

УДК 616.4:053.038/616.9

Д. А. Бази́ка¹, В. А. Жовні́р¹, К. М. Бру́слова¹✉, Л. О. Ляше́нко¹, Т. І. Пушка́рьова¹,
Н. М. Цвє́ткова¹, А. П. Рибальська¹, Т. П. Гаври́ленко³, В. Г. Кондрашова¹, Ж. С. Яро́шенко¹,
Л. О. Гонча́р¹, І. В. Трихлі́б¹, В. Ф. Кузьме́нко¹, С. М. Яцеми́рський¹, В. Д. Пи́сьменний²,
Ю. М. Самсо́н¹, О. М. Іва́нова¹, Т. О. Черни́ш¹

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

²Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця, б-р Тараса Шевченка, 13, м. Київ, 01024, Україна

³Консультативно-діагностичний центр № 1 Дарницького району м. Києва, вул. Тростянецька, 8Д, м. Київ, 02091, Україна

ВПЛИВ ВМІСТУ СИРОВАТКОВОГО ФЕРИТИНУ НА ЧАСТОТУ ТА ВИД ІНФЕКЦІЙНО-ЗАПАЛЬНИХ УСКЛАДНЕНЬ У ДІТЕЙ З ГОСТРИМИ ЛІМФОБЛАСТНИМИ ЛЕЙКЕМІЯМИ, ЖИТЕЛІВ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ, ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

Мета: вивчення частоти та виду бактеріально-грибкових ускладнень і результату гострих лімфобластних лейкемій (ГЛЛ) з урахуванням вмісту сироваткового феритину у дітей, жителів радіоактивно забруднених територій України після аварії на ЧАЕС.

Матеріали та методи. Обстежено 146 дітей, хворих на ГЛЛ, жителів радіоактивно забруднених територій (РЗТ) України. Період спостереження за дітьми – 15 років. Встановлення діагнозу ГЛЛ і розподіл хворих за варіантами проводились згідно з FAB-класифікацією та результатами імунофенотипування бластних клітин кісткового мозку. Хіміотерапія призначалась за протоколами Берлін-Франкфурт-Мюнстер групи (BFM). Хворі обстежувались після терапії індукції ремісії. Оцінювали частоту та вид бактеріально-грибкових і токсичних ускладнень. Враховували кількість летальних випадків залежно від віку хворих, варіантів ГЛЛ та вмісту сироваткового феритину (СФ). Дози опромінення на кістковий мозок у хворих розраховували за весь термін їхнього проживання на РЗТ після аварії. Обробку отриманих матеріалів проводили за методами математичної статистики.

Результати. 146 хворих на ГЛЛ були розподілені за варіантами: з про-В – 21 дитина (14,4 %), «загальним» типом – 97 (66,4 %) пре-В – 12 (8,2 %), Т-ГЛЛ – 16 (11,0 %). Сформовано три групи з урахуванням рівнів СФ: I група (n = 53) – СФ до 200 нг/мл; II група (n = 49) – СФ від 200 нг/мл до 500 нг/мл; III група (n = 44) – СФ вище 500 нг/мл. Рівень гемоглобіну та число еритроцитів в крові знижувалися з підвищенням вмісту СФ ($p < 0,05$). Виявлений прямий кореляційний зв'язок між вмістом СФ і середнім об'ємом еритроцита ($r = 0,45$; $p < 0,05$). Анемії у хворих були нормоцитарні. Найменша кількість хворих з надлишком заліза була серед дітей з пре-В-ГЛЛ (1 з 12). Встановлено зворотний кореляційний зв'язок між концентрацією трансферину і середнім вмістом гемоглобіну в еритроциті ($r = -0,6$; $p < 0,05$). Сепсис та інфекції ділянки ануса частіше спостерігалися у хворих з рівнем СФ вище 200 нг/мл. Перебіг пневмонії ускладнювався при СФ вище 500 нг/мл. Мукозити порожнини рота та кишечника не залежали від рівня СФ. Частота системних токсичних ефектів після хіміотерапії підвищувалась при рівні СФ вище 500 нг/мл. Кількість летальних випадків у дітей при вмісті СФ вище 500 нг/мл зростала майже вдвічі. Більшість хворих помирали при варіантах про-В-ГЛЛ (15 з 21) та Т-ГЛЛ (8 з 16). Менше дітей помирало при «загальному» типі ГЛЛ (14 з 97 – 14,4 %). У хворих на пре-В-ГЛЛ число летальних випадків не залежало від рівнів СФ. При «загальному» типі та Т-ГЛЛ частіше помирали діти при надлишку заліза в організмі. Середні дози опромінення на кістковий мозок становили $(4,9 \pm 0,4)$ мЗв і вони не впливали на решту показників.

