (стандартизований метод дослідження особистості СМІЛ - адаптованого та ревалідізованого варіанту

Міннесотського багатоаспектного особистісного опитувальника (Minnesota Multiphasic Personality Inventory, MMPI). Цей показник слід враховувати при значенні шкали надійності, F, СМІЛ менше 70 балів.

Загальна оцінка життєдіяльності ( $X_5$ ) визначається як бал шкали загальної оцінки життєдіяльності (Global Assessment of Functioning, GAF) Діагностичного і статистичного керівництва у 4-й редакції (DSM-IV) Американської психіатричної асоціації.

Домінуюча частота електричної активності головного мозку у потиличних ділянках ( $X_6$ ) визначається за допомогою стандартної кЕЕГ з епохою аналізу 1хв.

Сумарна відносна потужність (%) дельта-діапазону ЕЕГ ( $X_7$ ) і відносна потужність (%) дельта-діапазону у лівій лобній ділянці ( $X_8$ ) визначаються за допомогою стандартної кЕЕГ у діапазоні

1-4Гц з епохою аналізу 1хв.

Абсолютна потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) тета-діапазону ( $X_9$ ) визначається за допомогою стандартної кЕЕГ у діапазоні >4-7Гц з епохою аналізу 1хв.

Сумарна відносна (%) потужність альфа-діапазону ( $X_{10}$ ) і абсолютна потужність ( $\text{мкВ}^2 \cdot \text{Гц}^{-1}$ ) альфа-діапазону у лівій тім'яній ділянці ( $X_{11}$ ) визначаються за допомогою стандартної кЕЕГ у діапазоні >7-12Гц з епохою аналізу 1хв.

Коефіцієнти контрастності (%) білої речовини лівої тім'яної частки відносно лікворної системи мозку ( $X_{12}$ ), лівої внутрішньої капсули ( $X_{13}$ ), таламусу ( $X_{14}$ ) і правого хвостатого ядра ( $X_{15}$ ) визначаються за допомогою стандартної МРТ головного мозку за формулою:

$$C = (I_{\text{ліквору}} - I_{\text{структури}}) / (I_{\text{ліквору}} - I_{\text{структури}}) \cdot 100\%,$$

де С - коефіцієнт контрастності структур головного мозку відносно лікворної системи;

$I_{\text{ліквору}}$  - інтенсивність МР-сигналу від ліквору в області шлуночків мозку;

$I_{\text{структури}}$  - інтенсивність МР-сигналу від досліджуваної структури.

Швидкості читання слів ( $X_{16}$ ) і називання кольорових слів ( $X_{17}$ ) визначаються за тестом «Кольорові слова Струпа» як кількість прочитаних або названих слів протягом 45с.

Обсяг вербальної пам'яті ( $X_{18}$ ) і інтерференція вербальної інформації ( $X_{19}$ ) визначаються за тестом аудиторно-вербального навчання Рея (Rey Auditory Verbal Learning Test, RAVLT) як загальна кількість повторених слів за рядами А1-А5 та рядом А6, відповідно.

Інтерференція невербальної інформації ( $X_{20}$ ) визначається за нейропсихологічним тестом Вассермана як кількість ідентифікованих предметних та «напіввербалізованих» зображень в умовах інтерференції при пред'явленні стимулів протягом

10с.

Зміни актуального коефіцієнту інтелектуальності (IQ) відповідно до преморбідного IQ, [pre-IQ] ( $X_{21}$ ) визначається на підставі використання адаптованої і ревалідізованої Методики дослідження інтелекту для дорослих Д. Векслера (Wechsler Adult Intelligence Scale, WAIS). Преморбідна оцінка повного IQ (pre-IQ) проводиться за допомогою рівняння регресії на підставі демографічних параметрів, яке було люб'язно надано доктором Беїлін Гао з відділу судової психіатрії Госпіталю Шенжень Кангнінг Інституту психічного здоров'я (Шенжень, Китай), яке використане з дозволу автора:

Рівняння регресії Гао для оцінки pre-IQ таке:

$$\text{Pre-IQ} = C + ACo \cdot \text{Age} + OCo \cdot O + SCo \cdot \text{Sex} + ECo \cdot \text{Edu},$$

