

УДК: 612.4: 616-008.9:616-001.28

О. В. Камінський¹✉, О. В. Копилова¹, Д. Є. Афанасьєв¹, К. М. Логановський¹, В. В. Талько¹,
І. М. Муравйова¹, І. Г. Чикалова¹, О. В. Тепла¹, І. О. Кисельова², Н. В. Брильова¹,
К. О. Грищенко¹, Л. О. Цвет¹, О. Я. Плескач¹

¹Державна установа «Національний науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України», вул. Юрія Іллєнка, 53, м. Київ, 04050, Україна

²Київський міський клінічний ендокринологічний центр, вул. Рейтарська, 22, м. Київ, 01034, Україна

ГІПЕРПАРАТИРЕОЗ ТА УРАЖЕННЯ ПРИЩИТОПОДІБНИХ ЗАЛОЗ У ОСІБ, ОПРОМІНЕНИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС

Мета: дослідити стан прищитоподібних залоз у осіб, які зазнали опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС, порівняти із загальною популяцією мешканців України.

Матеріали та методи. Нами було обстежено 1348 осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, та 655 осіб із загальної популяції мешканців України. Всім пацієнтам було проведено ультразвукове дослідження щитоподібної та прищитоподібних залоз (ПЩЗ). Була відпрацьована методика скринінгового ультразвукового дослідження ПЩЗ, що призвело до підвищення ефективності їх візуалізації. Додатково проводилось вибіркоче дослідження рівня 25-гідроксिवітаміну D (25(OH)D), паратгормону та іонізованого кальцію у сироватці крові, деяких інших показників.

Результати. Через 27–32 роки після опромінення виявлено високу частоту гіперплазій ПЩЗ у осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, передусім в евакуйованих з 30-кілометрової зони відчуження (71,4 %; $\chi^2_{\text{Ятса}} = 24,1$; $p = 0$) і мешканців радіоактивно забруднених територій (41,7 %; $\chi^2_{\text{Ятса}} = 6,45$; $p \leq 0,01$) без первинного гіперпаратиреозу. Встановлено високу поширеність нестачі/дефіциту вітаміну D у усіх групах дослідження: серед осіб із загальної популяції мешканців України – 83,1 %, та дещо кращий статус за вітаміном D в осіб, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС (78,7 %). Частота гіперпаратиреозу, переважно вторинного (нормокальціємічного), становила 33,8 % серед осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС ($p \geq 0,3$), і була дещо вищою, ніж в загальній популяції українців (26,1 %), незважаючи на кращу забезпеченість вітаміном D.

Висновки. Загалом населення України має поширену нестачу/дефіцит вітаміну D (понад 78,7 %), що створює негативну базу для більшого поширення порушень здоров'я, пов'язаних з дисфункціями кальцієво-фосфорного обміну у вигляді гіперплазії ПЩЗ і коморбідних станів з боку опорно-рухового апарату, імунної, серцево-судинної, ендокринної систем. Такі зміни повинні посилюватися при вторинному збільшенні секреції паратгормону (26,1 %). Більша частота нормокальціємічних гіперпаратиреозів (33,8 % проти 26,1 %) на тлі кращої забезпеченості вітаміном D серед опромінених осіб, свідчить про існування інших чинників, до яких з найбільшою вірогідністю можна віднести минулий комбінований вплив радіонуклідів аварійного чорнобильського викиду і зовнішнє опромінення ПЩЗ. Це могло б пояснити більшу кількість гіперплазій ПЩЗ та гіперпаратиреозу серед опромінених, але потребує проведення додаткових уточнюючих досліджень, з деталізацією даних за групами постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС і обов'язковим виділенням учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС йодного періоду 1986 р. та розширенням кількості обстежених осіб, опромінених внутрішньоутробно.

Ключові слова: аварія на ЧАЕС, опромінення, постраждалі внаслідок аварії, учасники ліквідації наслідків аварії, іонізуюче випромінювання, прищитоподібні залози, гіперплазія, гіперпаратиреоз, щитоподібна залоза.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2019. Вип. 24. С. 380–394. doi: 10.33145/2304-8336-2019-24-380-394

✉ Камінський Олександр Валентинович, e-mail: endocriner@gmail.com

O. V. Kaminskyi¹✉, O. V. Kopylova¹, D. E. Afanasyev¹, K. M. Loganovsky¹, V. V. Talko¹,
I. M. Muraveva¹, I. G. Chikalova¹, O. V. Tepla¹, I. O. Kiseliova², N. V. Bryliova¹, K. O. Gryschenko¹,
L. O. Tsvet¹, O. Ya. Pleskach¹

¹State Institution «National Research Center for radiation Medicine of the National Academy of medical Sciences of Ukraine», 53 Yury Illienko str., Kyiv, 04050, Ukraine

²Kyiv City Clinical Endocrinology Center, 22 Reitarska str., Kyiv, 01034, Ukraine

HYPERPARATHYROIDISM AND PARATHYROID LESIONS IN THE ChNPP ACCIDENT SURVIVORS

Objective. Study of the status of parathyroid glands in individuals exposed to ionizing radiation as a result of the ChNPP accident and comparison with the general population of Ukraine.

Materials and methods. Subjects exposed as a result of the ChNPP accident (n = 1,348) and people from the general population of Ukraine (n=655) were examined. Diagnostic ultrasound scan of thyroid and parathyroid glands (PTG) was conducted in all study subjects. The technique of parathyroid ultrasound screening was developed, which led to an increase in the efficiency of their imaging. Additionally, the 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D), parathyroid hormone, ionized calcium and some other parameters were selectively assayed in serum.

Results. High incidence of parathyroid hyperplasia was detected 27–32 years after the irradiation in persons exposed as a result of the ChNPP accident, especially in evacuees from the 30-km exclusion zone (71.4%; χ^2_{Yates} = 24.1; $p = 0$) and residents of radiologically contaminated territories (41.7%; χ^2_{Yates} = 6.45; $p \leq 0.01$) having no primary hyperparathyroidism. High prevalence of vitamin D insufficiency and deficiency was revealed in all study subgroups, namely in 83.1 % of the general population of Ukraine along with a bit better vitamin D status in the ChNPP accident survivors i.e. the vitamin insufficiency and deficiency was found in 78.7 % of them. Incidence of hyperparathyroidism, predominantly of the secondary (normocalcemic) one, was 33.8 % among persons exposed as a result of the ChNPP accident ($p \geq 0.3$) being somewhat higher than in the general population of Ukraine (26.1%), despite above-mentioned better supply of vitamin D.

Conclusions. There is a widespread insufficiency or deficiency of vitamin D (over 78.7%) in the population of Ukraine in general providing an unfavorable background for the higher prevalence of health disorders associated with calcium and phosphorus metabolism. The latter features parathyroid hyperplasia and musculoskeletal, immune, cardiovascular, and endocrine system comorbidities. Such disorders should exacerbate with a secondary increase in parathyroid hormone secretion (26.1 %). Higher incidence of normocalcemic hyperparathyroidism (33.8% versus 26.1%) against a background of better vitamin D status among irradiated individuals indicates the existence of other factors, where the past combined effects of Chernobyl radioactive fallout and external parathyroid exposure are most likely to be involved. This could explain the greater number of cases of parathyroid hyperplasia and hyperparathyroidism among the exposed subjects. However the additional precise studies are required here with clarification of the personal data in population groups of the ChNPP accident survivors. Participants of the ChNPP accident clean-up work in the «iodine period» of 1986 are of especial concern here. Besides that, the study population should be expanded with inclusion of subjects exposed in prenatal period.

Key words: ChNPP accident, irradiation, accident survivors, participants of the ChNPP accident clean-up work, ionizing radiation, parathyroids, hyperplasia, hyperparathyroidism, thyroid gland.

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2019;24:380-394. doi: 10.33145/2304-8336-2019-24-380-394

ВСТУП

Під час аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) у 1986 р. стався значний викид радіоактивних ізотопів у зовнішній простір, переважно йоду і цезію, які інгаляційно або через продукти харчування, потрапили до організму постраждалих осіб (мешканців радіоактивно забруднених територій,

INTRODUCTION

There was a significant environmental release of radioactive isotopes with subsequent fallout after the Chernobyl NPP (ChNPP) accident in 1986. Spectrum of abovementioned isotopes mainly included the iodine and cesium, which were inhaled or incorporated with foodstuffs by the survivors, namely the inhabitants of the

✉ Oleksiy V. Kaminskyi, e-mail: endocriner@gmail.com

евакуйованих з 30-кілометрової зони відчуження, учасників ліквідації наслідків аварії (УЛНА), дітей, які були опромінені внутрішньоутробно). Частина цих осіб не тільки накопичувала ізотопи, але й зазнала зовнішнього впливу γ -випромінювання на гормонопродуруючі клітини. Таким чином, існувала комбінація радіаційних чинників (інкорпорованих та зовнішніх), які негативно вплинули на стан центральних і периферичних ендокринних органів осіб, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Це сприяло розвитку низки клініко-функціональних порушень, незлоякісних ендокринних захворювань (тиреоїдних – вузловий зоб, аутоімунний тиреоїдит, гіпотиреоз; нетиреоїдних – переддіабет і діабет, передожиріння і ожиріння, метаболічний синдром, синдром дисфункції гіпоталамусу), частота яких статистично вірогідно вища, ніж в загальній популяції мешканців України [1–27].