Висновки. Надлишок заліза в організмі впливає на частоту, вид інфекційних ускладнень і результат гострих лімфобластних лейкемій у дітей, що потребує своєчасної діагностики та проведення профілактичних заходів.

✉ Бруслова Катерина Михайлівна, katerina142@ukr.net

Ключові слова: діти; гострі лейкемії; інфекційно-грибкові ускладнення; хіміотерапія; летальні випадки; дози опромінення на кістковий мозок.

Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2025. Вип. 30. С. 310–321. doi: 10.33145/2304-8336-2025-30-310-321

D. A. Bazyka¹, V. A. Zhovnir¹, K. M. Bruslova¹✉, L. O. Lyashenko¹, T. I. Pushkareva¹, N. M. Tsvietkova¹, A. P. Rybalska¹, T. P. Gavrylenko³, V. G. Kondrashova¹, Zh. S. Yaroshenko¹, L. O. Gonchar¹, I. V. Trychlib¹, V. F. Kuzmenko¹, S. M. Iatsemyrskyi¹, V. D. Pismenniy², Y. M. Samson¹, O. M. Ivanova¹, T. O. Chernysh¹

¹State Institution «National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», 53 Yurii Illienka Str., Kyiv, 04050, Ukraine

²O. O. Bogomolets Memorial National Medical University, 13 Taras Shevchenko Blvd, Kyiv, 01024, Ukraine

³Consultative and Diagnostic Center #1 of Kyiv City Darnytsky district, 8D Trostianetska St., Kyiv, 02091, Ukraine

SERUM FERRITIN CONTENT AND INCIDENCE AND TYPE OF INFECTIOUS AND INFLAMMATORY COMPLICATIONS IN CHILDREN WITH ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA, RESIDING IN RADIOLOGICALLY CONTAMINATED TERRITORIES OF UKRAINE AFTER THE ChNPP ACCIDENT

Objective. evaluation of the frequency and type of bacterial-fungal complications and outcome of acute lymphoblastic leukemia (ALL) taking into account the serum ferritin content in children, residing in radiologically contaminated territories (RCT) of Ukraine after the ChNPP accident.

Materials and methods. Pediatric ALL patients (n = 146), residing in RCT of Ukraine, were the study subjects within a survey period of 15 years. The ALL diagnosis and distribution of patients by the disease variants were held according to the FAB classification and results of immunophenotyping of the bone marrow blast cells. Chemotherapy (CT) was prescribed according to the Berlin-Frankfurt-Munster group (BFM) protocols. Patients were examined after the remission induction therapy. Incidence and type of the bacterial-fungal and toxic complications were assessed. The number of deaths was taken into account depending on the age, ALL variant and serum ferritin (SF) content. Radiation doses to the bone marrow were calculated for the entire period of stay in RCT after the accident. Processing of the obtained materials was carried out using the mathematical statistical methods (Student's and Spearman's correlation coefficients, χ^2 Pearson test).