де pre-IQ - преморбідний коефіцієнт інтелектуальності;

С - константа;

АСо - віковий коефіцієнт;

ОСо - професійний коефіцієнт;

SCo - статевий коефіцієнт;

ЕСо - освітня коефіцієнт;

Age - вік, причому вік 16-17 років =1, 18-19=2, 20-24=3, 25-34=4, 35-44=5, 45-54=6, 55-64=7 та >65=8;

O - професія, причому без професії =1, селянин=2, робітник=3, цивільні службовці=4, студенти=5, вчителі, інженери і вчені=6;

S - стать, причому жінки=1, чоловіки=2;

E - освіта, причому неписьменні=1, початкова школа=2, неповна середня освіта=3, середня освіта=4, середні спеціальна та вище=5.

При розрахунках вербального, невербального і повного pre-IQ використовують різні відповідні коефіцієнти:

Коефіцієнт	Вербальний pre-IQ	Невербальний pre-IQ	Повний pre-IQ
Константа (C)	58,8	66,9	59,5
Віковий (АСо)	1,09	0,92	1,1
Професійний (ОСо)	2,1	1,46	2,01
Статевий (SCo)	4,48	3,03	4,13
Освітня (ЕСо)	7,37	6,34	7,45
Відповідність розрахованого pre-IQ до дійсного IQ ( $R^2$ )	0,633	0,511	0,625

Максимальна систолічна частота (кГц) над лівою внутрішньою сонною артерією ( $X_{22}$ ), лівою надблоковою артерією ( $X_{23}$ ) і над паравертебральними артеріями ( $X_{24}$ ) визначаються за стандартною методологією доплерографічних досліджень судин голови і шиї.

Концентрація ( $\text{ОД} \cdot \text{л}^{-1}$ ) аланінамінотрансферази (АлАТ) у сироватці крові ( $X_{25}$ ) визначається за стандартним методом. Цей показник слід врахову-

вати за відсутності токсичної та/або інфекційної патології печінки.

Спосіб пояснюється такими прикладами.

Пацієнт Б., 42 роки, переніс ГПХ 1-го ступеню, доза опромінення - 1,43в. Клінічний діагноз: органічний розлад особистості (F07.0). При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
X <sub>1</sub>	11 балів	≥10 балів	5.03
X <sub>2</sub>	14 балів	≥10 балів	4.78
X <sub>3</sub>	5 балів	≤7 балів	4.01
X <sub>4</sub>	59 балів	≥80 балів	0.00
X <sub>5</sub>	58 балів	≤60 балів	3.50
X <sub>6</sub>	7Гц	≤8Гц	2.80
X <sub>7</sub>	26%	≥20%	4.66
X <sub>8</sub>	24%	≥20%	5.13
X <sub>9</sub>	4мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	4.10
X <sub>10</sub>	59%	≤35%	0.00
X <sub>11</sub>	21мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>12</sub>	35%	≤35%	5.13
X <sub>13</sub>	35%	≤35%	6.15
X <sub>14</sub>	35%	≤35%	4.85
X <sub>15</sub>	35%	≤35%	4.57
X <sub>16</sub>	118	≤85 слів	0.00
X <sub>17</sub>	50 слів	≤35 слів	0.00
X <sub>18</sub>	59 слів	≤45 слів	0.00
X <sub>19</sub>	14 слів	≤9 слів	0.00
X <sub>20</sub>	2 фігур	≤3 фігур	5.59
X <sub>21</sub>	15 балів	≤10 балів	2.80
X <sub>22</sub>	1.18кГц	≤1,3кГц	4.10
X <sub>23</sub>	2,62кГц	≤2,15кГц	0.00
X <sub>24</sub>	0,66кГц	≤0,9кГц	2.80
X <sub>25</sub>	42ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	4.66
Всього			74.66

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 74,66%, що перебільшує 50%, тому слід діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Пацієнт М., 47 років, УЛНА на ЧАЕС 1986р.,