Новим незлоякісним аспектом радіаційного опромінення ендокринної системи, в т. ч. як наслідок аварії на ЧАЕС, є ураження прищитоподібних залоз (ПЩЗ) [22, 24, 25, 27, 28]. Відомим фактом є здатність щитоподібної залози (ЩЗ) накопичувати різні ізотопи, це призводить до того, що й сама вона стає вторинним α -, β - та γ -випромінювачем для навколишніх тканин. Анатомічно впритул до неї розташовані ПЩЗ, які не тільки самі накопичують тропні ізотопи (йоду, стронцію, цезію, деякі інші), але й зазнають додаткової дії «тиреоїдного» випромінювання, що значно підвищує ефективні дози опромінення для них та може призводити до ураження клітин і виникнення їхньої дисфункції. Тому можна очікувати значних відтермінованих порушень у системі регуляції ПЩЗ та фосфорно-кальцієвого обміну у віддаленому періоді Чорнобильської аварії. Аналогічна ситуація повинна бути характерною і для аварії на Фукусімі (2011). Існує низка публікацій, що демонструють тропність ізотопів цезію (^{131}Cs , ^{137}Cs , ^{134}Cs) і стронцію (^{90}Sr) до клітин ПЩЗ та кісткової тканини (стронцій діє як антагоніст кальцію) [28–30].

Первинний гіперпаратиреоз – рідкісне ускладнення після терапії радіоактивним йодом, як правило, латентний період його розвитку – понад 10 років після радіаційного опромінення [31]. Гіперпаратиреоз було діагностовано після зовнішнього променевого впливу на ділянки голови та шиї при лікуванні доброякісних і злоякісних новоутворень [32–33]. Декілька досліджень свідчать, що опромінення ПЩЗ через певний час призводить до виникнення гіперпаратиреозу. Так, показано, що

radioactively contaminated territories, evacuees from the 30-km exclusion zone, ChNPP accident clean-up work participants (ACUWP), and children irradiated prenatally. Some of these individuals have not only incorporated isotopes, but also were exposed to γ -radiation exposure of the hormone-producing cells. Thus, there was a combination of two radiation factors that adversely affected the central and peripheral endocrine organs of the ChNPP accident survivors. This contributed to the development of a number of clinical and functional disorders, including non-malignant endocrine diseases i.e. thyroid (nodular goiter, autoimmune thyroiditis, hypothyroidism) and non-thyroid (prediabetes and diabetes mellitus) disorders, overweight, obesity, metabolic syndrome, and syndrome of hypothalamic dysfunction. Incidence of abovementioned disorders in survivors is significantly higher than in the general population of Ukraine [1–27].

Parathyroid gland (PTG) injury is a newly recognized non-malignant aspect of the radiation exposure of endocrine system, including the ChNPP accident aftermath [22, 24–28]. Capability of thyroid gland to accumulate a range of isotopes is a known fact. As a result the thyroid itself becomes a secondary α -, β - and γ -emitter for the surrounding tissues. PTGs are anatomically close to it and not only accumulate the tropical isotopes (iodine, strontium, cesium, and some others) themselves but are also exposed to an additional «thyroid» radiation, which significantly increases the effective radiation doses on them predisposing to cell damage and dysfunction. Therefore, the significant delayed disorders in the system of regulation of PTG and phosphorus-calcium metabolism can be expected in the late period of the ChNPP accident. There should be a similar situation after the Fukushima Daiichi NPP accident in Japan (2011). There is a number of scientific publications demonstrating the toxicity of cesium (^{131}Cs , ^{137}Cs , ^{134}Cs) and strontium (^{90}Sr) isotopes towards the PTG cells and bone tissue (strontium acts as a calcium antagonist) [28–30].

Primary hyperparathyroidism is a rare complication after radioactive iodine treatment. As a rule, a latent period of its development is more than 10 years upon exposure [31]. Hyperparathyroidism was diagnosed after external radiation exposure to the head and neck in the treatment of benign and malignant tumors [32–33]. Several studies have suggested that PTG irradiation lead to hyperparathyroidism over time. Thus, it is shown that an increase in the incidence of hyperparathyroidism in irradiated per-

збільшення частоти гіперпаратиреозу в опромінених осіб у 2,5 раза вище, ніж у загальній популяції, з латентним періодом 20–46 років [31]. В дослідженні Boehm (2011) з'ясовано [28], що в УЛНА на ЧАЕС з I–II стадіями гострої променевої хвороби через 24 роки (з 2009 р.) ризик первинного гіперпаратиреозу був значно вищим у 25 % осіб, з коефіцієнтом шансів 63,4 (95 % довірчий інтервал [CI], 35,7–112,5), за визначенням авторів – при нормальних рівнях вітаміну D (25(OH)D). Однак наш критичний аналіз цієї публікації свідчить про те, що наведений авторами середній рівень вітаміну 25(OH)D був нижчим за рекомендований від 30 нг/мл, а це свідчить про часткову наявність вторинного або третинного гіперпаратиреозу, які у більшості випадків в подальшому не потребують хірургічного лікування, а підлягають терапії вітаміном D.

Підвищений ризик розвитку гіперпаратиреозу встановлено Fujiwara (1992) серед осіб, які вижили після атомного бомбардування у Хіросімі [34]. В деяких дослідженнях наслідків впливу радіотерапії вказується на розвиток стійкого гіпаратиреозу [35]. За однією з оцінок, критичною дозою опромінення для розвитку гіпаратиреозів після лікування хвороби Грейвса (дози 2–38 мКи) є 140–750 cGy [36].

Таким чином, попередні дослідження, в т. ч. після атомного бомбування у Хіросімі, свідчать, що аварійне або ятрогенне опромінення ПЩЗ може призводити як до гіперпаратиреозу (первинного, вторинного, третинного), так і до стійкого гіпаратиреозу, з латентним періодом понад 20 років.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідити стан прищитоподібних залоз у осіб, які зазнали опромінення внаслідок аварії на ЧАЕС, порівняти із загальною популяцією мешканців України.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

При проведенні проспективного дослідження в умовах стаціонару ННЦРМ було обстежено 1348 осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, через 27–32 роки після дії іонізуючого випромінювання: УЛНА на ЧАЕС (1986–1990 рр.), евакуйовані з 30-кілометрової зони видчуження (26.04 – 05.05.1986 р.), опромінені внутрішньоутробно (народжені в період з 26.04.1986 по лютий 1987 рр.). Мешканці радіоактивно забруднених територій (2293 населених пунктів, ~ 1,54 млн українців) впродовж багатьох поаварійних років проживають на радіоактивно забруднених

sons is 2.5 times higher than in the general population. Latent period at that is 20–46 years [31]. In a study by Boehm (2011) it was found [28] that at the ChNPP ACUWP who had survived the stage I–II of acute radiation sickness have got 24 years later (since 2009) a significantly higher risk of primary hyperparathyroidism in 25% of them with odds ratio 63.4 (95% confidence interval [CI], 35.7–112.5). Serum levels of vitamin D (25(OH)D) were normal in those cases. However, our critical review of this publication indicates that the stated average vitamin 25(OH)D level was lower than the recommended value of 30 ng / ml, indicating a partial presence of secondary or tertiary hyperparathyroidism, when subsequently no surgical treatment is required in most cases, but vitamin D administration is indicated.

An increased risk of hyperparathyroidism has been established by Fujiwara (1992) among survivors of the atomic bombing in Hiroshima [34]. In some studies the effects of radiotherapy have been shown to develop a persistent hypoparathyroidism [35]. According to one estimate, 140–750 cGy is a critical radiation dose for the development of hypoparathyroidism after treatment of Graves' disease (2–38 mCi) [36].

Thus, previous studies including the research in A-bombing survivors in Hiroshima indicate that radiation emergency or iatrogenic PTG irradiation can lead to both hyperparathyroidism (primary, secondary, tertiary) and persistent hypoparathyroidism with a latency period of more than 20 years.

OBJECTIVE

Study of the status of parathyroid glands in individuals exposed to ionizing radiation as a result of the ChNPP accident and comparison with the general population of Ukraine.

MATERIALS AND METHODS

Subjects exposed to ionizing radiation as a results of the ChNPP accident (n=1,348) were involved in the prospective study at the National Research Center for Radiation Medicine Clinic 27–32 years upon exposure. Study group included the ChNPP ACUWP of 1986–1990 period, evacuees from the 30-km exclusion zone (from 26.04.1986 till 05.04.1986), and persons exposed in prenatal period i.e. born since 26.04.1986 till 25.01.1987. Residents of radiologically contaminated territories (~1.54 million Ukrainians in 2,293 settlements)

територіях, вживають продукти, що можуть містити певну кількість ізотопів (цезій, якийсь час стронцій). Обстежено 655 осіб із загальної популяції мешканців України, які не належать до категорії осіб, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС (контроль), обстежені амбулаторно, переважно мешканці м. Київ або Київської області. Пацієнти обох груп, віком 18–75 років, були направлені на ультразвукове дослідження (УЗД) з різних причин, мали широкий спектр патології (серцево-судинної, нервової, шлунково-кишкової, ендокринної або інших систем), або вважалися здоровими. Критерії включення в дослідження: залучалися всі пацієнти, що проходили обстеження в клініці в умовах стаціонару або амбулаторно, незалежно від супутньої патології або її відсутності, яким проводилось УЗД ЩЗ та ПЩЗ. Всім пацієнтам було запроваджено проведення УЗД ЩЗ та ПЩЗ. В окремих випадках додатково проводилось вибіркове дослідження вмісту вітаміну 25(OH)D у сироватці крові, а також паратгормону та іонізованого кальцію, деяких інших показників.