Results. Study subjects were distributed according to the ALL variants, namely pro-B (n = 21, 14.4 %), «general» type (n = 97, 66.4 %), pre-B (n = 12, 8.2 %), and T-ALL (n = 16, 11.0 %). Three groups were formed taking into account the SF levels: Group I (n = 53) – SF up to 200 ng/ml, Group II (n = 49) – SF from 200 ng/ml to 500 ng/ml, Group III (n = 44) – SF above 500 ng/ml. The blood hemoglobin level and RBC count were decreased along the increase in SF content ($p < 0.05$). A direct correlation was found between the SF content and RBC average volume ($r = 0.45$; $p < 0.05$). Anemia was of a normocytic type. The lowest number of cases with iron overload was among the children with pre-B-HLL disease variant (1 out of 12). An inverse correlation was established between the transferrin concentration and average hemoglobin content in RBC ($r = -0.6$; $p < 0.05$). Sepsis and infections of the anal area were more often observed in the patients with SF level above 200 ng/ml. The course of pneumonia was complicated in case of SF level above 500 ng/ml. The oral cavity and intestinal mucositis did not depend on SF level. Incidence of the systemic toxic effects after chemotherapy was increased under SF level above 500 ng/ml. The number of deaths in children with SF levels above 500 ng/ml was almost doubled. Most of the deaths occurred in the patients with pro-B-ALL (15 out of 21) and T-ALL (8 out of 16) disease variants. Fewer children had died having the «common» ALL type (14 out of 97, 14.4 %). The number of deaths in case of pre-B-ALL variant not depended on SF

✉ Kateryna M. Bruslova, katerina142@ukr.net

levels. The «common» type and T-ALL patients having got iron overload died more often. The average radiation doses to the bone marrow were (4.9 ± 0.4) mSv and did not affect the remaining parameters.

Conclusions. Iron excess in the body affects the incidence and type of infectious complications both with the outcome of ALL in children, which requires timely diagnosis and preventive measures.

Key words: children; acute leukemia; infectious-fungal complications; chemotherapy; fatalities; radiation doses to bone marrow.

Problems of Radiation Medicine and Radiobiology. 2025;30:310-321. doi: 10.33145/2304-8336-2025-30-310-321

ВСТУП

У пацієнтів з онкогематологічними хворобами, зокрема гострими лейкеміями, на всіх етапах лікування можуть виникати інфекційні ускладнення різної етіології, що негативно впливають на перебіг лейкемії. Хіміотерапія, що проводиться за стандартними протоколами, призводить до мієлосупресії, яка обумовлює характер хвороби і може бути причиною смерті хворого, особливо з мієлоїдними варіантами гострої лейкемії [1]. Водночас сучасні протоколи лікування гемобластозів дозволили досягати певного прогресу лікування за рахунок часткових або повних ремісій, однак проблемою залишаються інфекції у хворих на фоні депресії імунітету і агранулоцитозу. Групою ризику є хворі з фебрильною нейтропенією після проведення цитостатичної терапії. Описано зміни в імунному статусі у хворих на гострі лімфобластні лейкемії, які призводять до бактеріальних і грибкових інфекцій, що підвищують ризик септичних ускладнень [2]. Основними збудниками інвазивних мікозів у дітей з онкогематологічною патологією залишаються мікроміцети роду *Candida* [3]. Відомо, що хіміо-, радіо-, гормональна та імунотерапія впливають на склад мікробіоти людини. Наслідками цього впливу є зміни в реалізації функцій мікрофлори: захисній, імуномодуючій, метаболічній. Ці зміни можуть підсилювати чи ослаблювати ефект проведеної терапії. [4]. Тривалі епізоди нейтропенії у пацієнтів є частою причиною порушення слизового бар'єру і розповсюдження ендогенних збудників [5].

В літературі широко обговорюються питання взаємозв'язку обміну заліза та бактеріальної інфекції. Відомо, що залізо бере участь у багатьох внутрішньоклітинних і позаклітинних процесах. Дисбаланс гомеостазу заліза може викликати загибель нормальних, а також злоякісних клітин [6]. Слід зазначити, що низка бактерій потребує заліза для своєї життєдіяльності [7].