доза опромінення - 0,733Зв. Клінічний діагноз: органічний розлад особистості (F07.0). При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
1	2	3	4
X <sub>1</sub>	21 балів	≥10 балів	5.03
X <sub>2</sub>	49 балів	≥10 балів	4.78
X <sub>3</sub>	3 бали	≤7 балів	4.01
X <sub>4</sub>	97 балів	≥80 балів	2.80
X <sub>5</sub>	57 балів	≤60 балів	3.50
X <sub>6</sub>	8,1Гц	≤8Гц	0.00
X <sub>7</sub>	51%	≥20%	4.66
X <sub>8</sub>	57%	≥20%	5.13
X <sub>9</sub>	6мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	4.10
X <sub>10</sub>	19%	≤35%	4.19
X <sub>11</sub>	1мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	4.38
X <sub>12</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>13</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>14</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>15</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>16</sub>	41 слово	≤85 слів	2.80
X <sub>17</sub>	13 слів	≤35 слів	2.80
X <sub>18</sub>	35 слів	≤45 слів	2.80
X <sub>19</sub>	4 слів	≤9 слів	2.80
X <sub>20</sub>	4 фігури	≤3 фігур	0.00
X <sub>21</sub>	15 балів	≤10 балів	2.80

1	2	3	4
X <sub>22</sub>	1,21кГц	≤1,3кГц	4.10
X <sub>23</sub>	1,65кГц	≤2,15кГц	2.80
X <sub>24</sub>	0,95кГц	≤0,9кГц	0.00
X <sub>25</sub>	40ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	4.66
Всього			68.14

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 68,14%, що перебільшує 50%, тому можливо діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Пацієнт Г., 44 років, УЛНА на ЧАЕС 1986р.,

доза опромінення - 0,143в. Клінічний діагноз: органічний розлад особистості (F07.0). При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
X <sub>1</sub>	19 балів	≥10 балів	5.03
X <sub>2</sub>	15 балів	≥10 балів	4.78
X <sub>3</sub>	6 балів	≤7 балів	4.01
X <sub>4</sub>	107 балів	≥80 балів	2.80
X <sub>5</sub>	70 балів	≤60 балів	0.00
X <sub>6</sub>	10 Гц	≤8Гц	0.00
X <sub>7</sub>	17%	≥20%	0.00
X <sub>8</sub>	21%	≥20%	5.13
X <sub>9</sub>	12мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>10</sub>	25%	≤35%	4.19
X <sub>11</sub>	26мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>12</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>13</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>14</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>15</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>16</sub>	100	≤85 слів	0.00
X <sub>17</sub>	40 слів	≤35 слів	0.00
X <sub>18</sub>	39 слів	≤45 слів	0.00
X <sub>19</sub>	8 слів	≤9 слів	2.80
X <sub>20</sub>	4 фігур	≤3 фігур	0.00
X <sub>21</sub>	5 балів	≤10 балів	0.00
X <sub>22</sub>	1,40кГц	≤1,3кГц	0.00
X <sub>23</sub>	2,50кГц	≤2,15кГц	0.00
X <sub>24</sub>	0,70кГц	≤0,9кГц	2.80
X <sub>25</sub>	25ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	0.00
Всього			31.54

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 31,54%, що менше 50%, тому не можливо діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Пацієнт Г., 43 роки, ветеран війни в Афганіс-

тані. Клінічний діагноз: посттравматичний стресовий розлад (F43.1). При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
1	2	3	4
X <sub>1</sub>	25 балів	≥10 балів	5.03
X <sub>2</sub>	5 балів	≥10 балів	0.00
X <sub>3</sub>	9 балів	≤7 балів	0.00
X <sub>4</sub>	86 балів	≥80 балів	2.80
X <sub>5</sub>	70 балів	≤60 балів	0.00
X <sub>6</sub>	9Гц	≤8Гц	0.00



