

УДК 614.8:616.281-008,55;534.292.001.8

Д. І. Заболотний, Н. С. Міщанчук¹✉*Державна установа «Інститут отоларингології ім. О. С. Коломійченка Національної академії медичних наук України», вул. Зоологічна, 3, Київ, 03057, Україна*

ВЕСТИБУЛЯРНА ТА АКУСТИЧНА ДИСФУНКЦІЇ В УЧАСНИКІВ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АТОМНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ – 30 РОКІВ ПО ТОМУ

Мета – вивчити клініко-електрофізіологічні порушення при вестибулярній та акустичній дисфункціях в учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції в залежності від дози та тривалості дії іонізуючої радіації, особливості детермінованих ефектів впродовж 30 років після аварії.

Матеріал та методи. У 7812 учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (УЛНА на ЧАЕС) чоловічої статі, у тому числі у 325 осіб, відібраних для пролонгованих досліджень, у 1986-2015 рр. проведені стандартні клініко-електрофізіологічні обстеження функцій вестибулярного та акустичного аналізаторів. Виконані математичні методи аналізу із застосуванням програмних пакетів SYSTAT, EPICURE та EGRET.

Результати. Встановлені вестибулярна та акустична дисфункції за центральним типом з прогресуючим розвитком гальмівних процесів у стовбуромозкових, підкорково-коркових структурах вестибулярного та акустичного аналізаторів. Визначена залежність змін у цих структурах від величини дози та тривалості дії іонізуючої радіації. Встановлені закономірності детермінованих радіаційних ефектів у взаємозв'язку з формуванням органічної цереброваскулярної патології в УЛНА на ЧАЕС у віддалені післяаварійні роки, які узгоджуються з нейрофізіологічними, МРТ та іншими обстеженнями, що підтверджено при кореляційному аналізі.

Висновки. Відзначено, що вестибулярна та акустична дисфункції в УЛНА на ЧАЕС проявляються клініко-електрофізіологічними змінами на рівні центральних структур досліджуваних аналізаторів, які вказують на паралелізм спільного механізму детермінованих радіаційних ефектів при дозі 0,20 Гр, а також їх дозозалежність у динаміці 30 післяаварійних років. Встановлено, що вестибулярна дисфункція в УЛНА на ЧАЕС проявляється клінічно раніше, а електроакустичні та електрофізіологічні зміни при нормальному слуху свідчать про доклінічні гальмівні процеси у стовбуромозкових та підкорково-коркових структурах акустичного аналізатора у ранні післяаварійні роки. Виявлені особливості клінічного перебігу вестибулярної та акустичної дисфункцій при довготривалому моніторингу при короткочасній дії іонізуючої радіації у великих дозах в групі УЛНА на ЧАЕС, які перенесли гостру променевою хворобу, а при аналогічних малих дозах у віддалені роки прояв змін більший та прискорений у часі при тривалій дії ІР, ніж при відносно короткочасній. В УЛНА на ЧАЕС виявлено вірогідне зростання слухових порушень за типом передчасного вікового зниження (presbycusis presox) у відповідних вікових категоріях, яке є одним із симптомів передчасного старіння їхнього організму.

Ключові слова: вестибулярна та акустична дисфункції, статико-кінетична рівновага, спонтанний та експериментальний ністагми, аудіометрія тональна та мовна, слухові викликані потенціали (коротколатентні або стовбуромозкові, довголатентні або коркові), динамічна імпедансометрія, отоакустична емісія продуктів спотворення.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2016. Вип. 21. С. 218–237.

✉ Міщанчук Ніна Сергіївна, e-mail: nsmisch@i.ua

D. I. Zabolotnyi, N. S. Mishchanchuk✉

State Institution «O.S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology, Natl. Acad. Med. Sci. of Ukraine»,
Zoolohichna str., 3, Kyiv, 03057, Ukraine

Vestibular and acoustic dysfunctions in clean-up workers of Chernobyl accident (30 years of follow-up)

Objective. The objective of the work was to study the clinical and electrophysiological disorders in vestibular and acoustic dysfunctions in clean-up workers of Chernobyl accident depending on the dose and duration of action of ionizing radiation, the peculiarities of determined effects for 30 years after the accident.

Materials and methods. The standard clinical and electrophysiological examinations of vestibular and acoustic analyzers functions were conducted in 7812 males' clean-up workers including 325 persons selected for prolonged studies in 1986-2015. The mathematical methods of analysis were carried out using the software package SYSTAT, EPICURE and EGRET.

Results. Vestibular dysfunction and acoustic dysfunction according the central type of progressive development of inhibitory processes in the brain stem, subcortical and cortical structures of vestibular and acoustic analyzers were determined. The dependence of changes in these structures on the dose and duration of ionizing radiation effect was defined. The regularities of determined radiation effects in correlation with the formation of organic cerebrovascular pathology in the clean-up workers in remote post-accident years that are consistent with neurophysiological, MRI and other examinations confirmed with correlation analysis were established.

Conclusions. It was registered that the vestibular and acoustic dysfunctions in the clean-up workers were manifested by the clinical and electrophysiological changes at the level of central structures in the studied analyzers, which indicate the parallelism of common mechanism of determined radiation effects already at a dose of 0.20 Gy, and also their dose dependency in dynamics of 30 post-accidental years. It was established that vestibular dysfunction in the clean-up workers is clinically early manifested, and the electroacoustic and electrophysiological changes in a case of normal hearing are evidence of preclinical inhibitory processes in the brain stem, subcortical and cortical structures of acoustic analyzer in the early post-accident years. The features of the clinical course of vestibular and acoustic dysfunctions in long-term monitoring of short-term effects of ionizing radiation in high doses in the group of the clean-up workers who have acute radiation sickness, and the manifestation of change is greater and accelerated in time under long-term IR effect, than the relatively short-term ones in similar small doses in distant years. Significant increase of hearing disorders by type of presbycusis precox in the respective age categories, which is one of the symptoms of their premature their aging was studied in clean-up workers.

Key words: acoustic and vestibular dysfunctions, static and kinetic equilibrium, spontaneous and experimental nystagmus, tone and speech audiometry, auditory induced potentials: (short-time latent or brain stem, long-latent or cortical ones), dynamic impedancemetry, otoacoustic emissions of distorted products.

Problems of radiation medicine and radiobiology. 2016;21:218–237.

ВСТУП

Одним із важливих напрямків вивчення медичних наслідків іонізуючої радіації (ІР) після Чорнобильської катастрофи є дослідження її впливу на сенсорні системи, зокрема, на вестибулярний та акустичний аналізатори, що продовжує бути однією з актуальних проблем на державному та світовому рівнях у сьогодні, а також у майбутньому.

Дослідники [1, 2] вважають, що об'єктивне визначення порушень вищезазначених аналізаторів після цієї катастрофи можливе тільки на основі аналізу клініко-електрофізіологічних обстежень при довготривалому моніторингу, а також проведенні епідеміологічних досліджень. Вони можуть вирішити багато

INTRODUCTION

One of the important areas of studying the medical consequences of ionizing radiation (IR) after the Chernobyl disaster is the study of its effect on sensory systems, particularly on the vestibular and acoustic analyzers, which continues to be one of actual problems at the national and international levels at the present and in the future.

The researchers [1, 2] are believed that an objective determination of disorders of the above mentioned analyzers after this disaster is only possible on the basis of analyzing the clinical and electrophysiological investigations at the long-term monitoring and conducting the epidemiological stud-

питань, пов'язаних з величиною дози та тривалістю дії ІР при виявленні прямої, опосередкованої, ранньої та віддаленої патології.

Показники функціонального стану вестибулярно-го та акустичного аналізаторів є одними з надійних критеріїв оцінки стану здоров'я людини. Порушення їх функцій часто призводить до втрати професійної придатності, зниження працездатності та переходу на інвалідність. Ці два аналізатори анатомічно, фізіологічно, функціонально тісно пов'язані між собою й різними відділами центральної нервової системи, системи кровообігу, інших систем та органів, що зумовлює їх високу чутливість до змін умов зовнішнього і внутрішнього середовищ [3–5].

МЕТА

Мета досліджень – вивчити клініко-електрофізіологічні порушення при вестибулярній та акустичній дисфункціях в учасників ліквідації наслідків аварії в залежності від дози та тривалості дії іонізуючої, особливості детермінованих ефектів впродовж 30 років після аварії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У 1986–2015 рр. обстежено 7812 учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (УЛНА на ЧАЕС) чоловічої статі, які були направлені для клінічного обстеження та оцінки функціонального стану вестибулярного та акустичного аналізаторів в ДУ «Інститут отоларингології ім. проф. О.С. Коломійченка НАМН України» із ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України». Індивідуальні дози ІР використані з інформаційної бази цієї установи.

Із загальної кількості первинно обстежених 1200 УЛНА на ЧАЕС у 1986–1987 рр. відібрано 325 осіб для пролонгованого дослідження. Залежно від дози та тривалості дії ІР вони були розподілені на три групи.

У 1-шу групу включено 57 УЛНА на ЧАЕС, які зазнали короткочасної дії ІР у великих дозах і перенесли гостру променеви хворобу (ГПХ) I–II ст. Серед них 31 особа перенесла ГПХ I ст., їх віднесено до 1-А групи; а 26 осіб, які перенесли ГПХ II ст., включені до 1-Б групи. Ретроспективні дози ІР в осіб 1-А групи склали 1,3–2,0 Гр, а 1-Б групи – 2,1–3,5 Гр, вони були визначені за біологічною дозиметрією (за хромосомними абераціями лімфоцитів крові).

Другу групу склали 120 УЛНА на ЧАЕС, які зазнали відносно короткочасної дії малих доз ІР у раннь-

ies. They can resolve many problems related to the dose size and duration of IP in detecting the direct, indirect, early and remote pathologies.

One of the reliable criteria for assessing the state of human health are vestibular and acoustic analyzers. Disorder of their function often results in loss of proficiency, reducing the efficiency and increasing the transition to disability. These two analyzers anatomically, physiologically, and functionally are closely related and various departments of the central nervous system, circulatory system and other systems and organs, which makes them are highly sensitive to changes in the external and internal environments [3–5].

OBJECTIVE

The objective of the work was to study the clinical and electrophysiological disorders in vestibular and acoustic dysfunctions in clean-up workers of Chernobyl accident depending on the dose and duration of action of ionizing radiation, the peculiarities of determined effects for 30 years after the accident.

MATERIALS AND METHODS

7812 males' clean-up workers, who were sent to SI «O.S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology, National Academy of Medical Science of Ukraine» from SI «National Research Center for Radiation Medicine of the National Academy of Medical Science of Ukraine» for clinical and expert estimations of the vestibular and acoustic analyzers functional states were examined by us in 1986–2015. Individual IR doses were used from the information base of this institution.