Перевантаження залізом організму згубно впливає на мезенхімальні стовбурові клітини кісткового мозку, що мають вирішальне значення для функціонування кровотворення. Надмірне нако-

INTRODUCTION

The infectious complications of various etiologies may occur in the patients with hematological malignancies, in particular with acute leukemia, at all stages of treatment, which negatively affect the disease course. Chemotherapy (CT), given according to the standard protocols, leads to myelosuppression, which determines the disease nature and can lead to the patient's death, especially in myeloid variants of acute leukemia [1]. At the same time, administration of modern protocols for the treatment of hemoblastoses have made it possible to achieve some progress in treatment due to the partial or complete remissions, but infections in patients with immune depression and agranulocytosis remain a problem. Patients with febrile neutropenia after cytostatic therapy are at risk. Changes in the immune status of patients with acute lymphoblastic leukemia have been described, which lead to bacterial and fungal infections increasing the risk of septic complications [2]. Micromycetes of the genus *Candida* remain the main pathogens of invasive mycoses in children with hematological malignancies [3]. It is known that chemo-, radio-, hormonal and immunotherapy affect the composition of human microbiota resulting in its dysfunction featuring the abnormalities in protective, immunomodulatory, and metabolic pathways. These changes can enhance or weaken the effect of therapy [4]. Prolonged episodes of neutropenia are a frequent cause of disruption of mucosal barrier and spread of endogenous pathogens [5].

The relationship between iron metabolism and bacterial infection is widely discussed in literature. Iron is known to be involved in many intracellular and extracellular processes, thus an imbalance in iron homeostasis can cause the death of both normal and malignant cells [6]. It should be noted that some bacteria require iron for their vital activity [7].

Body overload with iron makes a detrimental effect on mesenchymal stem cells in bone marrow, which are crucial for hematopoiesis. Excessive accumulation of iron leads to increase in the reactive

пичення заліза призводить до підвищення активних форм кисню, які відіграють значну роль у забелі клітин [8].

Деякі автори вказують на вплив підвищеного рівня заліза в організмі на результат лейкемій. У хворих на гострі лейкемії, особливо мієлобластні варіанти, із рівнем сироваткового феритину понад 1000 нг/мл може підвищуватися частота летальних випадків [9].

Застосування внутрішньовенного введення заліза призводить до чисельного збільшення інфекційних ускладнень серед онкологічних хворих і підвищує ризик смерті хворих на гострі лейкемії з надлишком заліза в організмі [10]. Своєчасне призначення антибактеріальної терапії та адекватна комбінація препаратів відіграють ключову роль у зниженні летальних випадків, пов'язаних з інфекційними ускладненнями [11].

Розробки, що стосуються інфекцій у пацієнтів з онкогематологічними хворобами, є актуальними. Подальшого дослідження потребують питання впливу вмісту заліза на перебіг гострих лейкемій залежно від віку дітей, варіантів хвороби, частоти та виду інфекційних ускладнень, а також на частоту летальних випадків. Відповідь на ці питання допоможе своєчасно виявляти хворих з надлишком заліза і проводити заходи профілактики та лікування.

МЕТА

Вивчення частоти та виду бактеріально-грибкових ускладнень і результату гострих лімфобластних лейкемій (ГЛЛ) з урахуванням вмісту сироваткового феритину у дітей, жителів радіоактивно забруднених територій України після аварії на ЧАЕС.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Обстежено 146 дітей, хворих на ГЛЛ, віком від 3 до 18 років. Діти були жителями Київської, Житомирської та Чернігівської областей України. Період спостереження за дітьми становив 15 років (з 1996 року по 2021 рік).