Продовження

1	2	3	4
X <sub>7</sub>	15%	≥20%	0.00
X <sub>8</sub>	23%	≥20%	5.13
X <sub>9</sub>	6мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	4.10
X <sub>10</sub>	41%	≤35%	0.00
X <sub>11</sub>	32мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>12</sub>	37%	≤35%	0.00
X <sub>13</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>14</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>15</sub>	37%	≤35%	0.00
X <sub>16</sub>	112 слів	≤85 слів	0.00
X <sub>17</sub>	40 слів	≤35 слів	0.00
X <sub>18</sub>	56 слів	≤45 слів	0.00
X <sub>19</sub>	10 слів	≤9 слів	0.00
X <sub>20</sub>	4 фігур	≤3 фігур	0.00
X <sub>21</sub>	9 балів	≤10 балів	0.00
X <sub>22</sub>	1,50кГц	≤1,3кГц	0.00
X <sub>23</sub>	2,20кГц	≤2,15кГц	0.00
X <sub>24</sub>	1,00кГц	≤0,9кГц	0.00
X <sub>25</sub>	23ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	0.00
Всього			17.06

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 17,06%, що менше 50%, тому не можливо діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Пацієнт С., 47 років, ветеран війни в Афганіс-

тані. Клінічний діагноз: посттравматичний стресовий розлад (F43.1) і посткоммоційний синдром (F07.2). При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
X <sub>1</sub>	23 бали	≥10 балів	5.03
X <sub>2</sub>	6 балів	≥10 балів	0.00
X <sub>3</sub>	11 балів	≤7 балів	0.00
X <sub>4</sub>	75 балів	≥80 балів	2.80
X <sub>5</sub>	65 балів	≤60 балів	0.00
X <sub>6</sub>	8Гц	≤8Гц	2.80
X <sub>7</sub>	32%	≥20%	4.66
X <sub>8</sub>	32%	≥20%	5.13
X <sub>9</sub>	20мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>10</sub>	51%	≤35%	0.00
X <sub>11</sub>	134мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>12</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>13</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>14</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>15</sub>	36%	≤35%	0.00
X <sub>16</sub>	90 слів	≤85 слів	0.00
X <sub>17</sub>	36 слів	≤35 слів	0.00
X <sub>18</sub>	40 слів	≤45 слів	2.80
X <sub>19</sub>	10 слів	≤9 слів	0.00
X <sub>20</sub>	3 фігури	≤3 фігур	0.00
X <sub>21</sub>	12 балів	≤10 балів	2.80
X <sub>22</sub>	1,40кГц	≤1,3кГц	0.00
X <sub>23</sub>	2,30кГц	≤2,15кГц	0.00
X <sub>24</sub>	0,95кГц	≤0,9кГц	0.00
X <sub>25</sub>	21ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	0.00
Всього			26.02

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 26,02%, що менше 50%, тому не можливо діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Пацієнт Г., 45 років. Клінічний діагноз: цереб-

ральний атеросклероз, дисциркуляторна енцефалопатія. При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
X <sub>1</sub>	8 балів	≥10 балів	0.00
X <sub>2</sub>	5 балів	≥10 балів	0.00
X <sub>3</sub>	6 балів	≤7 балів	4.01
X <sub>4</sub>	65 балів	≥80 балів	0.00
X <sub>5</sub>	85 балів	≤60 балів	0.00
X <sub>6</sub>	7Гц	≤8Гц	2.80
X <sub>7</sub>	17%	≥20%	0.00
X <sub>8</sub>	16%	≥20%	0.00
X <sub>9</sub>	9мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	4.10
X <sub>10</sub>	41%	≤35%	0.00
X <sub>11</sub>	20мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>12</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>13</sub>	37%	≤35%	0.00
X <sub>14</sub>	37%	≤35%	0.00
X <sub>15</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>16</sub>	91 слів	≤85 слів	0.00
X <sub>17</sub>	36 слів	≤35 слів	0.00
X <sub>18</sub>	47 слів	≤45 слів	0.00
X <sub>19</sub>	10 слів	≤9 слів	0.00
X <sub>20</sub>	4 фігури	≤3 фігур	0.00
X <sub>21</sub>	7 балів	≤10 балів	0.00
X <sub>22</sub>	1,32кГц	≤1,3кГц	0.00
X <sub>23</sub>	2,76кГц	≤2,15кГц	0.00
X <sub>24</sub>	0,90кГц	≤0,9кГц	2.80
X <sub>25</sub>	14ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	0.00
Всього			13.71