325 patients were chosen from the general amount of primary examined 1200 clean-up workers (1986–1987) for the prolonged examinations. They were divided into three groups depending on the dose and the duration of exposure.

57 clean-up workers exposed to short-term high-dose IR and survived acute radiation sickness (ARS) degree I and II were included into the 1st group. 31 patients, who had ARS of the I degree among them, were attributed to the 1-A group; and 26 patients who had ARS of the II degree were included into the 1-B group. The IR doses were 1.3–2.0 Gy in patients of the 1-A group and 2.1–3.5 Gy – in those of the 1-B group by biological dosimetry (according the chromosomal aberrations of blood lymphocytes).

The 2nd group consisted of 120 clean-up workers exposed to relative short-term IR in an early post-

ому післяаварійному періоді, а саме: у перші два місяці ліквідаційних робіт. У 2-А групу увійшли 64 УЛНА на ЧАЕС, дози опромінення яких склали 0,20–0,25 Гр, а у 2-Б групу – 56 осіб з дозою 0,26–0,50 Гр. Дози опромінення цих людей визначені за розрахунковою дозиметрією (за професійним маршрутним листом).

До третьої групи включено 148 УЛНА на ЧАЕС, які зазнали тривалої дії ІР. Вони обстежені у 1986–1987 рр. – до роботи у Чорнобильській зоні відчуження, а потім через 6–8 років після роботи в динаміці післяаварійних десятиріч. Дози ІР виміряні за індивідуальною фізичною дозиметрією. 3-А групу склали 79 осіб, дози опромінення котрих становили 0,20–0,25 Гр, а 3-Б – 69 осіб з дозами опромінення 0,26–0,50 Гр. Отримані дози аналогічні дозам ІІ групи, різниця тільки у тривалості дії ІР.

Для вивчення функціонального стану вестибулярного та акустичного аналізаторів застосована методологія клінічного обстеження: а) комплекс стандартних вестибулометричних методик, що включав визначення стану статико-кінетичної рівноваги, електроністагмографію (ЕНГ) спонтанного ністагму та експериментального ністагму, викликаного калоричною і обертовою стимуляцією, з урахуванням показників електроокулограми (ЕОГ), а також тривалості вестибуло-сенсорної реакції та ступеня прояву вестибуло-вегетативних рефлексів; б) комплекс стандартних досліджень слухової функції: аудіометричні, електроакустичні обстеження, а саме – акустична імпедансометрія та отоакустична емісія продуктів спотворення (ОАЕПС), а також електрофізіологічні обстеження – слухові викликані потенціали (СВП), що включали коротколатентні (КСВП) або стовбуромозкові та довголатентні (ДСВП) або коркові.

Вивчили стан мікроциркуляції у бульбарній кон'юнктиві ока шляхом біомікроскопії для визначення зв'язку між порушенням мікроциркуляторного русла та ступенем прояву вестибулярної дисфункції (ВеД) в УЛНА на ЧАЕС.

Обробку результатів проводили із залученням програмних пакетів SYSTAT, EPICURE та EGRET.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Вестибулярна дисфункція у динаміці трьох післяаварійних десятиріч

За період 1986–2015 рр. проведена вестибулометрія у 7812 УЛНА на ЧАЕС. При первинній вестибулометрії у 1986–1987 рр. у 1200 УЛНА на ЧАЕС, у тому числі у 325 осіб, відібраних для пролонгованих

accidental period, i.e. in the first 2 months of clean-up works. 64 clean-up workers exposed to 0.20–0.25 Gy doses were included into the 2-A group, and 56 persons exposed to 0.26–0.50 Gy – into the 2-B group. In these persons the radiation doses were retrospectively established after dosimetric calculation (by an occupational route letter).

148 clean-up workers exposed to long-term IR were included into the 3rd group. They were examined in 1986–1987 before and in 6–8 years after work at the Chornobyl exclusion zone. IR doses were measured by the individual physical dosimetry. The 3-A group consisted of 79 persons whose IR dose was 0.20–0.25 Gy, and the 3-B – 69 persons whose IR dose made 0.26–0.50 Gy. Received doses are analogous to that of the 2nd group persons (0.20–0.50 Gy), the only difference is in the duration of the IR effect.

The following methods of clinical examination were used for studying the vestibular and acoustic analyzers functional states: a) complex of standard vestibular methods that included the determination of static and kinetic equilibrium, electronystagmography of spontaneous and experimental nystagmus evoked by caloric and rotary stimulations, taking into account the indices of electrooculography (EOG) and vestibulosensory duration and the degree of vestibulovegetative reflex manifestation; b) complex of standard examinations for auditory function: audiometric, electroacoustic examinations that are acoustic impedansometry and otoacoustic emission of distorted products (OAEDP), and also electrophysiologic examinations – the auditory induced potentials (AIP) including the short-time latent hearing induced potentials (SHIP) or brain stem and long-latent (LHIP) or cortical ones.

The state of microcirculation in the bulbar conjunctive of the eye was studied by biomicroscopy to determine the link between disorder of the microcirculatory bed and the degree of VeD manifestation in clean-up workers. Processing of the results was carried out with the assistance of software packages SYSTAT, EPICURE and EGRET.

RESULTS AND DISCUSSION

Vestibular dysfunction (VeD) in the dynamics of three post accident decades

Vestibulometry was done in 7812 clean-up workers of Chornobyl accident during this period. Vestibular dysfunction (VeD) of different degree was found by primery vestibulometry in 1200 clean-up workers in

досліджень, виявлено ВеД різного ступеня. При обстеженні пацієнти скаржились на головокружіння різного виду (вестибуло-сенсорні реакції) з порушенням статико-кінетичної рівноваги (вестибуло-соматичні реакції) та на вестибуло-вегетативний дискомфорт різного прояву.

У переважній кількості пацієнтів (у 97,0 % випадків) зафіксована ВеД за типом центрального вестибулярного синдрому (H-81.4 за МКХ-10) з ураженням тих чи інших структур центрального відділу вестибулярного аналізатора, у значно меншій кількості (3,0 % випадків) – за типом комбінованого вестибулярного синдрому за класифікацією І.Б. Солдатова та співавторів [6].

ВеД клінічно проявлялась прогресуючим (у 85,7 % випадків) або ремітуючим перебігом (у 14,3 %) з різноманітними змінами вестибуло-соматичних, вестибуло-сенсорних і вестибуло-вегетативних патологічних реакцій впродовж трьох післяаварійних десятиріч.

Для того, щоб диференціювати радіаційний вплив від дії інших професійних чинників, з числа всіх обстежених УЛНА на ЧАЕС відібрано 420 осіб, які працювали водіями вантажного автотранспорту. Контрольну групу склали 102 водії-професіонали того ж виду автотранспорту, які не зазнали впливу ІР. Розподіл за стажем і віком в обох групах був однаковим.

Аналіз захворюваності на ВеД за даними вестибулометрії у водіїв УЛНА на ЧАЕС та водіїв контрольної групи, з розрахунку на 1000 осіб, наведено у табл. 1.

Дані табл. 1 свідчать, що ВеД І ст. переважає в осіб контрольної групи, а значна – II та III ст. – в основній групі. За цими даними встановлено, що ступінь захворюваності на ВеД у водіїв УЛНА на ЧАЕС віро-

1986–1987, including 325 patients selected for the long-term monitoring. During examination the patient complained on dizziness of various kinds (vestibular sensory-reaction) with abnormal static and kinetic balance (vestibular, systemic reactions) and diverse vestibular-vegetative discomfort.

VeD by the type of the central vestibular syndrome (H-81.4 by ICD-10) was fixed in the majority (in 97 % cases) of them with affection of certain structures of the central department of VeA and by the type of combined vestibular syndrome according to the I.B. Soldatov et al. classification [6], in the considerably smaller number of patients (3.0 % cases).

VeD was clinically manifested by progressing (in 85.7 % cases) or remittent course (in 14.3 %) with the different changes in vestibulo-somatic, vestibulo-sensory and vestibulo-vegetative pathological reactions during post accident three decades.

420 persons who worked as the drivers of trucks were chosen from the number of all examined persons for differentiation of radiation effect from other professional factors. Control group consisted of 120 professional drivers of trucks who were not exposed to IR. A distribution by an experience and age was identical in both groups.

VeD morbidity per 1000 persons according to the results of vestibulometrical examinations of drivers-clean-up workers and the drivers of control group are shown in Table 1.

Table 1 indicates that VeD degree I is prevails in persons of control group and more severe VeD of the II and III degrees in the main group. These data revealed that the degree of VeD incidence in

Таблиця 1

Захворюваність на вестибулярну дисфункцію у водіїв – УЛНА на ЧАЕС та контрольної групи, абсолютні числа (відносні числа – на 1000 осіб)

Table 1

VeD morbidity in the drivers-clean-up workers and drivers of control group, absolute numbers (proportionate numbers per 1000 person)

Стан вестибулярної функції State of vestibular function	Водії/drivers	
	контрольна група / control group, n = 102	УЛНА на ЧАЕС/ clean-up workers, n = 420
У межах норми / within norm limits	32 (314)	55 (132) *
ВеД I ст. / VeD of the I degree	50 (490)	121 (288) *
ВеД II ст. / VeD of the II degree	13 (123)	169 (402)*
ВеД III ст. / VeD of the III degree	7 (69)	75 (178)*

Примітка. * – різниця вірогідна у порівнянні з контрольною групою, p < 0,05.
Note. * – significant difference in comparison with control group, p < 0.05.

гідно більший, ніж у водіїв контрольної групи, тобто вплив ІР є суттєвішим.

У 57 УЛНА на ЧАЕС 1-ї групи, які перенесли ГПХ І та ІІ ст., при первинній вестибулометрії у 1986–1987 рр. встановлені найбільш значні прояви ВеД. Зафіксовано спонтанну симптоматику – спонтанний ністагм, значні розлади статико-кінетичної рівноваги. При функціональній стимуляції у осіб 1-ї групи відзначено гіперрефлексію (ірирацію) експериментального ністагму з його дизритмією, яка супроводжувалась тривалими вестибуло-сенсорними реакціями та вестибуло-вегетативними рефлексами 2–3-го ступеня. Прояви ВеД зареєстровані у ранні післяаварійні роки в стадії декомпенсації. В УЛНА на ЧАЕС цієї групи впродовж 1,5–3,0 років після аварії при активній медикаментозній терапії зменшились явища гіперрефлексії експериментального ністагму, тривалість вестибуло-сенсорних та прояв вестибуло-вегетативних рефлексів до 1-го ступеня.

Однак, починаючи з 1994–1996 рр., впродовж 1997–2015 рр, відмічено прогресування спонтанної вестибулярної симптоматики, якісних та кількісних порушень експериментального ністагму при функціональних навантаженнях в осіб цієї групи.