Нами була відпрацьована методика скринінгового ультразвукового дослідження ПЩЗ, яка дозволила підвищити ефективність їх візуалізації [22]. Ультразвукове дослідження ЩЗ проводили на апараті «Nemio XG SSA-58A» (Японія) в режимі реального часу з використанням лінійного датчика з частотою 7,5 МГц.

Натепер УЗД ПЩЗ не стандартизовано, відсутні єдині клініко-діагностичні підходи. Тому нами проведено окреме дослідження, яке дозволило підвищити ефективність візуалізації ПЩЗ та вдосконалити протокол з УЗД (рис. 1).

Гіперплазія ПЩЗ (МКХ-10: E21.0 та E21.5) виявлялася за допомогою УЗД на загальних принципах [37–40]. Відомі окремі публікації та розрізнені

have been living there for many years since the accident, consuming food products that may contain a certain amount of radioactive isotopes of cesium and strontium (the last one for a quite some time). Persons from the general population of Ukraine (n=655, mainly residents of Kyiv or Kyiv region) not attributed to the category of the ChNPP accident survivors (control) were examined in an outpatient settings. Patients in both subgroups aged 18–75 years were referred for diagnostic ultrasound for various reasons having a wide spectrum of cardiovascular, nervous, gastrointestinal, endocrine, or other system diseases, or were considered healthy. All the patients undergoing either inpatient or outpatient screening regardless of concomitant diseases but having passed the thyroid and PTG ultrasound were enrolled. A repeated thyroid and PTG ultrasound was administered to all the patients. In some cases an extra assay of serum content of vitamin 25(OH)D, parathyroid hormone, ionized calcium, and some other parameters was conducted.

We have worked out a method of the PTG screening ultrasound, which made it possible to improve the efficiency of their imaging [22]. The diagnostic PTG ultrasound was performed on the «Nemio XG SSA-58A» unit (Japan) in real time mode using a 7.5 MHz linear transducer.

At present, the PTG ultrasound imaging is not standardized, and there are no common clinical diagnostic approaches. So, we have conducted a separate study to improve the PTG imaging efficiency and diagnostic ultrasound protocol (Fig. 1).

The PTG hyperplasia (ICD-10: E21.0 and E21.5) was detected at diagnostic ultrasound according to the general principles [37–40]. There are some

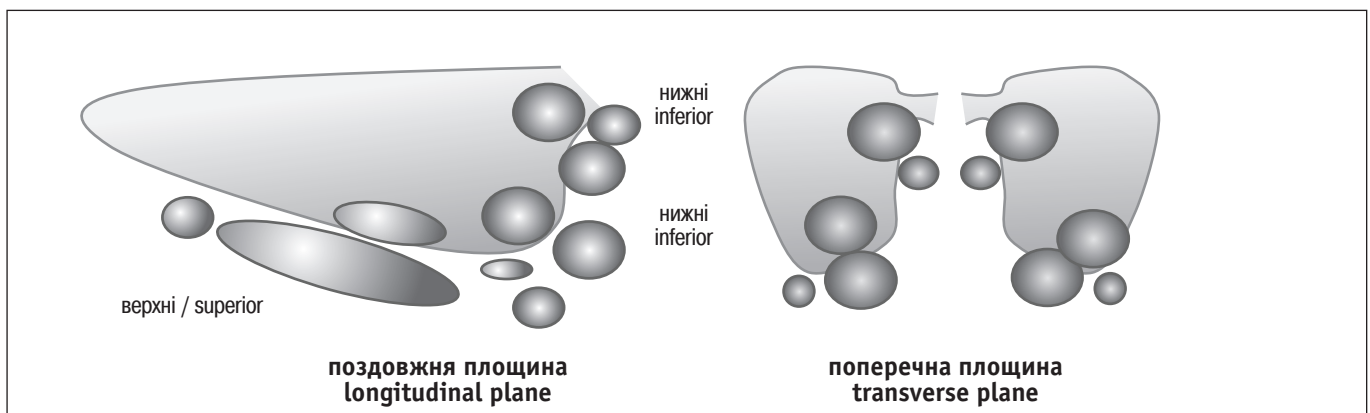


Рисунок 1. Схематичне зображення типового розташування прищитоподібних залоз (верхніх і нижніх) по відношенню до щитоподібної залози при ультразвуковому дослідженні (Камінський О.В.®).

Figure 1. Schematic representation of the typical location of parathyroids (upper and lower) relatively to thyroid under diagnostic ultrasound (Kaminskyi O.V.®).

думки щодо УЗД ПЩЗ, зокрема, топічної діагностики, розмірів, еволюції патологічних змін. У пересічного населення гіперплазія ПЩЗ зазвичай виявляється при УЗД у 5–7 % осіб, дорослого віку [37–40]. Ми приймали за нормальні розміри ПЩЗ до 5 мм, форма – «рисового зернятка», за ехогенністю – збіг з тканиною ЩЗ [22, 38–43]. За різними джерелами, ПЩЗ – це епітеліальні тільця розміром до 1,5–5 мм, масою 0,3–0,5 г [44–45].

Зазвичай у людини є чотири ПЩЗ (у 3–5% випадків може бути одна або більше – від 5 до 12), по дві з кожного боку ЩЗ: дві верхні розташовані, як правило, на межі між верхньою і середньою третинною частки ЩЗ; дві нижні знаходяться біля нижнього полюсу частки ЩЗ. ПЩЗ розташовані по задній стінці капсули часток ЩЗ. ПЩЗ розвиваються в ембріоні з 3–4 зябрових кишень, можуть бути розташовані атипово, тобто молива ектопія ПЩЗ. Існує дуже багато можливих місць розташування цих залоз – вони можуть також знаходитись у виличковій залозі, поруч з основним судинно-нервовим пучком шиї, за стравоходом, на передній поверхні хребта. Виняткова варіабельність розташування є важливою особливістю ПЩЗ, яку зобов'язані враховувати лікарі у топічній діагностиці та хірурги при проведенні операцій.

Гіперпаратиреоз (МКХ-10: E21) є клініко-лабораторним станом, який діагностується за наявності підвищення рівня паратгормону у сироватці крові понад норму (10–65 пг/мл), а гіпопаратиреоз (МКХ-10: E20) – при виявленні низького рівня. За клінічними проявами та лабораторними маркерами гіперпаратиреоз поділяють на первинний, вторинний і третинний. Первинний гіперпаратиреоз (МКХ-10: E21.0) діагностують при виявленні підвищеної концентрації паратгормону та іонізованого кальцію у сироватці крові при нормальному вмісті вітаміну 25(OH)D (≥ 75 нмоль/л). Найчастішим варіантом гіперпаратиреозу є вторинний (МКХ-10: E21.1), який діагностується при підвищенні рівня паратгормону у сироватці крові на тлі нормального вмісту кальцію (1,05–1,35 ммоль/л) і низького вітаміну 25(OH)D. Третинний гіперпаратиреоз (МКХ-10: E21.2) є наслідком своєчасно не усуненого дефіциту/нестачі вітаміну 25(OH)D та невиліковного вторинного гіперпаратиреозу. За клінічними проявами і лабораторними маркерами співпадає з первинним, але при низьких концентраціях вітаміну 25(OH)D у сироватці крові.

publications and miscellaneous opinions about the PTG diagnostic ultrasound, in particular of topical diagnosis, size, and evolution of abnormalities. PTG hyperplasia in a general population is usually detected on diagnostic ultrasound in 5–7% of adults [37–40]. We considered the normal size of PTG up to 5 mm with a shape of a «rice grain» and echogenicity similar to the thyroid tissue [22, 38–43]. According to various sources, the parathyroids are the epithelial bodies of 1.5–5 mm in size and 0.3–0.5 g in weight [44–45].

Usually there are four thyroid glands in a human by two in each side of thyroid (but in 3–5% cases there may be one or more of them, i.e. from 5 to 12). PTGs are located on the posterior wall of capsule of thyroid lobes. The upper two PTG are usually found on the border between the upper and middle thirds of thyroid, the lower two are near the lower pole of thyroid lobe. PTGs develop in embryo from pharyngeal pouches 3 and 4 and may be atypically located. In other words sometimes an atypical parathyroid localization (ectopy) occurs. Thus, there are many possible locations for these glands, as they can also be found in thymus, next to the main vascular-nerve bundle of the neck, behind the esophagus, or on anterior surface of the spine. Exceptional variability of location is an important feature of parathyroids, which should be taken into account in topical diagnosis and when performing the surgical interference.