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 13,71%, що менше 50%, тому не можливо діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

Пацієнт Л., 44 роки. Клінічний діагноз: практично здоровий. При обстеженні отримані такі показники та емпіричні коефіцієнти внеску (R) у загальний патерн радіаційного ураження головного мозку:

Показник	Значення показника	Межі радіаційних змін	R%
1	2	3	4
X <sub>1</sub>	4 бали	≥10 балів	0.00
X <sub>2</sub>	2 бали	≥10 балів	0.00
X <sub>3</sub>	1 бал	≤7 балів	4.01
X <sub>4</sub>	55 балів	≥80 балів	0.00
X <sub>5</sub>	95 балів	≤60 балів	0.00
X <sub>6</sub>	9Гц	≤8Гц	0.00
X <sub>7</sub>	18%	≥20%	0.00
X <sub>8</sub>	19%	≥20%	0.00
X <sub>9</sub>	7мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤10мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	4.10
X <sub>10</sub>	42%	≤35%	0.00
X <sub>11</sub>	32мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	≤17мкВ <sup>2</sup> ·Гц <sup>-1</sup>	0.00
X <sub>12</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>13</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>14</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>15</sub>	38%	≤35%	0.00
X <sub>16</sub>	104 слів	≤85 слів	0.00
X <sub>17</sub>	40 слів	≤35 слів	0.00
X <sub>18</sub>	54 слів	≤45 слів	0.00

Продовження

1	2	3	4
X <sub>19</sub>	13 слів	≤9 слів	0.00
X <sub>20</sub>	5 фігур	≤3 фігур	0.00
X <sub>21</sub>	0 балів	≤10 балів	0.00
X <sub>22</sub>	1,36кГц	≤1,3кГц	0.00
X <sub>23</sub>	2,15кГц	≤2,15кГц	0.00
X <sub>24</sub>	1,30кГц	≤0,9кГц	0.00
X <sub>25</sub>	8ОД·л <sup>-1</sup>	≥30ОД·л <sup>-1</sup>	0.00
Всього			8.11

Таким чином, вірогідність пострадіаційних церебральних порушень R дорівнює 8,11%, що менше 50%, тому не можливо діагностувати радіаційне ураження головного мозку у віддалений період опромінення.

В порівнянні з найближчим аналогом перевагою способу є його високі точність, чутливість і специфічність завдяки уніфікованій комплексній оцінці церебральних параметрів, порушення яких залежать від дози опромінення. На відміну від аналогів спосіб діагностики радіаційного ураження головного мозку враховує основні зміни у головному мозку внаслідок прямої і непрямой дії іонізуючої радіації при загальному опроміненні. Спосіб, що заявляється, дозволяє визначити вірогідність радіаційного генезу ураження головного мозку у віддалений після опромінення період. Він може бути використаний у лікувально-профілактичних закладах системи охорони здоров'я, які надають допомогу постраждалим внаслідок Чорнобильської катастрофи, медично-санітарних частинах підприємств, де використовуються джерела іонізуючих випромінювань (АЕС, радіохімічні підприємства та ін.), науково-дослідницьких інститутах та закладах, аерокосмічній та військовій медицині.

#### Література:

1. Involvement of the central nervous system in radiation-induced multi-organ dysfunction and/or failure /Goumelson P., Marquette C., Agay D. et al. //BJR Suppl. -2005. -№27. -р.62-68.
2. Wong C.H., Van der Kogel A.J. Mechanisms of radiation injury to the central nervous system: implications for neuroprotection //Molecular Intervention. -2004. -Vol.4, №5. -P.273-284.
3. «Малі дози» іонізуючого опромінення і нейропсихіатричні ефекти: огляд сучасних доказів //Логановський К.М., Антипчук К.Ю., Бомко М.О. та ін. //Журнал практичного лікаря. -2005. -№4. -С.19-29.
4. Логановський К.М. Дискусійні питання щодо ролі іонізуючого випромінювання і стресу в генезі нейропсихіатричних наслідків Чорнобильської катастрофи //Журнал АМН України. -2006. -т.12, №1. -С.185-195.
5. Нягу А.И., Логановский К.Н. Нейропсихиатрические эффекты ионизирующих излучений. К.: Чернобыльинтеринформ, 1998. -368с.
6. Логановський К.М. Психічні розлади при дії іонізуючого випромінювання внаслідок Чорнобильської катастрофи: нейрофізіологічні механізми, уніфікована клінічна діагностика, лікування.