Визначено, що особливістю клінічного перебігу ВеД у пацієнтів 1-ї групи у ранні післяаварійні роки є переважання явищ ірирації у стовбуромозкових, підкоркових та коркових структурах вестибулярного аналізатора, а у віддалені роки – прогресування гальмівних процесів у тих же центральних структурах.

У 120 УЛНА на ЧАЕС 2-ї групи прояви ВеД при обстеженні у 1986–1987 р зареєстровані вже при дозі 0,2 Гр. Зокрема, в осіб 2-А групи із І ст. ВеД – 18,3 % випадків, із ІІ ст. ВеД – 21,6 %, із ІІІ ст. ВеД – 7,5 %, ІV ст. ВеД – 5,0 %. В осіб 2-Б групи І ст. ВеД зафіксована у 11,6 % випадків, ІІ ст. ВеД – у 17,5 %, ІІІ ст. ВеД – у 10,8 %, ІV ст. ВеД – у 7,5 %. Ці дані вказують на те, що більші частота та ступінь проявів ВеД виявлені в осіб 2-Б групи, які отримали більшу дозу ІР.

Особливість клінічного перебігу ВеД у 2-й групі людей характеризувалась двома фазами розвитку: у 1-й фазі – до кінця першого десятиріччя після впливу ІР зареєстровані переважно, дисоційовані вестибулярні реакції, що вказує на порушення взаємодії у центральних структурах вестибулярного аналізатора; у 2-й фазі – в другому і третьому десятиріччя зафіксовано прогресуючий розвиток гальмівних процесів у центральних структурах вестибулярного

drivers is significantly higher than the control group, i.e. the impact of IP is substantial.

The most significant VeD manifestations were revealed in 57 clean-up workers of the group 1 who had ARS of the I and the II degrees at a primary vestibulometric examination in 1986–1987. Spontaneous symptoms – spontaneous nystagmus, significant disorders of static and kinetic balance were fixed. Hyperreflexia (irritation) of experimental nystagmus with its dysrhythmia accompanied by the prolonged vestibulo-sensory reactions and vestibulo-vegetative reflexes of the II and the III degrees were noted under functional stimulations. VeD signs were registered at early post accident years at the decompensation stage. Phenomenon of hyperreflexia of experimental nystagmus, duration of vestibulo-sensory reflexes and the manifestations of vestibulo-vegetative reflexes to first degree were decreased in clean-up workers of this group during 1.5–3.0 years after an accident with the active drug therapy.

However, the progressive growth of spontaneous vestibular symptomatology, qualitative and quantitative changes in experimental nystagmus under functional loading were revealed in patients of this group starting from 1994–1996 and during 1997–2015 years.

It was determined that a predominance of the irritation phenomena in brain stem and cortical structures of vestibular analyzer and progression of inhibitory processes in those central structures in remote years is the feature of clinical course of VeD in the 1st group in an early post-accidental years.

VeD manifestations were registered just at 0.2 Gy dose in the 2nd group. In particular, VeD degree I – in 18.3 % cases, VeD degree II – in 21.6 %, VeD degree III – in 7.5 %, and VeD degree IV – in 5.0 % cases in the 2-A group. While VeD degree I was in 11.6 % cases, VeD degree II – in 17.5 %, VeD degree III – in 10.8 %, VeD degree IV – in 7.5 % cases were registered in the 2-B group. Therefore the greater frequency and degree of VeD manifestation were detected in the 2-B group with higher absorbed IR doses.

The feature of VeD clinical course in the 2nd group of persons was characterized by two phases of development: the dissociated vestibular reactions, indicating the correlation disorders in the central structures of vestibular analyzer, were mainly registered at the 1st phase to the end of the first decade after IR exposure; progressive development of inhibitory processes in the central structures of vestibular analyzer was registered at the 2nd phase

аналізатора. У них в динаміці післяаварійних років відмічено ремітуючий перебіг ВеД у стадії субкомпенсації.

У 148 осіб 3-ї групи до роботи у Чорнобильській зоні відчуження при вестибулометрії вестибулярна функція відповідала межах вікової норми. Після припинення роботи в зоні відчуження, у 1994–1995 роках при обстеженні ВеД I ст. виявлено у 36,5 % випадків у групі 3-А та 24,7 % – у групі 3-Б, ВеД II ст. – 7,3 % у 3-А групі та 21,5 % у 3-Б групі. Проявів ВеД III та IV ст. не було зафіксовано. Аналіз обстежень показав, що при однакових сумарних дозах ІР в 2-й і 3-й групах УЛНА на ЧАЕС, частота та ступінь прояву ВеД в динаміці післяаварійних років були більш виразними та прискореними в часі у осіб 3-ї групи. Якщо у 2005–2006 рр. в УЛНА на ЧАЕС 2-ї групи переважали прояви ВеД II ст., що становило 59,9 % випадків, ВеД III ст. – 22,8 %, ВеД IV ст. – 15,8 %, то у ті ж роки в осіб 3-ї групи ВеД II ст. була у 33,0 % випадків, ВеД III ст. – у 32,7 %, ВеД IV ст. – у 19,8 %. У 2013–2015 рр. не зафіксовано жодної особи із ВеД I ст. в 3-А та 3-Б групах, але виявлено збільшення кількості людей з тяжкими проявами ВеД (III та IV ст.). Особливість клінічного перебігу ВеД в УЛНА на ЧАЕС 3-ї групи полягала у прискореному наростанні патологічних реакцій за більш короткий післяаварійний час як за частотою, так і за ступенем прояву, у порівнянні з особами 2-ї групи при однакових сумарних дозах, але різної тривалості дії ІР.

В УЛНА на ЧАЕС трьох груп у відділені роки (у другому та третьому десятиріччях) відмічена односкерованість прогресування патологічних вестибулярних реакцій. Вони проявлялися збільшенням спонтанної симптоматики, а саме: значними порушеннями статико-кінетичної рівноваги, появою позиційного або спонтанного ністагмів, а також прогресуючими якісними і кількісними змінами параметрів експериментального ністагму при функціональних навантаженнях.

Якісні зміни характеризувались зростанням дизритмії та роздвоєності експериментального ністагму, його реверсії, подовженням тривалості «німих» полів, кількісні зміни – зменшенням частоти та збільшенням середньої кутової швидкості повільної фази ністагму (ПНФ), що вказує на трансформацію ністагму з клонічного у клоніко-тонічний, а потім у тонічний.

Ці дані об'єктивно свідчать про значні порушення в центральних структурах вестибулярного аналізатора.

of the second and third decades. Remitting course of VeD at subcompensation stage was observed in them in dynamics of post accident years.

Vestibular function in persons of the 3rd group before the work in the Chernobyl exclusion zone corresponded to the age limits. After finishing work in exclusion zone in 1994–1995 years VeD of the I degree was revealed in 36.5 % and 24.7 % cases in the 3-A and 3-B groups, respectively, VeD of the 2nd degree was observed in 7.3 % and 21.5 % in 3-A and 3-B groups, respectively. VeD manifestations of the III and the IV degrees were not registered. The frequency and degree of VeD manifestation within post-accident years were more expressive and accelerated in time in the 3rd group for the same total doses of IR in the 2nd and 3rd groups of clean-up workers. If in 2005–2006 the prevalence of VeD manifestation of the II degree consisting of 59.9 % cases was noted in the 2nd group, VeD of the III degree was registered in 22.8 %, VeD of IV degree – in 19.8 % while VeD of the II degree was in 33.0 % cases, VeD of the III degree – in 32.7 %, VeD of the IV degree – in 19.8 % in persons of 3rd group the same years. No one person with VeD of the I degree in groups 3-A and 3-B was fixed in 2013–2015 but an increase in a number of patients with severe VeD signs (stages 3 and 4) was observed. The VeD clinical course in the 3rd group featured a rapid increase of pathological reactions in a shorter post-accidental period by the frequency as well as by the degree of manifestation vs. the 2nd group exposed to equal total doses of IR but different duration of IR effect.

One directed progression of pathological vestibular reactions was noted in clean-up workers of all three groups in remote years (in the second and third decades). They were manifested by growth of spontaneous symptoms such as: the significant disorders of static and kinetic equilibrium, an appearance of positional or spontaneous nystagmus, and also progressing quantitative and qualitative changes in parameters of experimental nystagmus under functional loading.

The qualitative changes featured the exacerbation of dysrhythmia and bifurcation of experimental nystagmus, its reversion, an increased duration of the «mute» fields. The quantitative changes featured a decrease in frequency and by an increase in middle angular rate of slowly phase of nystagmus (SPN) that indicate the nystagmus transformation from clonic into clonicotonic, and then – into tonic ones.

These data objectively demonstrate the significant disturbances in the central structures of the vestibular

ра і на зростання гіпертензійного синдрому у головному мозку при формуванні органічної церебро-васкулярної патології – дисциркуляторної енцефалопатії, церебрального атеросклерозу, епілептоподібних станів та інших захворювань в УЛНА на ЧАЕС у віддалені роки, що узгоджуються з нейрофізіологічними, МРТ та іншими обстеженнями [7–10].

Ці дані отримали підтвердження при кореляційному аналізі, який показав, що наростання спонтанних реакцій (спонтанного ністагму, статико-кінетичних розладів), а також якісних і кількісних змін експериментального ністагму при функціональних стимуляціях прямопропорційно корелюють з розвитком цереброваскулярної патології ($r = 0,76$).

Розрахований за математичною моделлю відносний ризик вказує на пряму залежність ступеня прояву ВеД. При збільшенні дози для кожної наступної дозової групи порівняно з попередньою він дорівнює 1,24 (довірчий інтервал 1,01; 1,39); при збільшенні віку для кожної наступної вікової групи порівняно з попередньою – 1,28 (довірчий інтервали 1,04; 1,59). Ризик є вірогідним, $p < 0,05$ [11].

У межах випадок-контрольного дослідження проведено аналіз зв'язку між порушеннями мікроциркуляції та ступенем проявів ВеД.

Із 432 УЛНА на ЧАЕС, яким здійснено дослідження мікроциркуляції у бульбарній кон'юнктиві ока, сформовані групи для випадок-контрольного дослідження. В основну групу увійшло 108 осіб з ВеД, яка мала характер центрального вестибулярного синдрому різного ступеня. Із них з I ступенем ВеД виявлено 31 особу (28,7 % випадків), з II – 48 осіб (44,5 %), із III – 29 осіб (26,8 %). У групу порівняння включені решта 324 особи відповідного віку без ВеД. Результати аналізу наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Величини кон'юнктивального показника мікроциркуляції при різних ступенях ВеД в УЛНА на ЧАЕС (за даними дослідження випадок-контроль)

Table 2

The values of conjunctival microcirculation index at different degrees of VeD in clean-up workers (according to the case-control study)

Ступінь прояву ВеД / degree of VeD manifestation	Кон'юнктивальний показник, бали / conjunctival index, points
Без ВД (324 особи) / without VeD (324 persons)	11,0 ± 0,5
I ступінь (31 особа) / the I degree (31 persons)	12,2 ± 1,7
2 ступінь (48 осіб) / the II degree (48 persons)	16,8 ± 2,3*
3 ступінь (29 осіб) / the III degree (29 persons)	18,3 ± 1,8*

Примітка. * – різниця з групою УЛНА на ЧАЕС без ВД, вірогідна при $p < 0,01$.