Hyperparathyroidism (ICD-10: E21) is a clinical/laboratory condition diagnosed by an increased serum level of parathyroid hormone above the normal range (10–65 pg/ml). Hypoparathyroidism (ICD-10: E20) is diagnosed when the low levels of hormone are detected. Hyperparathyroidism by the clinical manifestations and laboratory markers is categorized into primary, secondary and tertiary variant. Primary hyperparathyroidism (ICD-10: E21.0) is diagnosed when there is an increased serum concentrations of parathyroid hormone and ionized calcium with normal vitamin 25(OH)D content (≥ 75 nmol/l). Secondary variant of hyperparathyroidism (ICD-10: E21.1) is most commonly diagnosed by an increased serum level of parathyroid hormone against the background of normal calcium concentration (1.05–1.35 mmol/l) and low vitamin 25(OH)D level. Tertiary hyperparathyroidism (ICD-10: E21.2) is a consequence of uncompensated insufficiency/deficiency of vitamin 25(OH)D or untreated secondary hyperparathyroidism. It coincides with the primary variant in clinical manifestations and laboratory markers but at the low serum concentrations of vitamin 25(OH)D.

Гормональні дослідження проводили у сертифікованих лабораторіях. Дослідження вмісту паратгормону, вітаміну 25(OH)D, ТТГ у сироватці крові проводили за допомогою імунохімічного аналізатору ADVIA Centaur XP Architect i2000 SR компанії Siemens (Німеччина), LABLINE-022 компанії LABLINE (Австрія). Іонізований кальцій у крові визначали на аналізаторі електролітів E-Lyte-5 PLUS.

Оскільки у більшості випадків гіперплазія ПЩЗ і гіперпаратиреоз мають безсимптомний перебіг (за класичними уявленнями), є суб'єктивними ознаками, ми не досліджували скарги пацієнтів на цьому етапі досліджень.

Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми Statistica 6 з визначенням параметричних та непараметричних критеріїв ($\chi^2_{\text{Ятса}}$), за допомогою середніх значень $M \pm m$, при достовірних значеннях $p \leq 0,05$. Використовувалися програми Microsoft Excel 2003 для Windows XP SP2, SPSS v.15 для Windows XP SP2.

РЕЗУЛЬТАТИ

Головною функцією ПЩЗ є регуляція кальцієво-фосфорного обміну. Завдяки цьому, вони регулюють і значно впливають, прямо або опосередковано, на стан кісток, м'язів, нирок, на серцево-судинну, нервову, травну та декілька інших систем. Тому при опроміненні ПЩЗ її структурно-функціональний стан може порушуватися і сприяти формуванню спорідненої патології інших систем (коморбідних станів). На жаль, ми розпочали такі дослідження вперше лише зараз, через 27–32 років після опромінення осіб, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС. Отримані результати, що свідчать про імовірну радіобіологічну чутливість ПЩЗ до дії іонізуючого випромінювання в різних групах постраждалих осіб.

Через 27–32 роки після опромінення, гіперплазія ПЩЗ виявлена в середньому у 24,15 % обстежених осіб, які не мають первинного або третинного гіперпаратиреозу (УЛНА на ЧАЕС – 28,8%, евакуйованих з 30-кілометрової зони опромінення – 71,4%, мешканців радіоактивно забруднених територій – 41,7%, опромінених внутрішньоутробно – 33,3%), що зустрічалося частіше, ніж у неопромінених жителів м. Києва та Київської області – 24,3 % (контроль) (табл. 1; рис. 2).

Таким чином, спостерігається висока поширеність гіперплазій ПЩЗ серед населення України, яке отримало різні дози опромінення тропними ізотопами йоду, цезію і стронцію, в тому числі в діапазоні низьких доз. До таких контингентів, передусім належать еваку-

Hormonal studies were performed at the certified laboratories. Assays of the serum content of parathyroid hormone, vitamin 25(OH)D, TSH were performed using an ADVIA Centaur XP Architect i2000 SR immunochemical analyzer (Siemens, Germany), LabLine-022 from LABLINE Diagnostics (Austria). Serum content of ionized calcium was assayed at an E-Lyte-5 PLUS electrolyte analyzer.

Because in most cases the parathyroid hyperplasia and hyperparathyroidism feature an asymptomatic course (in the classical opinions) and clinical manifestations are subjective, we did not register any patients' complaints at this stage of the study.

Statistical data processing was performed using the Statistica 6 software with calculation of parametric and non-parametric criteria (χ^2_{Jates}) using mean values $M \pm m$ under the reliability threshold of $p \leq 0.05$. The Microsoft Excel 2003 for Windows XP SP2 and SPSS v.15 for Windows XP SP2 software were applied.

RESULTS

PTGs provide a critical function of regulation of the calcium/phosphorus metabolism. As a result, they regulate and significantly affect, directly or indirectly, the state of bones, muscles, kidneys, cardiovascular, nervous, digestive and several other systems. Therefore, upon irradiation of PTGs their structure and function may be disturbed contributing to the onset and development of related disorders of other systems i.e. the comorbid conditions. Unfortunately, we have started such investigations for the first time only now just 27–32 years after the exposure of the ChNPP accident survivors. The results obtained indicate a probable radiobiological sensitivity of PTGs to the ionizing radiation in different groups of survivors.

The PTG hyperplasia was revealed 27–32 years upon exposure, on average, in 24.15 % of the surveyed persons having no primary or tertiary hyperparathyroidism (in 28.8% of the CNPP ACUWP, in 71.4% of the evacuees from the 30 km exclusion zone, in 41.7% of residents of radiologically contaminated territories, and 33.3% of prenatally irradiated subjects), which was each time exceeding the value of 24.3% in the non-irradiated residents of Kyiv and Kyiv region (control) (Table 1, Fig. 2).

Thus, there is a high prevalence of parathyroid hyperplasia in the population of Ukraine, which had received radiation exposure in various doses including in a low dose range to tropical isotopes of iodine, cesium and strontium. First of all such con-

Таблиця 1

Частота виявлення гіперплазії прищитоподібних залоз у дорослих осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, при проведенні ультразвукового дослідження

Table 1

Incidence of parathyroid hyperplasia revealed at diagnostic ultrasound in adults exposed to ionizing radiation as a result of the ChNPP accident

Категорія обстежених осіб Study subgroup	Гіперплазія ПЩЗ PTG hyperplasia		Порівняння з групою контролю Compare with control	
	n	%	$\chi^2_{\text{Ятса}} / \chi^2_{\text{Yates}'}$	p
Учасники ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (1986-1990 рр.), n = 999 Participants of the ChNPP accident clean-up work (1986-1990 period), n = 999	288	28,8	0,74	0,38
Евакуйовані з 30-км зони відчуження, n = 119 Evacuees from the 30-km zone, n = 119	85	71,4	24,1	0
Мешканці радіоактивно забруднених територій, n = 218 Population of contaminated territories, n = 218	91	41,7	6,45	0,009
Опромінені внутрішньоутробно, n = 12 Exposed to ionizing radiation in prenatal period, n = 12	4	33,3	0,04	0,8
Контрольна група, n = 185 Control, n = 185	45	24,3		

йовані з 30-км зони відчуження (71,4 %; $\chi^2_{\text{Ятса}} = 24,1$; $p = 0$), які отримали значне комбіноване короткочасне опромінення за рахунок надходження в організм радіонуклідів, а також зовнішнього γ -випромінювання (табл. 1). Іншою критичною групою постраждалих осіб, в яких виявлена значна частота гіперплазій ПЩЗ, є мешканці радіоактивно забруднених територій, котрі знаходяться щоденно довгий час (роки – десятиліття) в умовах впливу радіоактивного забруднення (повітря, продукти харчування) цезієм та стронцієм), в яких демонструється статистично вірогідне (41,7 %; $\chi^2_{\text{Ятса}} = 6,45$; $p = 0,009$) збільшення частоти гіперплазій ПЩЗ (табл. 1, рис. 2).

При дослідженні клініко-гормонального стану ПЩЗ серед осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, у порівнянні із загальною популяцією мешканців України, виявлена більша частота (33,8 % проти 26,1 %) вторинного (нормокальціємічного) гіперпаратиреозу ($p \geq 0,3$) (табл. 2).

Серед обстежених осіб у групі контролю дефіцит/нестача вітаміну D виявлені у 83,1 %, що практично збігається з популяційними даними щодо мешканців України: дефіцит – 81,5 %, нестача – 13,6 %, норма – 4,6 % [46]. Особи, опромінені внаслідок аварії на ЧАЕС, мали дещо кращу забезпеченість вітаміном D – 78,7 %, що, можливо, пов'язано з більшою соціально-економічною захищеністю та особливостями їхнього харчування.

Таким чином, в цілому, населення України має поширену нестачу/дефіцит вітаміну D в усіх групах дослідження (понад 78,7 %), що спричинює негативну дію на стан здоров'я осіб з дисфункціями каль-

tingents are the 30-km exclusion zone evacuees (71.4%; $\chi^2_{\text{Jates}'} = 24.1$; $p = 0$), who had received a significant combined short-term irradiation from incorporated radionuclides and external γ -radiation (Table 1). Another critical group of survivors in whom a significant incidence of PTG hyperplasia was revealed are residents of radioactively contaminated territories, who have been for a long time (years and decades) under the influence of a hazardous environment i.e. contaminated air and consumed food. As result a significant (41.7%; $\chi^2_{\text{Jates}'} = 6.45$; $p = 0.009$) increase in the incidence of PTG hyperplasia emerged (Table 1, Fig. 2).