Дис. д-ра мед. наук: 03.00.01; 14.01.16. Науковий центр радіаційної медицини АМН України, Київ, 2002. -462с.

7. Антипчук К.Ю. Клініко-нейропсихологічна характеристика органічних психічних розладів у віддалений період впливу іонізуючого випромінювання внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Автореф. дис. канд. мед. наук: 03.00.01. Науковий центр радіаційної медицини АМН України, Київ, 2005. -23с.

8. Бомко М.О. Структурно-функціональна характеристика органічних психічних розладів в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС у віддалений період після впливу іонізуючого випромінювання: Автореф. дис. канд. мед. наук: 03.00.01. Науковий центр радіаційної медицини АМН України, Київ, 2005. -22с.

9. Loganovsky K.N., Yuryev K.L. EEG patterns in persons exposed to ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident: Part 1: Conventional EEG analysis //J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci. -2001. -Vol.13, №4. -P.441-458.

10. Loganovsky K.N., Yuryev K.L. EEG patterns in persons exposed to ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident: Part 2: Quantitative EEG analysis in patients who had Acute Radiation Sickness //J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci. -2004. -Vol.16, №1. -P.70-82.

11. Бомко М.О. Морфометрична нейровізуалізаційна характеристика органічного ураження головного мозку у віддалений період впливу іонізуючого випромінювання внаслідок Чорнобильської катастрофи //Укр. мед. часопис. -2004. -Т. 2, №40. -С.96-101.

12. Денисюк Н.В. Хроническая цереброваскулярная патология у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленный период после облучения //Укр. мед. часопис. -2006. -Т.3, №53. -С.123-132.

13. Логановська Т.К., Нечає С.Ю. Психофізіологічні ефекти у пренатально проміненіх дітей та підлітків внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС //Медицинский всевіт. -2004. -Т.4, №1. -С.130-137.

14. Антипчук К.Ю. Нейропсихологічний метод у діагностиці радіаційних уражень головного мозку //Укр. мед. часопис. -2004. -Т.3, №41. -С.121-128.

15. Longitudinal neurocognitive assessments of Ukrainians exposed to ionizing radiation after the Chernobyl nuclear accident /Gamache G.L., Levinson D.M., Reeves D.L. et al. //Arch. Clin. Neuropsychol. -2005. -Vol.20, №1. -P.81-93.

16. Effect of low doses of ionising radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study /Hall P., Adami H.O., Trichopoulos D. et al. //BMJ. -2004. -Vol.328, №7430. -P.19-24.

17. The value of EEG signal processing in the assessment of the dose of gamma or neutron-gamma radiation absorbed dose /Trocherie S., Court L., Gourmelon P. et al. //Le traitement du signal en electrophysiologie experimentale et clinique du systeme nerveux central /Ed. by L. Court, S. Trocherie, J. Doucet. -Vol.II. -Brussels: NATO, 1984. -P.633-644.

18. Late radiation injury to the temporal lobes: morphologic evaluation at MR imaging /Chan Y.L. Leung S.F., King A.D. et al. //Radiology. -1999. -Vol.213, №3. -P.800-807.

19. Norris A.M., Carrington B.M., Slevin N.J. Late radiation change in the CNS: MR imaging following gadolinium enhancement //Clin. Radiol. -1997. -Vol.52, №5. -P.356-362.

20. Патент України №23146. Спосіб діагностики функційного стану головного мозку при дії іонізуючого випромінювання /А.І. Нягу, А.Г. Нощенко, Ю.І. Плачинда, К.М. Логановський //Бюл. №3. -30.06.98.