Note. * – significant difference in comparison with clean-up workers group without VeD, $p < 0.01$.

lar analyzer and the increase in hypertension syndrome in the brain when forming organic cerebrovascular pathology – dyscirculatory encephalopathy, cerebral atherosclerosis, epileptiform conditions and other diseases in the clean-up workers in remote years, that is consistent with neurophysiological, MRI and other examinations [7–10].

These data were confirmed by the correlation analysis, which showed that the growth of spontaneous reactions (spontaneous nystagmus, static and kinetic disorders) as well as qualitative and quantitative changes in experimental nystagmus under the functional stimulation is directly proportionally correlated with the development of cerebrovascular pathology ($r = 0.76$).

The relative risk, calculated by mathematical model, indicates the direct dependence of the degree of VeD manifestation with increasing dose for each subsequent dose groups compared with the previous that was consisted of 1.24 (CI 1.01, 1.39) with increasing age for each subsequent age group compared to previous – 1.28 (confidence interval 1.01, 1.39). The risk is significant, $p < 0.05$ [11].

The link between impaired microcirculation and degree of VeD manifestation was analyzed within a case-control study.

From 432 clean-up workers subjected to studying microcirculation in the bulbar conjunctiva of the eye were formed groups for case-control examination. 108 people with VeD of the character of central vestibular syndrome of different degree were included in the main group. VeD degree I was detected in 31 persons of them (28.7 %), degree II – in 48 persons (44.5 %), degree III – in 29 ones (26.8 %). The remaining 324 individuals of corresponding age without VeD were included into the comparison group. The analysis of results is shown in Table 2.

Як свідчать дані табл. 2, в УЛНА на ЧАЕС з II та III ступенями ВеД порушення мікроциркуляції виражені вірогідно більше у порівнянні з контрольною групою без ВеД.

Встановлено прямий середній ($r = 0,46$) кореляційний зв'язок між кон'юнктивальним показником мікроциркуляції та середньою кутовою швидкістю повільної фази ністагму при електроністагмографії. За результатами випадок-контрольного дослідження і кореляційного аналізу визначено, що ВеД виразніше та частіше проявляється в УЛНА на ЧАЕС із суттєвішими порушеннями мікроциркуляції у бульбарній кон'юнктиві ока, тобто погіршення стану мікроциркуляції відіграє одну з важливих опосередкованих ролей у складному механізмі розвитку вестибулярних порушень.

Акустична дисфункція в УЛНА на ЧАЕС у динаміці після аварійних десятиріч

Аудиометричні обстеження за 1986–2015 рр. проведені у 7812 УЛНА на ЧАЕС. Дані аудіометрії у 1200 УЛНА на ЧАЕС у 1986–1987 рр. показали, що у 55,5 % випадків стан слуху був у межах вікової норми. У решті 44,5 % виявлена акустична дисфункція за типом сенсороневральної приглухуватості (СНП) (H-90 за МКХ-10) різного ступеня. Із них, за класифікацією В. Г. Базарова та А. І. Розкладки [12], зареєстровані у 37,0 % випадків I – легкий та II – середній ступінь зниження слуху, які вважаються соціально адекватним слухом, а також III та IV ступінь зниження гостроти слуху у 7,5 % випадків, котрі відносяться до соціально неадекватних тяжких слухових порушень. Зокрема, серед них з I ступенем зниження гостроти слуху було 26,3 % випадків, із II – 10,7 %, III – 6,1 % та IV – 1,4 % випадків.

Щоб виділити вплив ІР на слухову функцію від дії інших професійних факторів з числа обстежених УЛНА на ЧАЕС виділено 420 осіб, які працювали водіями вантажного автотранспорту впродовж трудового життя. Контрольною групою були 102 водії – професіонали того ж виду автотранспорту, що не зазнали впливу ІР. Розподіл за стажем і віком був у обох групах однаковий та не перевищував 50 років.

Дані щодо захворюваності на СНП у водіїв УЛНА на ЧАЕС та водіїв контрольної групи, за даними аудіометрії, наведені в табл. 3

Як вказують дані табл. 3, стан гостроти слуху за типом передчасного вікового зниження (presbycusis praecox) виявлено у водіїв УЛНА на ЧАЕС у 61,4 %, а

According to the data of Table 2 the microcirculatory VeD disorders of the II and III degrees in clean-up workers are significantly more pronounced compared with the control group without VeD.

A direct medium correlation ($r = 0.46$) between conjunctival index (CI) and microcirculation and average angular velocity of the slow phase of nystagmus (SPN) was established at electronystagmographic examination. According to the results of case-control studies and correlation analysis it was determined that the more evident and frequent VeD is manifested in the clean-up workers with more significant disorders of the microcirculation in the bulbar conjunctiva of the eye, that is the deterioration of microcirculation state plays one of the most important indirect roles in the complex mechanism developing the vestibular disorders.

Acoustic dysfunction in clean-up workers in the dynamics of post-accidental decades

Audiometric examinations were conducted in 7812 clean-up workers for the years 1986–2015. The audiometry of 1,200 of them showed the state of hearing within the age in 55.5 % cases in 1986–1987. The remaining 44.5 % – acoustic dysfunction was detected by the type of sensor neural hearing loss (SNHL) of different degree (ICD-10 H-90). Of them the decrease in hearing loss (1 – mild degree and 2 – average degree) was fixed in 37.0 % cases by the classification of V. G. Bazarov and A. I. Roskladka [12] that are considered socially adequate hearing disorders and also the 3rd and 4th degrees in 7.5 % of cases, referred to the socially inadequate hearing disorders. In particular, among them the 1st degree was noted in 26.3 % of cases, the 2nd – in 10.7%, the 3rd – in 6.1 % and the 4th – in 1.4 % of cases.

To differentiate the impact of IR on auditory function from other occupational factors 420 clean-up workers who worked as drivers of trucks throughout working life were selected. The control group consisted of 102 drivers-professionals of the same type of motor transport that were not exposed to IR. Distribution by work experience and age in both groups was the same and did not exceed 50 years.

The incidence of SNH in the drivers' clean-up workers and control group according to audiometry, per 1000 persons, is presented in Table 3.

According to the data of Table 3, the state of hearing acuity by the type of presbycusis praecox was found in 61.4 % drivers' clean-up workers, and

Таблиця 3

Захворюваність на сенсорневрольну приглухуватість у водіїв УЛНА на ЧАЕС та водіїв контрольної групи за даними аудіометрії (на 1000 осіб)

Table 3

Sensor neural hearing loss morbidity in the drivers' clean-up workers and drivers of control group according to audiometry data (per 1000 persons)

Стан слуху Hearing state	Абсолютне число (відносні числа – на 1000 осіб) Absolute number (relative numbers per 1000 persons)	
	контрольна група / control group, n = 102	УЛНА на ЧАЕС/ clean-up workers, n = 420
У межах вікової норми / within age norm	48 (470,6)	131 (311,9)
Зниження слуху / decrease in hearing	54 (529,4)	289 (688,1) *
З них за presbycusis praecox (ПП) By presbycusis praecox (PP) from them	49 (480,4)	258 (614,3) *

Примітка. * – різниця вірогідна у порівнянні з контрольною групою, $p < 0,05$.
Note. * – significant difference in comparison with control group, $p < 0.05$.

у водіїв контрольних груп – у 48,0 % випадків. Досліджено, що при однакових професійних умовах, стажу і віку, у водіїв УЛНА на ЧАЕС зниження слуху за presbycusis praecox спостерігається вірогідно частіше.

Встановлено, що відносний ризик зниження гостроти слуху для фахових груп УЛНА на ЧАЕС порівняно з неопроміненими становив 1,31 (CL-1,07; при χ^2 8,8 і $p = 0,05$); відносний ризик зниження слуху за presbycusis praecox для фахових груп УЛНА на ЧАЕС порівняно з неопроміненими фаховими групами становив 1,24 (CL-1,0; 1,54) при $\chi^2 = 4,68$ і $p = 0,05$; тобто різниця між групами вірогідна. Ці дані дають підстави стверджувати, що передчасне вікове зниження слуху в УЛНА на ЧАЕС є одним із симптомів передчасного старіння організму.

У віддалені роки після аварії, а саме у 2012–2015 рр., в обстежених УЛНА на ЧАЕС не зафіксовано жодного пацієнта з гостротою слуху у межах вікової норми. З I ступенем зниження слуху виявлено 30,2 %, пацієнтів, із них у 28,9 % випадків відмічено передчасне зниження гостроти слуху (за типом presbycusis praecox), яке відповідало віковій категорії 50–59 років. Із II ступенем зниження слуху було 34,7 % випадків, серед них у 29,5 % – з presbycusis praecox у віковій категорії 60–69 років. Тобто, в осіб цих двох вікових категорій передчасні вікові зниження слуху становили більшість (58,4% випадків). Крім того, у 35,1 % випадків в УЛНА на ЧАЕС зареєстровано соціально неадекватне значне зниження слуху, із них III ступеня – у 29,5 %, IV – у 5,6 %.

Звертає на себе увагу факт, що передчасне вікове зниження слуху та значне соціально неадекватне

in 48.0 % drivers of the control group. It was noted that under the same professional conditions, the experience and age, hearing loss by the type of presbycusis praecox is more frequently observed in drivers' clean-up workers.

It was established that the relative risk of a decrease in hearing acuity for professional groups of clean-up workers compared with non-irradiated ones was 1.31 (CL-1,07; at $\chi^2 = 8.8$ and $p = 0.05$); the relative risk of presbycusis praecox for professional groups of clean-up workers compared with non-irradiated professional groups was 1.24 (CL-1.0; 1.54) at $\chi^2 = 4.68$ and $p = 0.05$ that is the significant difference between groups. These data give reason to believe that the premature age-related hearing loss in the clean-up workers is one of the symptoms of premature body aging.

No patient with hearing acuity within the age norm was fixed in examined clean-up workers in distant years after the accident, namely in 2012–2015. Hearing loss of the 1st degree was revealed in 30.2 % of cases, premature presbycusis praecox, which corresponded to the age category of 50–59 years, was observed in 28.9 % of them. A decrease in hearing loss of the 2nd degree was registered in 34.7 % of cases among them 29.5 % with presbycusis praecox in the age group of 60–69 years, that is premature age-related hearing loss accounted for the majority (58.4 % of cases) in the people of these two age categories. In addition, inadequate socially significant hearing loss, including the 3rd degree – in 29.5 % and the 4th degree – in 5.6 %, was fixed in 35.1 % of clean-up workers.