Діагноз ГЛЛ і розподіл хворих за варіантами встановлювали згідно з FAB-класифікацією та результатами імунофенотипування бластних клітин кісткового мозку. Дослідження проводили у відділі клінічної імунології ІКР (завідувач відділу - акад. НАМН України Д. А. Бази́ка). Хіміотерапію (ХТ) проводили за протоколами Берлін-Франкфурт-Мюнстер групи (BFM). Хворих обстежували та лікували у відділенні радіаційної гематології дитячого віку клініки ННЦРМГО.

oxygen species, which play a significant role in cell death [8].

Some authors report the influence of elevated iron levels in the body on leukemia outcome. There may be an increased incidence of deaths in the acute leukemia patients, especially in its myeloblastic variants, if serum ferritin (SF) level is over 1000 ng/ml, [9].

Intravenous administration of the iron medications leads to a numerical increase in infectious complications among cancer patients and elevated death risk in acute leukemia patients having got the iron overload [10]. Timely administration of antibacterial therapy and adequate combination of drugs are of a key role in reducing the death cases associated with infectious complications [11].

Developments related to infections in the patients with hematological malignancies are relevant. Further research is required to determine the impact of iron content on a course of acute leukemia depending on the age of the children, disease variants, incidence and type of infectious complications, as well as on the frequency of deaths. Response to these issues will help to identify the patients with iron overload in a timely manner and administer the preventive and curative measures.

OBJECTIVE

Evaluation of the frequency and type of bacterial-fungal complications and outcome of acute lymphoblastic leukemia (ALL) taking into account the serum ferritin content in children, residing in radioactively contaminated territories (RCT) of Ukraine after the ChNPP accident.

MATERIALS AND METHODS

The ALL pediatric patients (n = 146) aged 3 to 18 years were examined. Children were residents of the Kyiv, Zhytomyr and Chernihiv regions of Ukraine. The survey period was 15 years (from 1996 to 2021).

The ALL diagnosis was established and distribution of patients by the disease variants was held according to the FAB classification and results of immunophenotyping of bone marrow blast cells. The study was conducted at the Department of Clinical Immunology of the Institute of Clinical Radiology (Head Department academician of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine D. A. Bazyka). CT was prescribed according to the Berlin-Frankfurt-Munster group (BFM) protocols. Patients were examined and treated at the Department of Pediatric Radiation Hematology

Вивчали частоту та вид бактеріально-грибкових та токсичних ускладнень. Ідентифікацію виділених збудників проводили на автоматичному аналізаторі Vitek 2 Compact (Франція).

Враховували кількість летальних випадків залежно від віку хворих, варіантів ГЛЛ та вмісту сироваткового феритину (СФ).

Показники периферичної крові досліджували на автоматичному гемоаналізаторі MicroCC-18 (США). Мієлограми дітей підраховували в світловому мікроскопі (збільшення $\times 1000$) після забарвлення препаратів за Папенгеймом. СФ досліджували радіоімунним методом (RIA-Kits). Дози опромінення на кістковий мозок у хворих розраховували за весь термін їхнього проживання на РЗТ після аварії [12].

Обробку отриманих матеріалів проводили методами математичної статистики з використанням коефіцієнтів кореляції Ст'юдента, Спірмена, χ^2 критерію Пірсона.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Розподіл 146 хворих на ГЛЛ за імунофенотиповими варіантами був такий: з про-В – 21 (14,4 %), «загальним» типом – 97 (66,4 %), пре-В – 12 (8,2 %), Т-ГЛЛ – 16 (11,0 %). З урахуванням рівнів СФ (в градаціях) сформовано три групи. В І групу увійшло 53 дитини, у яких рівень СФ був до 200 нг/мл, ($173,5 \pm 12,6$) нг/мл; ІІ групу складали 49 дітей з рівнем СФ від 200 нг/мл до 500 нг/мл, ($398,7 \pm 16,7$) нг/мл; в ІІІ групі було 44 хворих з рівнем СФ вище 500 нг/мл, ($735,9 \pm 19,3$) нг/мл. Розподіл пацієнтів в групах був рівномірний (36,3 %, 33,6 %, 30,1 %, відповідно). Хлопчиків було 84 (57,5 %), дівчат – 62 (42,5 %), (табл. 1). Враховували вік хворих на час встановлення діагнозу. Дітей до 6 років було 85 (58,2 %), від 6 до 12 років – 39 (26,7 %), старше 12 років – 22 пацієнти (15,1 %).