Higher incidence of secondary (normocalcemic) hyperparathyroidism (33.8% vs 26.1%, $p \geq 0.3$) was found in the study of clinical and hormonal status of PTGs among persons exposed as a result of the ChNPP accident compared to the general population of the Ukraine (Table 2).

Vitamin D insufficiency / deficiency was found in the control group in 83.1 % of cases which almost coincides with the population data on Ukrainian residents, namely insufficiency in 81.5 % of population, deficiency in 13.6 %, and normal level in 4.6 % [46]. Persons exposed as a result of the ChNPP accident have a slightly better vitamin D status i.e. insufficiency in 78.7%, which may be due to their socioeconomic privileges and better nutritional characteristics.

Thus, in general, the population of Ukraine has a widespread vitamin D insufficiency / deficiency in all study groups (over 78.7%), which has a negative health effect in the individuals with dysfunction of

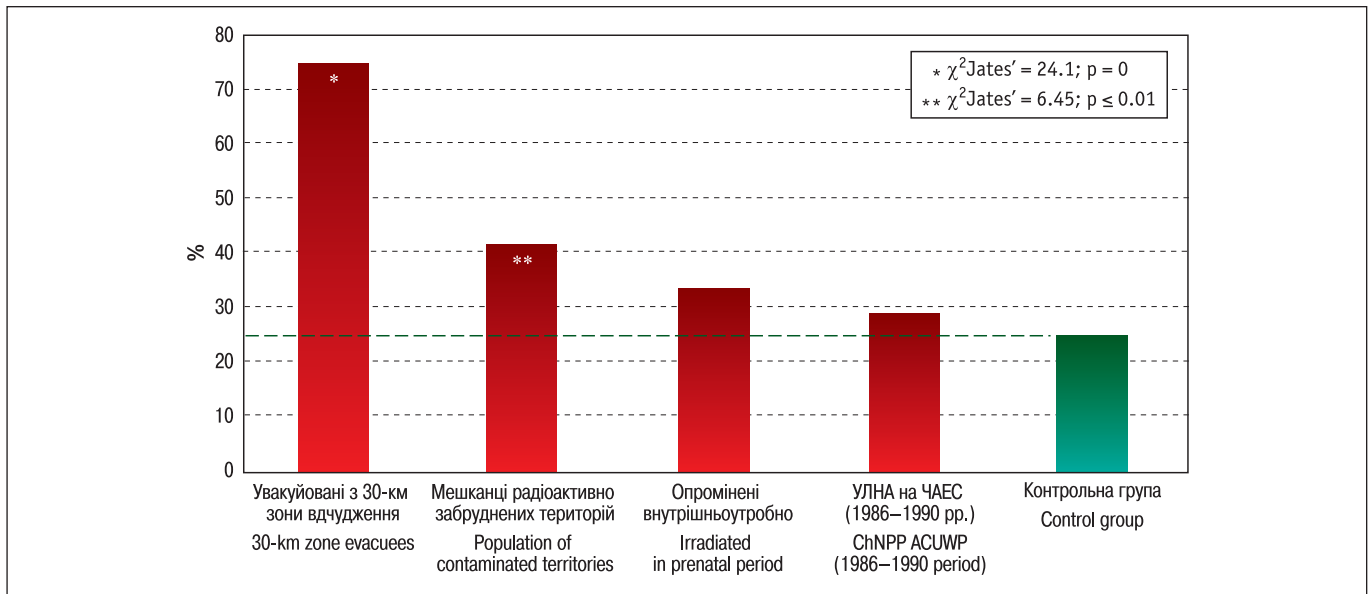


Рисунок 2. Частота виявлення гіперплазії прищитоподібних залоз, встановленої при проведенні ультразвукового дослідження, за групами дорослих осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, в порівнянні з контролем (n = 1534 осіб)

Figure 2. Incidence of parathyroid hyperplasia revealed at diagnostic ultrasound in subgroups of adult subjects exposed after the ChNPP accident compared to control (n = 1,534)

Таблиця 2

Частота виявлення гіперплазії прищитоподібних залоз і нестачі/дефіциту вітаміну 25(OH)D у дорослих осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, у порівнянні із загальною популяцією мешканців України

Table 2

Incidence of diagnosed parathyroid hyperplasia cases and vitamin 25(OH)D insufficiency / deficiency in adults exposed after the ChNPP accident compared to the general population of Ukraine

Показник Parameter	Група контролю Control group	Опромінені внаслідок аварії Exposed as a result of the accident	Порівняння Comparison
Гіпопаратиреоз Hypoparathyroidism	1 (0,0015 %)	0 (0 %)	p ≥ 0,1
Еупаратиреоз Euparathyroidism	425 (64,9 %)	43 (66,1 %)	p ≥ 0,9
Гіперпаратиреоз Hyperparathyroidism	171 (26,1 %)	22 (33,8 %)	p ≥ 0,3
Дефіцит/нестача вітаміну D Vitamin D insufficiency / deficiency	496 (83,1 %)	48 (78,7 %)	p ≥ 0,3
Нормальний рівень вітаміну 25(OH)D Normal content of 25(OH)D	101 (16,9 %)	15 (24,6 %)	p ≥ 0,2
Середній рівень паратгормону, пг/мл Average content of parathyroid hormone, pg / ml	62,05 ± 34,2 (n = 655)	69,59 ± 37,7 (n = 65)	p ≤ 0,05
Середній рівень вітаміну 25(OH)D, нмоль/л Average level of 25(OH)D, nmol / l	57,53 ± 31,5 (n = 597)	53,16 ± 29,0 (n = 61)	p ≥ 0,05

цієво-фосфорного обміну у вигляді гіперплазії ПЩЗ та коморбідних станів з боку опорно-рухового апарату, імунної, серцево-судинної, ендокринної систем. Такі зміни повинні посилюватися при вторинному збільшенні секреції паратгормону. Більша частота нормокальціємічних гіперпаратиреозів (33,8 % проти 26,1 %) на тлі кращої забезпеченості вітаміном

calcium-phosphorus metabolism in the form of PTG hyperplasia and comorbid conditions of musculoskeletal, immune, cardiovascular, and endocrine systems. Such abnormalities are exacerbated by a secondary increase in parathyroid hormone secretion. Higher incidence of normocalcemic hyperparathyroidism (33.8% versus 26.1%) against the background

Д серед опромінених осіб, свідчить про існування інших чинників, до яких найбільш вірогідно можна віднести минулий комбінований вплив радіонуклідів аварійного чорнобильського викиду і зовнішнє опромінення ПЩЗ. Це могло б пояснити більшу кількість гіперплазій ПЩЗ і гіперпаратиреозу, але потребує проведення додаткових уточнюючих досліджень, з деталізацією даних за групами постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС та обов'язковим виділенням УЛНА йодного періоду 1986 р. і розширення кількості обстежених осіб, опромінених внутрішньоутробно.

ВИСНОВКИ

1. Через 27–32 роки після опромінення виявлено високу частоту гіперплазій ПЩЗ у осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС, перш за все, у евакуйованих з 30-кілометрової зони відчуження (71,4 %; $\chi^2_{\text{Ятса}} = 24,1$; $p = 0$) і мешканців радіоактивно забруднених територій (41,7 %; $\chi^2_{\text{Ятса}} = 6,45$; $p \leq 0,01$), без первинного гіперпаратиреозу.
2. Встановлено високу поширеність нестачі/дефіциту вітаміну D в усіх групах дослідження: серед осіб із загальної популяції мешканців України – 83,1 %; серед осіб, постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС – 78,7 % при дещо кращому статусі за вітаміном D.
3. Частота гіперпаратиреозу, переважно вторинного (нормокальціємічного), становила 33,8 % серед осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС ($p \geq 0,3$), і була дещо вищою, ніж в загальній популяції українців (26,1 %), незважаючи на кращу забезпеченість вітаміном D.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Камінський О. В., Коваленко О. М. Частота незлоякісної ендокринної патології у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС (порівняльний аналіз клінічних даних із загальною популяцією). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2012. Вип. 17. С. 78–82.
2. Kaminskyi O. V., Afanasyev D. Y., Kovalenko O. M. Thyroid disorders in adult population of Ukraine after the Chernobyl NNP accident. *Eur. Thyroid J.* 2012. № 1 (S1). P. 170.
3. Kaminskyi O. V., Afanasyev D. E., Kiselova I. O., Tepla O. V. Increased incidence of thyroid disorders in adult population of Ukraine after the Chernobyl NNP accident is related to complex hormonal pathways. *37th Annual Meeting European Thyroid Association. 7–11 September 2013, Leiden, Netherlands*. Leiden, 2013. Abstract: A-594-0001-00085.
4. Kaminskyi O. V., Afanasyev D. E., Kiselova I. O., Tepla O. V. Increased incidence of disorders of carbohydrate metabolism and metabolic syndrome in persons exposed to ionizing radiation. *Diabetologia*. 2013. Vol. 56, Suppl. 1. Abstract: A-13-1051-EASD.

of better vitamin D status among irradiated individuals indicates the existence of other factors most likely to be attributed to the past combined effects of the ChNPP accident radioactive fallout and external PTG exposure. This could explain the greater number of cases of PTG hyperplasia and hyperparathyroidism, requiring however the additional clarification studies featuring a precise review of data on population groups of the ChNPP accident survivors with especial concern on the ACUWP of the «iodine period» in 1986 and an involvement into the study of more individuals exposed in prenatal period.