An attention was payed by the fact that the number of clean-up workers with premature age hear-

його зниження наприкінці 30 післяаварійних у років спостерігалися у 93,5 % обстежених УЛНА на ЧАЕС. Пороги сприйняття та 100 % розбірливість мовних тестів, зафіксовані у них, на 30,0–55,0 дБ більші очікуваних. Поряд з тим, при збільшенні гучності подачі мовних тестів при аудіометрії та зверненої до них «живої» мови, у 69,6 % пацієнтів виявлено больовий слуховий дискомфорт, що супроводжується парадоксальним падінням порогів розбірливості слів. Ці явища утруднюють комунікаційні контакти, призводять до самоізоляції та зниження когнітивних функцій, що впливає на якість життя. Вони створюють не тільки складну медичну, але й соціальну проблеми, бо потребують подальшого удосконалення реабілітаційних та коригуючих заходів.

Зміни в акустичному аналізаторі при об'єктивних електроакустичних обстеженнях в УЛНА на ЧАЕС

Нами вперше [13, 14] при первинному обстеженні у 1986–1987 роках в УЛНА на ЧАЕС за даними акустичної імпедансометрії як з нормальною гостротою слуху, так і зі зниженою, відзначені зміни часових параметрів акустичного рефлексу внутрішньовушних м'язів (АРВМ) при іпсилатеральній та контралатеральній стимуляції. Так, зокрема, в осіб 1-ї групи з нормальним слухом, які зазнали дії ІР у малих дозах, час наростання АРВМ при звуковій стимуляції на частоті 1,0 кГц при іпсилатеральній стимуляції становив $(157,1 \pm 17,1)$ мс, а в осіб 2-ї групи з нормальним слухом, які перенесли ГПХ, час наростання АРВМ дорівнював $(141,8 \pm 11,1)$ мс, порівняно з контролем – $(176,0 \pm 28,5)$. При контралатеральній стимуляції у пацієнтів двох груп цей показник АРВМ відповідно становив $(106,9 \pm 28,3)$ та $(122,6 \pm 24,6)$ мс, в контрольній групі – $(166,7 \pm 18,1)$ мс. Ці зміни вказували на зменшення досліджуваного показника.

Відзначено подовження часу активної післядії АРВМ у цих УЛНА на ЧАЕС двох груп, що відповідно дорівнював $(119,4 \pm 18,1)$ та $(137,8 \pm 14,1)$ мс порівняно з контролем – $(116,0 \pm 20,0)$, при іпсилатеральній та при контралатеральній стимуляціях відповідно $(152,5 \pm 13,6)$ та $(166,0 \pm 23,9)$ мс у порівнянні з контролем – $(112,2 \pm 16,0)$ мс.

Зафіксовано скорочення часу спаду АРВМ на досліджуваній частоті в УЛНА на ЧАЕС 1-ї та 2-ї груп з нормальним слухом, що становив відповідно $(191,3 \pm 24,7)$ та $(143,5 \pm 19,8)$ мс при іпсилатеральній стимуляції, порівняно з контролем – $(215,0$

ing loss and a significant decrease in socially inadequate decrease at the end of 30 post-accidental years amounted to 93.5 % of cases. The thresholds of perception and 100 % intelligibility of language tests were recorded at 30.0–55.0 dB (an expected level). While increasing the volume of supply in the language tests under audiometry and facing «live» language the painful ear discomfort, accompanied by paradoxical fall of the thresholds in word intelligibility was found in 69.6 % of cases. These phenomena complicate the communication contacts, lead to the isolation and decline of cognitive functions that affects the quality of life. They create not only complicated medical but also social problems requiring further improvement for rehabilitation and correction measures.

Acoustic analyzer changes in objective electroacoustic examinations in clean-up workers

Changes in temporal parameters of the acoustic reflex of entotic muscles (AREM) of clean-up workers aged 23–50 years under ipsi- and contralateral sound stimulations were for studied by us at primary examination in clean-up workers both with normal and decreased hearing acuity in 1986–1987 according to the data of impedansometry [13, 14]. Particularly the time of AREM acceleration under the sound stimulation at a frequency of 1.0 kHz in ipsilateral stimulation was (157.1 ± 17.1) ms in persons of the 1st group with normal hearing who were exposed to small doses of IR and the time of AREM acceleration was (141.8 ± 11.1) ms in the 2nd group patients with normal hearing who had ARS comparing to controls (176.0 ± 28.5) ms. This AREM index consisted of (106.9 ± 28.3) and (122.6 ± 24.6) ms respectively in patients of two groups under contralateral stimulation in comparison with control (166.7 ± 18.1) ms. Shortening of examined index was demonstrated by these changes.

It was noted the time lengthening of active AREM after-effect in two groups that was (119.4 ± 18.1) and (137.8 ± 14.1) ms, respectively comparing to controls (116.0 ± 20.0) ms under ipsilateral and contralateral stimulations – (152.5 ± 13.6) and (166.0 ± 23.9) ms, respectively comparing to control (112.2 ± 16.0) ms in these clean-up workers.

Shortening of the AREM time slump was fixed at the studied frequency in clean-up workers of the 1st and the 2nd groups with normal hearing that consisted of (191.3 ± 24.7) and (143.5 ± 19.8) ms, respectively under ipsilateral stimulation vs. controls

$\pm 28,0$) мс, а при контралатеральній стимуляції відповідно ($148,0 \pm 17,0$) та ($220,9 \pm 26,8$) мс, в контрольній групі – ($251,0 \pm 30,0$) мс.

Цими дослідженнями встановлено, що виявлені зміни залежні від величини дози опромінення. Зокрема, в УЛНА на ЧАЕС, які перенесли ГПХ, вони вірогідно більші. Досліджено, що зміни вищеназваних показників АРВМ в УЛНА на ЧАЕС поглиблюються залежно від зниження слуху.

Таким чином, вивчено, що у ранні післяаварійні роки зміни часових параметрів АРВМ, а саме вкорочення часу наростання та спаду, а також подовження активної післядії при іпсилатеральній стимуляції, порівняно з контролем, вказують на порушення взаємодії між процесами збудження та гальмування на ядерному рівні, а при контралатеральній стимуляції – на між'ядерному рівні рефлекторної дуги АРВМ у стовбуромозкових структурах акустичного аналізатора в УЛНА на ЧАЕС з нормальним слухом. При нормальній гостроті слуху визначені зміни АРВМ демонструють ранні доклінічні порушення у цих структурах акустичного аналізатора, а при зниженій гостроті слуху вони кількісно більш виражені.

Вперше вивчено стан функції рецепторних зовнішніх волоскових клітин органа Корті у внутрішньому вусі за показниками акустичного діапазону отоакустичної емісії продуктів спотворення (ОАЕПС) в УЛНА на ЧАЕС двох груп у другому післяаварійному десятиріччі (через 15–16 років [15]).

Першу групу склали 19 осіб, які перенесли ГПХ I ступеня і зазнали впливу великих доз ($1,3-2,0$ Гр) ІР, у яких слух був у межах вікової норми. До 2-ї групи увійшов 21 УЛНА на ЧАЕС, які зазнали відносно короткочасного опромінення у малих дозах ($0,26-0,50$ Гр) та у яких зафіксовано передчасне зниження слуху за типом presbycusis praecox (ПП). Обидві групи були однієї вікової категорії (40–49 років). Контрольну групу склали 10 неопромінених осіб відповідної вікової категорії зі слухом у межах вікової норми.

Показники акустичного діапазону ОАЕПС в УЛНА на ЧАЕС двох груп та осіб контрольної групи наведені в табл. 4.

За даними табл. 4, в УЛНА на ЧАЕС 1-ї групи зі слухом у межах вікової норми та 2-ї групи з presbycusis praecox (ПП), акустичний діапазон ОАЕПС перевищує 10,0 дБ, та його показники, порівняно з контролем невірогідні, тобто у досліджуваних групах зовнішні волоскові клітини органа Корті функціонують нормально. Зафіксовані зміни, що призвели до

($215,0 \pm 28,0$) ms, and ($148,0 \pm 17,0$) and ($220,9 \pm 26,8$) ms, respectively under contralateral stimulation comparing to controls ($251,0 \pm 30,0$) ms.

Revealed changes were dependent on dose size of IR that was demonstrated by these studies. In particular, they were significantly higher in clean-up workers who had ARS. It was also studied that the changes in above mentioned ARVM are deepened depending on hearing loss in clean-up workers.

Thus, it was studied that the changes in the temporal parameters of AREM such as: shortening of the time increase, and AREM slump, and also the time lengthening of active AREM after-effect, under ipsilateral stimulation comparing to control demonstrate the disorders of correlation between stimulation and inhibition processes at the nuclear level and under contralateral stimulation – at internuclear level of AREM reflex arch in the brain stem acoustic analyzer structures in clean-up workers with normal hearing. The early preclinical disorders in these acoustic analyzer structures are demonstrated by these AREM changes under normal hearing acuity and they are more pronounced quantitatively in a case of decreased hearing acuity.

The functional state of receptors in external Corti's cells (ECC) of internal ear by the data of otoacoustic emission of distorted products (OEDP) was for the first time studied by us in clean-up workers at a remote post-accidental period (in 15–16 years) [15].

The 1st group consisted of 19 patients who had ARS and were exposed to high doses of radiation ($1,3-2,0$ Gy) their hearing was in the limits of age norm. 21 clean-up workers exposed to relatively short term radiation in the small doses ($0,26-0,50$ Gy), with fixed premature decrease in hearing by the type of presbycusis praecox (PP) were included into the 2nd group. Both groups were of the same age categories (40–49 years). The control group consisted of 10 non-irradiated persons of corresponding age category with hearing within the age norm.

Indices of AD of OEDP in clean-up workers of two groups and persons of control group are shown in Table 4.

According to the data of Table 4 the acoustic diapason of OEDP is greater than 10.0 dB, and its indices are insignificant comparing to controls in clean-up workers of the 1st group with the hearing within the limits of the age norm, and the 2nd group with presbycusis praecox (PP), i.e. ECC were functioning normally in the studied groups.