Таблиця 1

Розподіл хворих залежно від рівнів СФ (в градаціях) та статі хворих

Table 1

Distribution of patients by the SF level (in grades) and gender

Обстежені пацієнти Study subjects	Рівень СФ, нг/мл // SF, ng/ml						Всього All	
	до 200 / < 200		200–500		вище 500 / > 500			
	абс. ч. / n	%	абс. ч. / n	%	абс. ч. / n	%	абс. ч. / n	%
Хлопчики / boys	30	35,7	28	33,3	26	31,0	84	57,5
Дівчата / girls	23	37,1	21	33,9	18	29,0	62	42,5
Всього / total	53	36,3	49	33,6	44	30,1	146	100

of the Clinic of the National Research Center for Radiation Medicine, Hematology and Oncology.

Incidence and type of the bacterial-fungal and toxic complications were studied. Identification of the isolated pathogens was carried out on the Vitek 2 Compact automatic analyzer (France).

Number of deaths was taken into account depending on the age of patients, ALL variant, and SF content.

Peripheral blood parameters were assayed on the MisroCC-18 automatic hemoanalyzer (USA). Myelograms were counted through a light microscope ($\times 1000$ magnification) upon staining the preparations by Pappenheim. SF was measured by the radioimmunoassay method (RIA-Kits). Radiation doses to bone marrow were calculated for the entire period of stay of subjects in RCT after the accident [12].

Processing of the obtained data was carried out by methods of mathematical statistics using the Student's and Spearman's correlation coefficients, and Pearson's χ^2 test.

RESULTS AND DISCUSSION

Distribution of the ALL patients (n = 146) by immunophenotypic variants was as follows: pro-B (n = 21, 14.4 %), «general» type (n = 97, 66.4 %), pre-B (n = 12, 8.2 %), and T-ALL (n = 16, 11.0 %). Taking into account the SF levels (in gradations), the 3 groups were formed: Group I (n = 53) with SF level up to 200 ng/ml (173.5 ± 12.6 ng/ml), Group II (n = 49) with SF level from 200 ng/ml to 500 ng/ml (398.7 ± 16.7 ng/ml), and group III (n = 44) with SF level above 500 ng/ml (735.9 ± 19.3 ng/ml). There was a uniform distribution of patients by the groups, namely 36.3 %, 33.6 %, and 30.1 %, respectively. There were 84 boys (57.5 %), 62 girls (42.5 %) (Table 1). Age of the patients at the time of diagnosis was taken into account. There were 85 (58.2 %) children under 6 years old, 39 (26.7 %) of them from 6 to 12 years old, and 22 (15.1 %) over 12 years old.

Показники еритроцитарної ланки у дітей залежали від рівнів СФ. Рівень гемоглобіну в крові знижувався з підвищенням вмісту СФ (в градаціях), зокрема, $(79,7 \pm 1,8)$ г/л, $(70,8 \pm 2,0)$ г/л, $(62,7 \pm 2,1)$ г/л, відповідно ($p < 0,05$). Аналогічна ситуація була відносно числа еритроцитів, кількість яких дорівнювала $(2,90 \pm 0,09) \cdot 10^{12}/л$, $(2,5 \pm 0,1) \cdot 10^{12}/л$, $(2,04 \pm 0,09) \cdot 10^{12}/л$, відповідно ($p < 0,05$). Виявлений прямий кореляційний зв'язок між вмістом СФ і середнім об'ємом еритроцита ($r = 0,45$; $p < 0,05$). Середній вміст гемоглобіну в еритроциті збільшувався з підвищенням градації СФ: $(27,10 \pm 0,31)$ пг, $(28,7 \pm 0,3)$ пг, $(29,90 \pm 0,25)$ пг, відповідно, $p < 0,05$. Анемії у хворих були нормоцитарні.