CONCLUSIONS

1. High incidence of parathyroid hyperplasia was detected 27–32 years after irradiation as a result of the ChNPP accident, primarily in evacuees from the 30-km exclusion zone (71.4%; $\chi^2_{\text{Jates}'} = 24.1$; $p = 0$) and inhabitants of radioactively contaminated territories (41.7%; $\chi^2_{\text{Jates}'} = 6.45$; $p \leq 0.01$) both having primary hyperparathyroidism.
2. High incidence of vitamin D insufficiency/deficiency was found in all study groups, namely in 83.1% of the total population of Ukraine and in 78.7% of the ChNPP survivors, featuring in the latter a somewhat better vitamin D status.
3. Incidence of hyperparathyroidism, predominantly of the secondary (normocalcemic) one, was 33.8% among persons exposed as a result of the ChNPP accident ($p \geq 0.3$) being slightly higher than in the general population of Ukraine (26.1%) despite better vitamin D status.

REFERENCES

1. Kaminskyi OV, Kovalenko OM. Incidence of non-cancer endocrine disease in ChNPP accident survivors (comparative analysis of clinical data to the entire population). *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2012;17:78-82.
2. Kaminskyi OV, Afanasyev DY, Kovalenko OM. Thyroid disorders in adult population of Ukraine after the Chernobyl NNP accident. *Eur. Thyroid J.* 2012;1(S1):170.
3. Kaminskyi OV, Afanasyev DE, Kiselova IO, Tepla OV. Increased incidence of thyroid disorders in adult population of Ukraine after the Chernobyl NNP accident is related to complex hormonal pathways. *37th Annual Meeting European Thyroid Association. 7-11 September 2013, Leiden, Netherlands*. Leiden, 2013. Abstract: A-594-0001-00085.
4. Kaminskyi OV, Afanasyev DE, Kiselova IO, Tepla OV. Increased incidence of disorders of carbohydrate metabolism and metabolic syndrome in persons exposed to ionizing radiation. *Diabetologia*. 2013;56(Suppl. 1). Abstract: A-13-1051-EASD.

5. Kaminskyi O. V., Afanasyev D. E., Kovalenko O. N.. Associations of type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome with thyroid disease in the survivors of Chernobyl NPP Accident. *Diabetes*. 2013. Vol. 62, Suppl 1. Abstract: 2013-A-2598-Diabetes.
6. Kaminskyi O., Afanasyev D., Kovalenko O., Derevanko L., Atamanuk N., Vakoluk K. Rise of obesity incidence in ChNPP accident survivors is related to abnormal secretion of α -melanotropin. *Endocrine Abstracts. ECE 2013*. Vol. 32. Abstract: P505. (15th European Congress of Endocrinology 27 April – 1 May 2013, Copenhagen, Denmark).
7. Камінський О. В., Пронін О. В., Афанасьєв Д. Є. Уточнена структура ендокринної патології у учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС (дані 1992–2014 рр.). *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2014. Вип. 19. С. 267–276.
8. Камінський О. В. Особливості розвитку незлоякісної ендокринної патології у постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС та роль гормональних взаємозв'язків. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2014. Вип. 19. С. 256–266.
9. Камінський О. В., Копилова О. В., Афанасьєв Д. Є., Пронін О. В. Незлоякісна тиреоїдна та інша ендокринна патологія у дорослих і дітей, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2015. Вип. 20. С. 341–355.
10. Kaminskyi O.V., Afanasyev D.Y., Kopilova O., Pronin O., Dombrowska N., Tepla O., Kiselova I., Bazyka D. Incidence of diabetes mellitus in persons exposed to ionizing radiation after the Chornobyl NPP accident compared with the entire population of Ukraine. *75th Scientific Sessions American Diabetes Association's June 5–9, 2015, Boston, Massachusetts*. Abstract 2765-PO. URL: <http://app.core-apps.com/tristar-ada15/abstract/60858d53930b598d64b10f393415845>.
11. Kaminskyi O. V. Development of non-cancerous thyroid disease under the action of ionizing radiation through a breakdown of hormonal pathways. *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and Abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv, 2016. P. 68.
12. Kaminskyi O.V. Hormonal marker of human brain irradiation. *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and Abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv, 2016. P. 69.
13. Kaminskyi O. V. , Afanasyev D. E. , Pronin O. V. Incidence of carbohydrate metabolic disorders in adult survivors of the ChNPP accident. *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv, 2016. P. 70.
14. Kaminskyi O. V., Kopylova O. V., Afanasyev D. E. , Pronin O. V. Incidence of non-cancer thyroid diseases in children survived after the ChNPP accident (according to the data from clinical-epidemiological registry as of 1992–2012). *International conference «Health effects of the Chornobyl accident – 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv; 2016. P. 71.
5. Kaminskyi OV, Afanasyev DE, Kovalenko ON. Associations of type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome with thyroid disease in the survivors of Chernobyl NPP Accident. *Diabetes*. 2013;62(Suppl 1). Abstract: 2013-A-2598-Diabetes.
6. Kaminskyi O, Afanasyev D, Kovalenko O, Derevanko L, Atamanuk N, Vakoluk K. Rise of obesity incidence in ChNPP accident survivors is related to abnormal secretion of α -melanotropin. *Endocrine Abstracts. ECE 2013*. Vol. 32. Abstract: P505. (15th European Congress of Endocrinology 27 April - 1 May 2013, Copenhagen, Denmark).
7. Kaminskyi OV, Pronin OV, Afanasyev DE. Morbidity pattern of non-cancer endocrine disease in ChNPP accident emergency workers (1992-2013 Clinical/Epidemiological Registry data). *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2014;19:267-276.
8. Kaminskyi OV. Peculiarities of non-malignant endocrine disease in the Chornobyl NPP accident survivors, and hormonal interaction role. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2014;19:256-266.
9. Kaminskyi OV, Kopylova OV, Afanasyev DE, Pronin OV. Non-cancer thyroid and other endocrine disease in children and adults exposed to ionizing radiation after the ChNPP accident. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2015;20:341-355.
10. Kaminskyi OV, Afanasyev DY, Kopilova O, Pronin O, Dombrowska N, Tepla O, Kiselova I, Bazyka D. Incidence of diabetes mellitus in persons exposed to ionizing radiation after the Chornobyl NPP accident compared with the entire population of Ukraine. *75th Scientific Sessions American Diabetes Association's June 5-9, 2015, Boston, Massachusetts*. Abstract 2765-PO. URL: <http://app.core-apps.com/tristar-ada15/abstract/60858d53930b598d64b10f393415845>.
11. Kaminskyi OV. Development of non-cancerous thyroid disease under the action of ionizing radiation through a breakdown of hormonal pathways. *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and Abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv, 2016. P. 68.
12. Kaminskyi OV. Hormonal marker of human brain irradiation. *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and Abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv, 2016. P. 69.
13. Kaminskyi OV, Afanasyev DE, Pronin OV. Incidence of carbohydrate metabolic disorders in adult survivors of the ChNPP accident. *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv, 2016. P. 70.
14. Kaminskyi OV, Kopylova OV, Afanasyev DE, Pronin OV. Incidence of non-cancer thyroid diseases in children survived after the ChNPP accident (according to the data from clinical-epidemiological registry as of 1992-2012). *International conference «Health effects of the Chornobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine*. Kyiv; 2016. P. 71.