Таблиця 4

Величини акустичного діапазону отоакустичної емісії продуктів спотворення контрольної групи та двох груп УЛНА на ЧАЕС через 15–16 років після аварії

Table 4

The values of acoustic diapason of otoacoustic emission of distorted product in control group and two groups of clean-up workers in 15–16 years after accident

Групи Groups	Стан слуху Hearing state	Величини акустичного діапазону ОАЕПС, дБ Values of acoustic diapason of OEDP, dB			
		2,0 кГц / kHz	4,0 кГц / kHz	6,0 кГц / kHz	10 кГц / kHz
Контроль / control	Норма / norm	16,5±1,0	18,0±1,2	15,5±1,1	16,0±1,2
1	Норма / norm	17,0±1,2*	17,5±1,1*	16,5±1,2*	16,5±1,2*
2	ПП/PP	15,0±0,7*	14,5±0,8*	15,5±1,1*	16,5±1,2*

Примітка. * – показники між контролем та 1-ю і 2-ю групами невірогідні, $p > 0,05$.
Note. * – indices between control and the 1st and the 2nd groups are insignificant, $p > 0.05$.

передчасного зниження слухової функції, локалізуються, очевидно, в центральних структурах акустичного аналізатора.

Таким чином, встановлено, що функціональний стан зовнішніх волоскових клітин внутрішнього вуха при гостроті слуху в межах вікової норми і при СНП за типом presbyacusis praecox в УЛНА на ЧАЕС у віддалені післяаварійні роки не порушений, тобто зміни слуху у них за типом presbyacusis praecox носять центральний характер.

Зміни функціонального стану стовбуромозкових структур акустичного аналізатора в УЛНА на ЧАЕС в динаміці післяаварійних десятиріч

Проаналізовані зміни часових параметрів компонентів КСВП в УЛНА на ЧАЕС залежно від стану гостроти слуху у порівнянні з контрольною групою неопромінених осіб з нормальним слухом. Встановлено якісні та кількісні зміни основних компонентів КСВП в УЛНА на ЧАЕС як з нормальним слухом 1-ї групи, із I ступенем СНП 2-ї групи, так і у пацієнтів із II ступенем СНП 3-ї групи, у порівнянні з контрольною групою. Якісні зміни проявлені згладженістю (низькою амплітудою) компонентів КСВП в УЛНА на ЧАЕС. Кількісні величини міжпікових інтервалів (МПІ) I–III, III–V та I–V компонентів КСВП в УЛНА на ЧАЕС 1-ї групи з нормальним слухом, а також із I ступенем СНП 2-ї групи та II ступенем СНП трьох груп, порівняно з контрольною, при іпсилатеральній звуковій стимуляції частотою 1,0 кГц наведені у табл. 5.

За даними табл. 5, вірогідних відмінностей між величинами МПІ компонентів I–III в УЛНА на

Observed changes that led to the premature reduction in auditory function, were obviously localized in the central acoustic analyzer structures.

Thereby, it was established that the functional state of ECC in internal ear in hearing acuity within the limits of an age norm and in SNHL by the type of presbyacusis praecox was not impaired in clean-up workers at a remote period, that is changes in hearing were by the type of presbyacusis praecox with central character.

Changes in the functional state of brain stem structures of acoustic analyzer in clean-up workers in the dynamics of post-accidental period

The changes in temporal parameters of SHIP components were analyzed depending on hearing acuity in clean-up workers vs. control group. The qualitative and quantitative changes in of basic SHIP components were established in clean-up workers both with the normal hearing in the Ist group, and with SNH of the 1st degree in the IInd group as well as with SNH of the 2nd degree in the 3rd group vs. control. The qualitative changes were manifested by smoothing (low amplitude) of SHIP components in clean-up workers. The quantitative values of the between peak intervals (BPI) from the I–III, III–V and I–V SHIP components in clean-up workers with normal hearing of the 1st group and also with SNH of the I degree in the 2nd group and SNH of the II degree in three groups vs. controls – under ipsilateral sound stimulation with frequency of 1.0 kHz are shown in Table 5.

No significant differences between BPI values of the I–III SHIP components of three groups com-

КСВП в УЛНА на ЧАЕС 1-ї групи. Так, зокрема у 1986–1987 рр. у 2-А та 2-Б групах вони становили відповідно $(2,05 \pm 0,02)$ та $(2,08 \pm 0,03)$ мс. Ці зміни досліджених параметрів КСВП зафіксовані при дозі $0,20$ Гр та дозозалежні.

В УЛНА на ЧАЕС 3-ї групи встановлена інша закономірність змін показника МПІ III–V компонентів КСВП у динаміці післяаварійних років. До роботи у зоні відчуження величини показника МПІ III–V компонентів КСВП відповідали межах величин контрольної групи неопромінених осіб – $(1,86 \pm 0,03)$ мс. Після припинення робіт у зоні відчуження, при обстеженні у 1995–1996 рр. в УЛНА на ЧАЕС 3-А групи величини МПІ становили $(2,01 \pm 0,01)$ мс, а 3-Б групи – $(2,03 \pm 0,02)$ мс при контрольних вікових змінах $(1,91 \pm 0,03)$ мс. Особливістю тривалої дії ІР в УЛНА на ЧАЕС III групи у віддалені роки є прискорене збільшення величин МПІ III–V компонентів КСВП при аналогічних малих дозах ІР у кінці другого десятиріччя: у 3-А групі – $(2,15 \pm 0,03)$ мс, у 3-Б групі – $(2,18 \pm 0,03)$ мс у порівнянні з особами 2-ї групи, які дорівнювали у той час відповідно $(2,04 \pm 0,02)$ та $(2,07 \pm 0,02)$ мс, при контролі відповідного віку – $(1,94 \pm 0,03)$ мс. Тривала дія ІР у малих дозах спричиняє суттєвіший прояв порушень у стовбурових структурах головного мозку та, зокрема, у тих же структурах акустичного аналізатора, тобто є шкідливіша для організму людини.

Зміни функціонального стану підкорково-коркових структур акустичного аналізатора за даними довголатентних слухових викликаних потенціалів (ДСВП) в УЛНА на ЧАЕС у динаміці 30 післяаварійних років

Досліджені показники латентних періодів (ЛП) піків основних компонентів P_2 , N_2 ДСВП при звуковій стимуляції частотою $1,0$ кГц в УЛНА на ЧАЕС трьох груп із різним станом гостроти слуху: 1-шу групу становили УЛНА на ЧАЕС з нормальним слухом, 2-гу групу – з СНП I ступеня, 3-ю – з СНП II ступеня. У контрольну групу включені неопромінені особи з нормальним слухом.

Вважається [17], що у модуляції піків основних компонентів P_2 , N_2 ДСВП беруть участь лімбіко-ретиккулярні структури головного мозку, які відіграють важливу роль у психоемоційному стані людини. Вони є інтегруючою системою для сприйняття подразнень через сенсорні аналізатори. Від психоемоційного стану людини у певній мірі залежить коркова активність головного мозку.

workers in the 1st group. In particular, in 1986–1987 they amounted to (2.05 ± 0.02) and (2.08 ± 0.03) ms, respectively in 2-A and 2-B groups. These changes in studied SHIP parameters were fixed at a dose of 0.20 Gy and were dose-dependent.

Other pattern of change in BPI indices of III–V SHIP components was established in clean-up workers of the 3rd group in the dynamics of post-. The values of BPI index of III–V SHIP components were consistent with the value limits – (1.86 ± 0.03) ms of non irradiated individuals in control group before the work in exclusion zone. The values of BPI indeces were (2.01 ± 0.01) and (2.03 ± 0.02) ms respectively in 3-A and 3-B groups, under the control age-related changes – (1.91 ± 0.03) ms during examinations in 1985–1996 after leaving the exclusion zone. The feature of prolonged exposure to IR (group 3) in remote years was accelerated increasing the BPI value in III–V components of SHIP in a case of similar low doses of IR at the end of the second decade in 3-A and 3-B groups – $(2,15 \pm 0,03)$ and $(2,18 \pm 0,03)$ ms, respectively compared with persons of the 2nd group that amounted to (2.04 ± 0.02) and (2.07 ± 0.02) ms respectively at that time, and (1.94 ± 0.03) ms – under the control of the correspondent age. More significant sign in brain stem disorders and, in particular, in same acoustic analyzer structures is caused by prolonged low doses of IR that is more worse for the human body.

Changes in the functional state of acoustic analyzer subcortical-cortical structures by the data of long latent hearing induced potentials (LHIP) in clean-up workers in dynamics of 30 post-accidental years

The indices of latent period (LP) in peaks of the main components P_2 , N_2 of LHIP were studied under the 1.0 kHz sound stimulation in the clean-up workers of three groups. The 1st group consisted of persons with normal hearing, the 2nd group – with SNHL of the I degree and the 3rd group – with SNHL of the II degree. The control group included unirradiated person with normal hearing.

It is believed that the peak modulation of the main components P_2 , N_2 of LHIP involve the limbico-reticular structures of the brain that play an important role in the human psycho-emotional state [17]. They are integrating system to perceive the irritation stimuli through sensory analyzers. The cortical brain activity is dependent on the human psycho-emotional state to a certain extent.

Таблиця 6

Показники ЛП піків основних компонентів ДСВП у осіб з нормальною гостротою слуху контрольної групи та в УЛНА на ЧАЕС трьох груп із різним станом слуху

Table 6

Indices of LP in peak of main LHIP components in persons with normal hearing acuity of control group and clean-up workers of three groups with different state of hearing

Показники ДСВП, мс Indices of LHIP, ms	Частота стимулу, кГц Frequency of stimulus, kHz	Групи спостережень / observation groups			
		Контроль Control	1	2	3
P ₂	1,0	177,8 ± 2,6	186,9 ± 2,3*	191,5 ± 3,5*	199,5 ± 3,4*
N ₂	1,0	258,2 ± 3,1	276,2 ± 3,9*	295,2 ± 3,3*	303,1 ± 4,1*

Примітка. * – різниця величин у обстежених групах порівняно з контрольною групою вірогідна, p < 0,05.
Note. * – the difference in the values of the examined groups compared with the control group is significant, p < 0.05.

Середньостатистичні часові показники ЛП піків основних компонентів ДСВП в УЛНА на ЧАЕС трьох груп із різним станом гостроти слуху наведені в табл. 6.

Як свідчать дані табл. 6, у обстежуваних групах УЛНА на ЧАЕС часові параметри ЛП піків основних компонентів P₂, N₂ ДСВП відрізнялись у порівнянні з показниками контрольної групи. Зміни досліджуваних компонентів у 1-ї групи з нормальним слухом відрізнялись від показників контрольної групи, що вказує на ранні доклінічні порушення у підкорково-коркових структурах АА, які вірогідно поглиблюються в осіб 2-ї та 3-ї групи зі зниженням слуху. Вони свідчать про затримку процесів сприймання та обробки сенсорної інформації на підкорково-коркових рівнях АА.

Окремо вивчені величини ЛП піків основних компонентів P₂ та N₂ ДСВП при звуковій стимуляції частотою 1,0 кГц в УЛНА на ЧАЕС трьох груп, відібраних для пролонгованих обстежень.