Щодо варіантів ГЛЛ, то найменша кількість хворих з надлишком заліза була у дітей з пре-В-ГЛЛ (1 з 12). Чисельність дітей за рештою варіантів ГЛЛ при вмісті СФ вище 500 нг/мл не розрізнялась.

Вміст трансферину в сироватці крові у 65 хворих не залежав від варіанту гострої лейкемії, перевищував нормативні рівні і становив $(3,93 \pm 0,20)$ г/л проти $(2,8 \pm 0,3)$ г/л. Виявлено прямий кореляційний зв'язок між вмістом трансферину, рівнем гемоглобіну і кількістю еритроцитів в крові у дітей ($r = 0,930$ та $r = 0,901$, відповідно). Встановлено зворотний кореляційний зв'язок між концентрацією трансферину і середнім вмістом гемоглобіну в еритроциті ($r = -0,6$; $p < 0,05$).

Проведено аналіз частоти виникнення бактеріальних і грибкових ускладнень та видового складу збудників у хворих залежно від градацій рівнів СФ. У дітей було виявлено такі бактеріальні збудники інфекційно-запальних ускладнень: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, які для своєї життєдіяльності потребують заліза. Крім того, у третини дітей виявлялись дріжджоподібні гриби роду *Candida*, переважно *Candida albicans*.

В таблиці 2 представлені інфекційно-запальні ускладнення, діагностовані протягом дослідження, з урахуванням рівнів СФ. Сепсис та інфекції ділянки ануса частіше спостерігалися у хворих з рівнем СФ вище 200 нг/мл. Перебіг пневмонії ускладнювався при градації СФ вище 500 нг/мл. Мукозити порожнини рота та кишечника не залежали від рівня СФ. Щодо токсичних ефектів ХТ, то вони вірогідно підвищувались при рівні СФ вище 500 нг/мл ($p < 0,05$).

Слід вказати, що на кожну дитину припадало 1,34 комбінованих бактеріальних інфекцій. Частіше у хворих сепсис поєднувався з інфекціями ділянки

Parameters of the RBC branch depended on the SF levels. The blood content of hemoglobin decreased with increasing the SF content (in gradations), namely (79.7 ± 1.8) g/l, (70.8 ± 2.0) g/l, and (62.7 ± 2.1) g/l, respectively ($p < 0.05$). There was a similar pattern in the RBC count, featuring the values of $(2.90 \pm 0.09) \cdot 10^{12}/l$, $(2.5 \pm 0.1) \cdot 10^{12}/l$, and $(2.04 \pm 0.09) \cdot 10^{12}/l$, respectively ($p < 0.05$). A direct correlation was found between the SF content and average RBC volume ($r = 0.45$; $p < 0.05$). The average hemoglobin content in erythrocyte increased with increasing the SF gradation ((27.10 ± 0.31) pg, (28.7 ± 0.3) pg, and (29.90 ± 0.25) pg, respectively) ($p < 0.05$). Anemia in the patients was of a normocytic type.

Regarding the ALL variants, the lowest number of iron overload cases was in children with pre-B-ALL (1 out of 12). There was no difference in the number of children with the remaining ALL variants under SF content above 500 ng/ml.

Serum transferrin content in the 65 patients did not depend on the variant of acute leukemia and exceeded the norm being (3.93 ± 0.20) g/l versus (2.8 ± 0.3) g/l. A direct correlation was found between the content of transferrin, hemoglobin level and RBC count ($r = 0.930$ and $r = 0.901$, respectively). An inverse correlation was established between the concentration of transferrin and average content of hemoglobin in erythrocyte ($r = -0.6$; $p < 0.05$).

Incidence of the bacterial and fungal complications and the species composition of pathogens were analyzed depending on gradations of SF levels. Such bacterial pathogens of infectious and inflammatory complications as *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, all of which require iron for their vital activity, were isolated in children. In addition, the yeast-like fungi of the genus *Candida*, mainly *Candida albicans*, were detected in a third of children.