15. Kaminskyi O. V., Muraviova I. M., Chykalova I. G., Afanasyev D. E. Association of autoimmune thyroid and pancreatic disease in survivors of the ChNPP accident in remote post-accident period. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 72.
16. Pronin O. V., Kaminskyi O. V., Afanasyev D. E. Incidence of non-malignant thyroid disease in adult survivors of the ChNPP accident. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 120.
17. Tepla O. V., Kaminskyi O. V. Risk of malignant tumors other sites in patients with differentiated thyroid cancer who underwent exposure by Chernobyl. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident – 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 152.
18. Afanasyev D. E., Samoylov O. O., Chykalova I. G., Muraviova I. M. Incidence of microvascular and macrovascular complications in the ChNPP accident survivors with type 2 diabetes mellitus. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident – 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 23.
19. Chykalova I. G., Muraviova I. M., Afanasyev D. E. Euthyroid sick syndrome in the ChNPP accident clean-up workers survivors with type 2 diabetes mellitus. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident – 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 46.
20. Kaminskyi O. V., Muraviova I. M., Chykalova I. G., Afanasyev D. E. Association of autoimmune thyroid and pancreatic disease in survivors of the ChNPP accident in remote post-accident period. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident – 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18–19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 72.
21. Kaminskyi O., Afanasyev D., Kopilova O., Chikalova I., Muravyova I., Tepla O., Pronin O., Kiselova I., Dombrovska N., Bazyka D. Increased incidence of diabetes mellitus 30 years after the radiation impact in persons exposed to ionizing radiation during the Chernobyl NPP accident. *Endocrine Abstracts.* 2017. Vol. 49. GP86. DOI: 10.1530/endoabs.49.GP86.
22. Камінський О. В., Копилова О. В., Афанасьєв Д. Є., Мазуренко О. В., Березовський С. Я. Пілотне дослідження стану прищитоподібних залоз осіб, опромінених внаслідок аварії на ЧАЕС дорослого та дитячого віку, методологія їх ультразвукового дослідження. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології.* 2017. Вип. 22. С. 382–394.
23. Dombrovska N., Kaminskyi O., Afanasyev D., Pleskach O., Bazyka D. Serum adiponectin in male type 2 diabetic patients exposed to ionizing radiation in early years. *Endocrine Abstracts.* 2018. Vol. 56. P352. DOI: 10.1530/endoabs.56.P352.
24. Kaminskyi O., Kopilova O., Afanasyev D., Loganovskiy K., Talko V., Mazurenko O., Grishchenko K., Tsvet L., Bazyka D. Excess of
15. Kaminskyi OV, Muraviova IM, Chykalova IG, Afanasyev DE. Association of autoimmune thyroid and pancreatic disease in survivors of the ChNPP accident in remote post-accident period. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 72.
16. Pronin OV, Kaminskyi OV, Afanasyev DE. Incidence of non-malignant thyroid disease in adult survivors of the ChNPP accident. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 120.
17. Tepla OV, Kaminskyi OV. Risk of malignant tumors other sites in patients with differentiated thyroid cancer who underwent exposure by Chernobyl. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 152.
18. Afanasyev DE, Samoylov OO, Chykalova IG, Muraviova IM. Incidence of microvascular and macrovascular complications in the ChNPP accident survivors with type 2 diabetes mellitus. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 23.
19. Chykalova IG, Muraviova IM, Afanasyev DE. Euthyroid sick syndrome in the ChNPP accident clean-up workers survivors with type 2 diabetes mellitus. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 46.
20. Kaminskyi OV, Muraviova IM, Chykalova IG, Afanasyev DE. Association of autoimmune thyroid and pancreatic disease in survivors of the ChNPP accident in remote post-accident period. *International conference «Health effects of the Chernobyl accident - 30 years aftermath»: Program and abstracts, April 18-19 2016, Kyiv, Ukraine.* Kyiv, 2016. P. 72.
21. Kaminskyi O, Afanasyev D, Kopilova O, Chikalova I, Muravyova I, Tepla O, Pronin O, Kiselova I, Dombrovska N, Bazyka D. Increased incidence of diabetes mellitus 30 years after the radiation impact in persons exposed to ionizing radiation during the Chernobyl NPP accident. *Endocrine Abstracts.* 2017;49:GP86. DOI: 10.1530/endoabs.49.GP86.
22. Kaminskyi OV, Kopylova OV, Afanasyev DE, Mazurenko OV, Berezovskiy SY. Pilot study of parathyroid glands in adult and pediatric subjects exposed to ionizing radiation after the ChNPP accident, methodology of parathyroid diagnostic ultrasound. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology.* 2017;22:382-394.
23. Dombrovska N, Kaminskyi O, Afanasyev D, Pleskach O, Bazyka D. Serum adiponectin in male type 2 diabetic patients exposed to ionizing radiation in early years. *Endocrine Abstracts.* 2018;56:352. DOI: 10.1530/endoabs.56.P352.
24. Kaminskyi O, Kopilova O, Afanasyev D, Loganovskiy K, Talko V, Mazurenko O, Grishchenko K, Tsvet L, Bazyka D. Excess of

- roid hyperplasia incidence in subjects exposed to ionizing radiation after the CHNPP accident. *Endocrine Abstracts*. 2018. Vol. 56. GP173. DOI: 10.1530/endoabs.56.GP173.
25. Каминский А.В., Копылова О. В., Степаненко О. А., Цвет Л. А., Грищенко Е. В. Асоціативний зв'язок між тиреоїдною патологією та станом прищитоподібних залоз у дітей, які народилися від батьків, опромінених унаслідок аварії на ЧАЕС. *Український радіологічний журнал*. 2018. Т. XXVI. Вип. 3. С. 142–145.
 26. Каминський О. В., Паньків В. І., Паньків І. В., Афанасьєв Д. Є. Вміст вітаміну D у населення радіоактивно забруднених територій Чернівецької області. *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*. 2018. Вип. 23. С. 442–451.
 27. Hatch M., Cardis E. Somatic health effects of Chernobyl: 30 years on. *Eur. J. Epidemiol.* 2017. Vol. 32(12). P. 1047–1054. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10654-017-0303-6>.
 28. Boehm B. O., Rosinger S., Belyi D., Dietrich J. W. The parathyroid as a target for radiation damage. *N. Engl. J. Med.* 2011. Vol. 365(7). P. 676–678. DOI: 10.1056/NEJMc1104982.
 29. Parathyroid scintigraphy with ¹³¹Cs and ²⁰¹Tl / G. Ferlin, N. Conte, N. Borsato, et al. *J. Nucl. Med. Allied Sci.* 1981. Vol. 25(3). P. 119–123.
 30. Ferlin G., Borsato N., Perelli R. Positive 131cesium scanning in parathyroid adenoma. *Eur. J. Nucl. Med.* 1977. Vol. 30, 2(3). P. 153–154.
 31. Gomez D. L., Shulman D. I. Hyperparathyroidism two years after radioactive iodine therapy in an adolescent male. *Case Reports in Pediatrics*. 2014. Vol. 2014. Article ID 163848. doi: 10.1155/2014/163848.
 32. Rosen I. B., Strawbridge H. G., Bain J. A case of hyperparathyroidism associated with radiation to the head and neck area. *Cancer*. 1975. Vol. 36(3). P. 1111–1114. DOI: 10.1002/1097-0142(197509)36:3<1111::aid-cnrcr2820360341>3.0.co;2-9.
 33. Tisell L. E., Carlsson S., Fjalling M., Hansson G., Lindberg S., Lundberg L. M., Oden A. Hyperparathyroidism subsequent to neck irradiation. *Cancer*. 1985. Vol. 56(7). P. 1529–1533. DOI: 10.1002/1097-0142(19851001)56:7<1529::aid-cnrcr2820560710>3.0.co;2-d.
 34. Fujiwara S., Sposto R., Ezaki H., Akiba S., Neriishi K., Kodama K., et al. Hyperparathyroidism among atomic bomb survivors in Hiroshima. *Radiat. Res.* 1992. Vol. 130(3). P. 372–378.
 35. Avinash S., Gupta R., Mohindroo N. K., Thakur J. S., Azad R. Effect of radiotherapy on thyroid and parathyroid gland functions. *Sch. J. App. Med. Sci.* 2017. Vol. 5(4D). P. 1499–1503. DOI: 10.21276/sjams.
 36. Burch W. M., Posillico J. T. Hypoparathyroidism after I-131 therapy with subsequent return of parathyroid function. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1983. Vol. 57(2). P. 398–401. DOI: <https://doi.org/10.1210/jcem-57-2-398>.
 37. Давыдович М. Г., Павлов В. Н., Катаев В. А., Байков Д. Э., Насырова Л. Л., Загидуллин А. А. и др. Гиперпаратиреоз: диагностика и лечение. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2017. Т. 12, № 4. С. 70–75.
 38. Practical Manual of Thyroid and Parathyroid Disease / ed. by A. Arora et al. New York : WILEY-BLACKWELL, 2010. 220 p.
 25. Kaminskyi OV, Kopylova OV, Stepanenko OA, Tsvet LA, Gryschenko KV. [Associative link between the thyroid disease and state of parathyroids in children born to parents exposed to the Chernobyl accident]. *Ukrainian Radiologiya Journal*. 2018;XXVI(3):142-145. Ukrainian.
 26. Kaminskyi OV, Pankiv VI, Pankiv IV, Afanasyev DE. [Vitamin D content in population of radiologically contaminated areas in Chernivtsi oblast (pilot project)]. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*. 2018;23:442-451.
 27. Hatch M, Cardis E. Somatic health effects of Chernobyl: 30 years on. *Eur. J. Epidemiol.* 2017;32(12): 1047-1054. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10654-017-0303-6>.
 28. Boehm BO, Rosinger S, Belyi D, Dietrich JW. The parathyroid as a target for radiation damage. *N. Engl. J. Med.* 2011;365(7): 676-678. DOI: 10.1056/NEJMc1104982.
 29. Ferlin G, Conte N, Borsato N, Perelli R, Fioretti P, Gasparoni P, Camerani M. Parathyroid scintigraphy with ¹³¹Cs and ²⁰¹Tl / *J. Nucl. Med. Allied Sci.* 1981;25(3):119-123.
 30. Ferlin G, Borsato N, Perelli R. Positive 131cesium scanning in parathyroid adenoma. *Eur. J. Nucl. Med.* 1977;2(3):153-154.
 31. Gomez DL, Shulman D. I. Hyperparathyroidism two years after radioactive iodine therapy in an adolescent male. *Case Reports in Pediatrics*. 2014;2014:Article ID 163848. doi: 10.1155/2014/163848.
 32. Rosen IB, Strawbridge HG, Bain J. A case of hyperparathyroidism associated with radiation to the head and neck area. *Cancer*. 1975;36(3):1111-1114. DOI: 10.1002/1097-0142(197509)36:3<1111::aid-cnrcr2820360341>3.0.co;2-9.
 33. Tisell LE, Carlsson S, Fjalling M, Hansson G, Lindberg S, Lundberg LM, Oden A. Hyperparathyroidism subsequent to neck irradiation. *Cancer*. 1985;56(7):1529-1533. DOI: 10.1002/1097-0142(19851001)56:7<1529::aid-cnrcr2820560710>3.0.co;2-d.
 34. Fujiwara S, Sposto R, Ezaki H, Akiba S, Neriishi K, Kodama K, Hosoda Y, Shimaoka K. Hyperparathyroidism among atomic bomb survivors in Hiroshima. *Radiat. Res.* 1992;130(3):372-378.
 35. Avinash S, Gupta R, Mohindroo NK, Thakur JS, Azad R. Effect of radiotherapy on thyroid and parathyroid gland functions. *Sch. J. App. Med. Sci.* 2017;5(4D):1499-1503. DOI: 10.21276/sjams.
 36. Burch WM, Posillico JT. Hypoparathyroidism after I-131 therapy with subsequent return of parathyroid function. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1983;57(2):398-401. DOI: <https://doi.org/10.1210/jcem-57-2-398>.
 37. Davydovych MG, Pavlov VN, Katayev VA, Baikov DE, Nasyrova LL, Zagidullin AA. et al. [Hyperparathyroidism: diagnostics and management]. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2017;12(4):70-75. Russian.
 38. Arora A, Tolley N, Tuttle RM (Editors). Practical manual of thyroid and parathyroid disease. New York: Wiley-Blackwell, 2010; 220 p.