Особливістю параметрів ЛП піків компонентів P₂ та N₂ ДСВП в УЛНА на ЧАЕС 1-ї групи є значне їх збільшення при первинному обстеженні. Так, у 1986–1987 рр. зареєстроване у групі 1-А збільшення ЛП піків компонента P₂ ДСВП до (223,0 ± 2,1) мс, а у 1-Б групі – до (228,1 ± 3,5) мс, при контролі (175,0 ± 3,1) мс. Визначено у 1-А групі збільшення ЛП піків компонента N₂ ДСВП до (319,5 ± 3,5) мс, а у 1-Б групі – (326,1 ± 4,2) мс, при контролі (269,0 ± 4,8) мс. Через 1,5–3,0 роки після аварії відмічено їх поступове зменшення, а у другому та третьому десятиріччях – прогресуюче збільшення. Наприклад, у 2012–2015 рр. величина ЛП піків компонента P₂ ДСВП в осіб 1-Б групи була більшою, ніж в осіб 1-А групи, та становила (222,3 ± 2,1) мс проти (210,0 ± 1,8) мс.

The average statistical time indices of LP in peak of the main LHIP components in the clean-up workers of three groups with various hearing acuity are shown in Table 6.

The time of LP parameters in peaks of P₂ and N₂ components of main LHIP were different compared to the indices of control group according to the data of Table 6. Change in the studied components of the 1st group patients with normal hearing was differed from the indices of the control group, which indicate the early preclinical disturbances in subcortical-cortical acoustic analyzer that were probably deepened in patients of the 2nd and the 3rd groups with hearing loss. They testify to delayed processes of perception and processing of sensory information at subcortical-cortical levels of acoustic analyzer.

The values of PL in peaks of components P₂ and N₂ in major LHIP were separately studied under 1.0 kHz sound stimulation in the clean-up workers of three groups selected for prolonged examinations.

The feature of LP parameters in the peaks of P₂ and N₂ components of LHIP is their considerable increase in the 1st group at a primary examination. In 1986–1987 the increase in the peaks of P₂ component of LHIP by (223.0 ± 2.1) ms was registered in group 1-A and by (228.1 ± 3.5) ms – in group 1-B, in controls – (175.0 ± 3.1) ms. The increase in the peaks of N₂ component of LHIP by (319.5 ± 3.5) ms in group 1-A, and (326.1 ± 4.2) ms – in group 1-B, in controls – (269.0 ± 4.8) ms was revealed. Their gradual decrease was noted in 1.5–3.0 years after the accident and progressive increase – in the second and third decades. E.g. the LP in peaks of component P₂ in LHIP in individuals of 1-B group was larger and consisted of (222.3 ± 2.1) ms vs. persons of 1-A group (210.0 ± 1.8) ms in 2012–2015.

Особливістю показників ЛП піків компонентів P_2 та N_2 ДСВП в УЛНА на ЧАЕС 2-ї групи при первинному обстеженні є їх збільшення порівняно з контролем, проте вони менші, ніж в УЛНА на ЧАЕС 1-ї групи. Показник ЛП піків компонента P_2 ДСВП становив у 1986–1987 рр. у 2-А групі ($188,2 \pm 2,8$) мс, а у 2-Б – ($195,5 \pm 2,6$) мс. Показник ЛП піків компонента N_2 у 2-А групі – ($288,5 \pm 3,2$) мс, а у 2-Б – ($290,7 \pm 3,9$) мс. Варто акцентувати, що зміни величини ЛП піків компонентів P_2 та N_2 ДСВП у пацієнтів як 2-А, так 2-Б груп відмічені при дозі 0,2 Гр. Величини вищевказаних компонентів ДСВП у цій групі також залежні від дози. У динаміці трьох післяаварійних десятиріч в осіб 2-ї групи зафіксовано прогресуючий розвиток гальмівних процесів. Так, у кінці третього десятиріччя показники ЛП піків компонента P_2 ДСВП у 2-А та 2-Б групах дорівнювали відповідно ($205,1 \pm 2,3$) та ($210,6 \pm 1,2$) мс при контролі відповідного віку – ($191,0 \pm 2,1$) мс.

В УЛНА на ЧАЕС 3-ї групи до роботи у Чорнобильській зоні відчуження величини ЛП піків компонентів P_2 та N_2 ДСВП не відрізнялись від показників в осіб відповідних вікових категорій контрольної групи та становили відповідно для P_2 ($175,0 \pm 3,1$) мс. Особливістю змін ЛП піків компонентів P_2 та N_2 ДСВП в УЛНА на ЧАЕС 3-ї групи є прискорене їх подовження у віддалених десятиріччях. Так, зокрема, при обстеженні у 1995–1998 рр. в УЛНА на ЧАЕС 3-А групи величина ЛП піків компонента P_2 становила ($197,5 \pm 2,9$) мс, а у 3-Б групі – ($200,1 \pm 2,7$) мс при контролі у цій віковій категорії – ($183,1 \pm 2,6$) мс. У той же час встановлено, що у 3-А групі величина ЛП піків компонента N_2 становила ($289,0 \pm 2,6$) мс, а у 3-Б групі величина N_2 – ($292,3 \pm 3,1$) мс при контролі ($275,1 \pm 3,0$) мс. У 2012–2015 роках зафіксовані подальші зміни ЛП піків компонентів P_2 та N_2 ДСВП в УЛНА на ЧАЕС. Так, у 3-А групі показники ЛП піків компонента P_2 дорівнювали ($205,5 \pm 2,3$) мс, а у 3-Б групі – ($210,3 \pm 1,2$) мс. У тих же роках показники ЛП піків компонента P_2 ДСВП у 2-А та 2-Б групах дорівнювали відповідно ($203,2 \pm 2,3$) та ($200,8 \pm 3,2$) мс при контролі відповідного віку – ($191,0 \pm 2,1$) мс. Величини компонента N_2 у 3-А та у 3-Б групах дорівнювали відповідно ($308,1 \pm 1,6$) та ($312,1 \pm 1,2$) мс, а у 2-А та 2-Б групах – ($305,2 \pm 1,0$) і ($309,1 \pm 1,3$) мс при контролі ($294,0 \pm 1,5$) мс. Ці дані вказують на прискорене та більше поглиблення гальмівних процесів у підкоркових та коркових структурах акустичного аналізатора в УЛНА на ЧАЕС, які були під впливом тривалої дії ІР, та у пацієнтів другої групи, які заз-

Peculiarity of LP indices in peaks of P_2 and N_2 components in LHIP is their increase in clean-up workers of group 2 at the primary examination comparing to controls, however they are smaller than in clean-up workers of the 1st group. LP index of peaks in P_2 component of LHIP was (188.2 ± 2.8) ms in group 2-A, and (195.5 ± 2.6) ms – in 2-B group in 1986–1987. LP index of peaks in N_2 component was (288.5 ± 3.2) and (290.7 ± 3.9) ms respectively in groups 2-A, and 2-B. It is necessary to accentuate, that the changes of LP in peaks of the P_2 and N_2 components of LHIP in the persons of both the 2-A and 2-B groups were noted in a dose of 0.2 Gy. The progressive development of inhibitory processes was fixed in the persons of group 2 in the post-accident three decades. So, the index of LP peaks in P_2 component of LHIP amounted (203.1 ± 2.3) and (208.6 ± 1.2) ms in 2-A and 2-B groups respectively, in the controls of the respective age – (191.0 ± 2.1) ms at the end of the third decade.

LP values of peaks in P_2 and N_2 components of LHIP were no different from that of people in the relevant age categories of the control group and consisted of (175.0 ± 3.1) ms for P_2 in clean-up workers of the group 3 before the work in Chernobyl exclusion zone. Their accelerated prolongation in remote decades is the peculiarity of changes in LP peaks of components P_2 and N_2 of LHIP in clean-up workers of the group 3. So, in particular, the value of LP peaks of component P_2 was (197.5 ± 2.9) ms in the group 3-A and (200.1 ± 2.7) ms – in the group 3-B while in control – (183.1 ± 2.6) ms in this age category in the examinations in 1995–1998. It was established that the value of LP peaks of component N_2 was (289.0 ± 2.6) ms in the group 3-A and N_2 value – (292.3 ± 3.1) ms in the group 3-B, while in controls – (275.1 ± 3.0) ms. Further changes in size of LP peaks in P_2 and N_2 components of LHIP were recorded in the clean-up workers in 2012–2015. The values of N_2 component were (308.1 ± 1.6) and (312.1 ± 1.6) ms in the groups 3-A and 3-B respectively, and (305.2 ± 1.0) and (309.1 ± 1.3) ms in the groups 2-A and 2-B, while in controls – (294.0 ± 1.5) ms. These data indicate a more rapid and deepening inhibitory processes in cortical and subcortical structures of acoustic analyzer in clean-up workers who were exposed to prolonged effect of IR with similar doses of the group 2 patients

нали відносно короткочасного впливу ІР в аналогічних дозах.

При кореляційному аналізі відзначено прямий зв'язок між величинами ЛП піка компонента N₂ ДСВП та порогами 100 % розбірливості мовних тестів в УЛНА на ЧАЕС, який дорівнює $r = 0,71$, що підтверджує однонаправленість гальмівних процесів у коркових структурах акустичного аналізатора за даними ДСВП і мовної аудіометрії.

ВИСНОВКИ

1. Визначено, що вестибулярна та акустична дисфункції в учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС проявляються клініко-електрофізіологічними змінами на рівні центральних структур досліджуваних аналізаторів, які вказують на паралелізм спільного механізму детермінованих радіаційних ефектів при дозі 0,20 Гр, їх додозалежність у динаміці післяварійних років.
2. Встановлено, що вестибулярна дисфункція в УЛНА на ЧАЕС проявляється клінічно раніше, а електроакустичні та електрофізіологічні зміни при нормальному слуху свідчать про доклінічні гальмівні процеси у стовбуромозкових та підкорково-коркових структурах акустичного аналізатора у ранні післяварійні роки.
3. Виявлено особливості клінічного перебігу вестибулярної та акустичної дисфункцій при довгостроковому моніторингу при короткочасній дії іонізуючої радіації у великих дозах, а при аналогічних малих дозах при тривалій дії іонізуючої радіації прояв змін більший та прискорений у часі, ніж при відносно короткочасній.
4. Досліджено вірогідне передчасне зростання зниження слуху за типом presbycusis praecox в УЛНА на ЧАЕС відповідних вікових категорій, що є одним із симптомів передчасного старіння організму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Звіт про роботу ДУ «Національний науковий цент радіаційної медицини Національної академії медичних наук» за 2012 рік / Д. А. Базика, В. О. Сушко, А. А. Чумак [та ін.] // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. - 2013. - Вип. 18. - С. 12-19.
2. Эпидемиологические исследования и оценка влияния малых доз ионизирующего излучения на развитие неопухолевых заболеваний у пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС / В. О. Бузунов, Л. И. Красникова, Е. А. Пирогова [и др.] // Проблеми радіаційної медицини і радіобіології. - 2008. - Вип. 13. - С. 199-207.
3. Базаров В. Г. Клиническая вестибулометрия / В. Г. Базаров. - Київ : Здоров'я, 1988. - 200 с.

who were exposed to relatively short-term impact of IR.

A direct correlation ($r = 0.71$) between the size of LP peak in the N₂ component of LHIP and thresholds of 100 % legibility of linguistic tests was noted in clean-up workers confirming one directed inhibitory processes in cortical structures of acoustic analyzer according to LHIP data and language audiometry.

CONCLUSIONS

1. It was registered, that vestibular and acoustic dysfunctions in the clean-up workers are manifested by clinical and electrophysiological changes at the level of central structures of studied analyzers, that indicate the parallelism of common mechanism of determined radiation effects at a dose of 0.20 Gy, and also their dose dependence in dynamics of post-accidental years.
2. Vestibular dysfunction in the clean-up workers is early manifested clinically, and electroacoustic and electrophysiological changes in the normal hearing are an evidence of early preclinical inhibitory processes in the brain stem and subcortical-cortical structures of acoustic analyzer in early post-accidental years.
3. The peculiarities of clinical course of the vestibular and acoustic dysfunctions were revealed in short-term effects of ionizing radiation at high doses in long-term monitoring, and manifestation of changes that was bigger and accelerated in time in similar small doses under prolonged effect than in relative short-term ones.
4. Significant premature increase in hearing loss by the presbycusis praecox type in the clean-up workers of corresponded age categories, which is one of the symptoms of premature aging was studied.

REFERENCES

1. Bazyka D, Susko V, Chumak A, Buzunov V, Talko V, Yanovych L. [State Institution «National Research Center for Radiation Medicine of National Academy of Medical Sciences of Ukraine» 2012: annual report]. Probl Radiac Med Radiobiol. 2013;18:12-9. Ukrainian.
2. Buzunov VO, Krasnikova LI, Pirogova YeA, et al. [Epidemiological studies and evaluation of the influence of small doses of ionizing radiation on the development of non-neoplastic diseases in victims of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Probl Radiac Med Radiobiol. 2008; 13: 199-207. Russian.
3. Bazarov VG. [Clinical vestibulometry]. Kyiv: Zdorovia; 1988. 200 p. Russian.

4. Благовещенская Н. С. Отоневрологические симптомы и синдромы / Н. С. Благовещенская. - Изд. 2-е, доп. - М. : Медицина, 1990. - 387 с.
5. Бабияк В. И. Клиническая вестибулология: руководство для врачей / В. И. Бабияк, А. А. Ланцов, В. Г. Базаров. - СПб : Гиппократ; СПб НИИ по болезням уха, горла, носа и речи, 1996. - 332 с.
6. Солдатов И. Б. Вестибулярная дисфункция / И. Б. Солдатов, Г. П. Сущева, Н. С. Храппо. - М. : Медицина, 1980. - 288 с.
7. Стан нервової системи, органів чуття та психічного здоров'я персоналу зони відчуження. - Чорнобиль. Зона відчуження : зб. наук. праць / А. І. Нягу, Н. Ю. Чупровська, К. М. Логановський К.М. [та ін.]. - Київ : Наук. думка, 2001. - С. 189-225.
8. Nervous system / A. I. Nyagu, K. N. Loganovsky, N. Yu. Chuprovskaya [et al.]. - Health effects of Chomobyl accident / ed. by A. Vozianov, V. Bebesko, D. Bazyka. - Kyiv : DIA, 2003. - Pt. 2, Ch. 9. - P. 143-176.
9. Негативна регуляція довжини теломер генами TERF1 і генами TERF2 при когнітивному дефіциті у віддаленому періоді після опромінення у малих дозах / Д. А. Базика, І. М. Ільєнко, К. М. Логановський [та ін.] // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. - 2014. - Вип. 19. - С. 170-185.
10. Mishchanchuk N. Vestibular dysfunction in the Chernobyl clean-up workers in the dynamics of post-accidental period. Morbidity and risks for development of vestibular dysfunction: results of mathematical modeling / N. Mishchanchuk, Yu. Sushko // Health effects of the Chernobyl accident - a Quarter of Century Aftermath / A. Serdiuk, V. Bebesko, D. Bazuka, S. Yamashita (eds.). - Kyiv : DIA, 2011. - Ch. 18.3. - P. 522-553.
11. Радіаційно індуквані ризики розвитку вестибулярної дисфункції у ліквідаторів наслідків аварії на ЧАЕС / В. О. Бузунов, П. А. Федірко, Н. С. Міщанчук, Н. І. Стрій // Вісн. наук. досліджень. - 2005. - № 1. - С. 98-100.
12. Базаров В. Г. Оценка нарушений слуха при различных формах тугоухости / В. Г. Базаров, А. И. Розкладка // Журн. вушних, носових та горлових хвороб. - 1995. - № 3. - С. 200-210.
13. Показатели аудиометрии и импедансометрии у лиц, подвергшихся радиационному облучению при ликвидации аварии на ЧАЭС / Д. И. Заболотный, Т. В. Шидловская, Н. С. Мищанчук, А. И. Котов // Тез. докл. науч.-практ. конф. оториноларингологов и итог. науч. сессии Ленингр. НИИ уха, горла, носа и речи, 15-17 нояб. 1990 г. - Л., 1990. - С. 94-96.
14. Состояние слуховой функции по данным аудиометрии и динамической импедансометрии у лиц, подвергшихся радиационному облучению при ликвидации аварии на ЧАЭС / Д. И. Заболотный, Т. В. Шидловская, Н. С. Мищанчук, А. И. Котов // Вестн. оториноларингологии. - 1992. - № 1. - С. 11-14.
15. Міщанчук Н. С. Показники функціонального стану зовнішніх волоскових клітин внутрішнього вуха в УЛНА на ЧАЕС із слуховими порушеннями у віддаленому післяаварійному періоді / Н. С. Міщанчук, О. І. Радченко, В. Е. Федорук // Журн. вушних, носових і горлових хвороб. - 2007. - № 5. - С. 56-57.
16. Mishchanchuk N. Sensor neural diminished hearing in persons exposed as a result of the Chernobyl catastrophe, in the dynamics of post-accidental period / N. Mishchanchuk, Yu. Sushko // Health effects of the Chernobyl
4. Blagoveshchenskaya NS. [Otoneurological symptoms and syndromes]. Moscow: Meditsina; 1990. 327 p. Russian.
5. Babiyak VI, Lantsov AA, Bazarov VG [Clinical vestibulology: manual for physicians]. St. Peterburg: Hippocrates; 1996. 332 p. Russian.
6. Soldatov YB, Suscheva GP, Chrappo GP. [Vestibular dysfunction]. Moscow: Meditsina, 1980. 288 p. Russian.
7. Nyahu AI, Chuprovs'ka NYu, Loganovsky KM, Vaschenko OA, Zazymko PM, Yuryev KL, Kostyuchenko VH, Plachynda Yul, Zdorenko LL, Mishchanchuk NS, Umovist NM [State of the nervous system, sense organs and mental health in personnel of exclusion zone]. In: Chornobyl. Exclusion zone. Kyiv: Naukova dumka; 2001. p. 189-225. Ukrainian.
8. Nyagu AI, Logonovsky KN, Chuprovskaya NYu, et al. [Nervous system]. In: Vozianov A, Bebesko V, Bazyka D, editors. Health effects of Chomobyl accident. Pt. 2, Ch. 9. Kyiv: DIA; 2003. p. 143-76. Russian.
9. Bazyka DA, Ilyenko IM, Loganovsky KN, Benotmane MA, Chumak SA. [TERF1 and TERF2 downregulate telomete length incognitive deficit at the late period after low-dose exposure]. Probl Radiac Med Radiobiol. 2014;19:170-85. Ukrainian.
10. Mischanchuk N, Sushko Yu. [Vestibular dysfunction in the Chernobyl clean-up workers in the dynamics of post-accidental period. Morbidity and risks for development of vestibular dysfunction: results of mathematical modeling]. In: Serdiuk A, Bebesko V, Bazyka D, Yamashita S, editors. Health effects of the Chernobyl accident - a quarter of century aftermath. Kyiv: DIA; 2011. p. 522-53. Ukrainian.
11. Buzunov IN, Fedirko PA, Mischanchuk NS, Striy NI. [Radiation-induced risk of vestibular dysfunction in clean-up workers]. Visnyk Naukovykh doslidzhen. 2005;1:98-100. Ukrainian.
12. Bazarov VG, Rozkladka AI. [Estimation of hearing disorders in different forms of diminished hearing]. Zhurnal vushnykh, nosovykh i horlovykh khvorob. 1995;3:28-33. Ukrainian.
13. Zabolotnyi DI, Shydovskaya TV, Mishchanchuk NS, Kotov AI. [Indicators of audiometry and impedansometry in individuals exposed to radiation during clean-up work at the Chernobyl NPP]. In: Abstracts of scientific and practical conference of otolaryngologists and final scientific session of the Leningrad Institute of ear, nose, throat and speech; 1990 Nov 15-17; Leningrad, Russia. Leningrad; 1990. p. 94-6. Russian.
14. Zabolotnyi DI, Shydovskaya TV, Mishchanchuk NS, Kotov AI. [State of auditory function by the data of audiometry and dynamic impedansometry in persons, exposed to ionizing irradiation at the clen-up work of Chernobyl accident]. Vestnik otorinolaringologii. 1992;1:11-4. Russian.
15. Mishchanchuk NS, Radchenko OI, Fedoruk VYe. [Indicators of functional state of the external Corti's cells in the inner ear in the clean up workers with hearing disorders in the remote post-accidental period]. Zhurnal vushnykh, nosovykh i horlovykh khvorob. 2007;5:56-7. Ukrainian.

accident - a Quarter of Century Aftermath / A. Serdiuk, V. Bebeshko, D. Bazuka, S. Yamashita (eds.). - Kyiv : DIA, 2011. - Ch. 18.2. - P. 511-521.

17. Таварткиладзе Г. А. Руководство по клинической аудиологии / Г. А. Таварткиладзе. - М. : Медицина, 2013. - 676 с.

16. Mishchanchuk N, Sushko Yu. [Sensor neural diminished hearing in persons exposed as a result of the Chernobyl catastrophe, in the dynamics of post-accidental period]. In: Serdiuk A, Bebeshko V, Bazyka D, Yamashita S, editors. Health effects of the Chernobyl accident - a quarter of century aftermath. Kyiv: DIA; 2011. p. 511-21. Ukrainian.

17. Tavartkiladze GA. [Guide to Clinical Audiology]. Moscow: Meditsina; 2013. 676 p. Russian.

Стаття надійшла до редакції 23.05.2016

Received: 23.05.2016