39. Johnson N. A., Tublin M. E., Ogilvie J. B. Parathyroid imaging: technique and role in the preoperative evaluation of primary hyperparathyroidism. *Am. J. Roentgenol.* 2007. Vol. 188. P. 1706–1715. DOI: 10.2214/AJR.06.0938.
40. Thyroid and parathyroid ultrasound examination / American Institute of Ultrasound in Medicine. 2013. 9 p. URL: <http://www.aium.org/resources/guidelines/thyroid.pdf>.
41. Devcic Z., Jeffrey R. B., Kamaya A., Desser T. S. The elusive parathyroid adenoma: techniques for detection. *Ultrasound Q.* 2013. Vol. 29. P. 179–187. doi: 10.1097/RUQ.0b013e3182a1ba6f.
42. Smith R. B., Evasovich M., Girod D. A., Jorgensen J. B., Lydiatt W. M., Pagedar N. A., Spanos W. C. Ultrasound for localization in primary hyperparathyroidism. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2013. Vol. 149. P. 366–371. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599813491063>.
43. Стандарти надання медичної допомоги хворим з патологічними станами щитоподібної та прищитоподібних залоз в умовах дії негативних чинників довкілля / за ред. О. В. Камінського. 3-тє вид. Харків : Юрайт, 2017. 310 с.
44. Карлович Н. В. Возможности визуализации паращитовидных желез. *Мед. новости.* 2009. С. 12–16.
45. Makeev S. S., Tserkivnyak V. I. Порівняння можливостей ультразвукового та сцинтиграфічного досліджень у діагностиці вогнищевої патології паращитоподібних залоз. Результати власних спостережень. *Укр. радіологічний журнал.* 2015. Т. XXIII. Вип. 3. С. 90–92.
46. Поворозник В. В. Дефіцит вітаміну D у населення України та фактори ризику його розвитку. *Боль. Суставы. Позвоночник.* 2012. № 4 (8). С. 5–11.
39. Johnson NA, Tublin ME, Ogilvie JB. Parathyroid imaging: technique and role in the preoperative evaluation of primary hyperparathyroidism. *Am. J. Roentgenol.* 2007;188:1706-1715. DOI: 10.2214/AJR.06.0938.
40. Thyroid and parathyroid ultrasound examination / American Institute of Ultrasound in Medicine. 2013. 9 p. URL: <http://www.aium.org/resources/guidelines/thyroid.pdf>.
41. Devcic Z, Jeffrey RB, Kamaya A, Desser T S. The elusive parathyroid adenoma: techniques for detection. *Ultrasound Q.* 2013;29:179-187. doi: 10.1097/RUQ.0b013e3182a1ba6f.
42. Smith RB, Evasovich M, Girod DA, Jorgensen JB, Lydiatt WM, Pagedar NA, Spanos WC. Ultrasound for localization in primary hyperparathyroidism. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2013;149:366-371. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599813491063>.
43. Kaminskyi OV. (Ed.) [Standards of medical care providing to patients with pathological conditions of thyroid and parathyroid glands under unfavorable negative environmental factors]. 3rd edition. Kharkiv: YuRight Publ., 2017; 310 p. Ukrainian.
44. Karlovych NV. [Imaging capabilities of the parathyroid glands]. *Med. News.* 2009;3:12-16. Russian.
45. Makeyev CC, Tserkivnyak VI. [Comparison of ultrasound and scintigraphic studies in diagnostics of focal pathology of parathyroid glands. Results of own observations.] *Ukr. Radiological Journal.* 2015;XXIII(3):90-92. Ukrainian.
46. Povoroznik W. [Vitamin D deficiency in population of Ukraine and risk factors for its development]. *Pain, Joimnts. Spine.* 2012;4(8):5-11.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Камінський Олексій Валентинович – доктор медичних наук, лікар-ендокринолог вищої категорії, завідувач відділу радіаційної ендокринології, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Копилова Ольга Василівна – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник, відділ радіаційної ендокринології, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Афанасьєв Дмитро Євгенович – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник, відділ радіаційної ендокринології, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Логановський Костянтин Миколайович – доктор медичних наук, професор, завідувач відділу радіаційної психоневрології, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Талько Вікторія Василівна – доктор медичних наук, професор, завідувач відділу радіобіології, директор Інституту експериментальної радіології ННЦРМ, м. Київ

Муравйова Ірина Миколаївна – кандидат медичних наук, науковий співробітник, відділ радіаційної ендок-

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oleksiy V. Kaminskyi – Doctor of Medical Sciences, superior category certified endocrinologist, Head Radiation Endocrinology Department, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Olga V. Kopylova – Candidate of Medical Sciences, Leading Research Associate, Radiation Endocrinology Department, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Dmytro E. Afanasyev – Candidate of Medical Sciences, Leading Research Associate, Radiation Endocrinology Department, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Kostyantyn M. Loganovsky – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head Radiation Psychoneurology Department, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Viktoriya V. Tal'ko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Radiobiology, Director of the Experimental Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Iryna M. Muraviova – Candidate of Medical Sciences, Research Associate, Radiation Endocrinology

ринології, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Чикалова Ірина Григорівна – кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, відділ радіаційної ендокринології, Інститут клінічної радіології ННЦРМ, м. Київ

Тепла Олена Валеріївна – кандидат медичних наук, лікар відділення радіаційної ендокринології, Клініка ННЦРМ, м. Київ

Кисельова Ірина Олександрівна – лікар консультативної поліклініки, Київський міський клінічний ендокринологічний центр м. Київ

Брильова Надія Василівна – лікар консультативного відділення поліклініки радіаційного реєстру ННЦРМ, м. Київ

Грищенко Катерина Володимирівна – лікар відділення радіаційної ендокринології дитячого віку, Клініка ННЦРМ, м. Київ

Цвет Леся Олексіївна – завідувач відділення радіаційної ендокринології дитячого віку, Клініка ННЦРМ, м. Київ

Плескач Оксана Яківна – кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії клінічної імунології та ізосерології, Клініка ННЦРМ, м. Київ

Department, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Iryna G. Chikalova – Candidate of Medical Sciences, Senior Research Associate, Radiation Endocrinology Department, Clinical Radiology Institute, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Olena V. Tepla – Candidate of Medical Sciences, Staff Physician, Radiation Endocrinology Department, Clinical Radiology Institute Clinic, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Iryna O. Kiselyova – Staff Physician, Advisory Outpatient Clinic, Kyiv City Clinical Endocrinological Center, Kyiv, Ukraine

Nadiya V. Bryliova – Staff Physician, Advisory Outpatient Clinic of Radiation Registry, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Kateryna V. Gryschenko – Staff Physician, Department of Pediatric Radiation Endocrinology, Clinical Radiology Institute Clinic, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Lesya O. Tsvet – Head Department of Pediatric Radiation Endocrinology, Clinical Radiology Institute Clinic, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Oksana Y. Pleskach – Candidate of Biological Sciences, Head Laboratory of Clinical Immunology and Isoserology, Clinical Radiology Institute Clinic, NRCRM, Kyiv, Ukraine

Стаття надійшла до редакції 1.04.2019

Received: 1.04.2019