Table 2 presents the infectious and inflammatory complications that were diagnosed during the study, taking into account SF levels. Sepsis and infections of the anal area were more often observed in the patients with SF levels above 200 ng/ml. The course of pneumonia was complicated under SF gradations above 500 ng/ml. Mucositis of the oral cavity and intestines did not depend on SF level. As for the toxic effects of CT, they significantly increased under SF levels above 500 ng/ml ($p < 0.05$).

It should be noted that each child had in average 1.34 combined bacterial infections. More often the sepsis was combined with infections of the anal area.

Таблиця 2

Розподіл хворих на ГЛЛ за ускладненнями та рівнями СФ (в градаціях)

Table 2

Complications and SF levels (in gradations) in ALL patients

Ускладнення Complications	Рівень СФ, нг/мл // SF, ng/ml					
	до 200 / < 200, n = 53		200–500, n = 49		вище 500 / > 500, n = 44	
	абс. ч. / n	%	абс. ч. / n	%	абс. ч. / n	%
Бактеріальні та грибові / bacterial and fungal						
Сепсис / Sepsis, n = 19	3*	5,7	7	14,3	9	20,5
Пневмонія / pneumonia, n = 30	8*	15,1	7 **	14,3	15	34,1
Мукозити слизової порожнини ротоглотки, n = 55 Oropharyngeal mucositis	18	33,9	16	32,7	21	47,7
Мукозити кишечника / intestinal mucositis, n = 23	8	15,1	8	16,3	7	15,9
Інфекції ділянки ануса та промежини, n = 14 Anal area and perineum infections	2*	3,8	4**	8,2	8	18,2
Токсичні / toxic						
Гепатит / hepatitis, n = 25	4*	7,5	5	10,2	16	36,4
Панкреатит / pancreatitis, n = 6	2*	3,8	1**	2,0	3	6,8
Системні / systemic, n = 10	2*	3,8	2	4,1	6	13,6

Примітки. *Різниця між показником при рівні СФ до 200 нг/мл та вище 500 нг/мл (за χ^2), ($p < 0,05$); **різниця між показником при рівні СФ 200–500 нг/мл та вище 500 нг/мл (за χ^2), ($p < 0,05$)

Notes. *Difference in SF level up to 200 ng/ml and above 500 ng/ml (by the χ^2), ($p < 0.05$); **difference in SF level up to 200 ng/ml – 500 ng/ml and above 500 ng/ml (by the χ^2), ($p < 0.05$)

ануса. У пацієнтів з мукозитами кишечника їм передували прояви на слизових оболонках ротоглотки.

Окрему групу склали 41 хворий, у яких не було бактеріальних і септичних ускладнень, а лише токсичні (гепатити, панкреатити та системні). У пацієнтів відмічалась резистентність до ХТ та після цитостатичної мієлосупресії відновлення кісткового мозку відбувалось за патологічним типом (лімфобластними елементами). Число дітей із резистентністю до ХТ мало значущість при рівні СФ вище 500 нг/мл ($p < 0,05$).

Нами оцінена кількість летальних випадків у дітей залежно від віку на час встановлення діагнозу, імунофенотипових варіантів ГЛЛ та рівнів СФ.

Не встановлено статистичної різниці в розподілі летальних випадків у дітей з урахуванням їх причетності до вікових груп (табл. 3).

Кількість летальних випадків у дітей не розрізнялась при рівнях СФ до 200 нг/мл та від 200 нг/мл до 500 нг/мл. Однак, при вмісті СФ вище 500 нг/мл число померлих хворих зростало майже в двічі.

Щодо летальних випадків у дітей залежно від варіантів ГЛЛ і градацій СФ, то більше дітей помирали за наявності про-В-ГЛЛ (15 з 21) та Т-ГЛЛ (8 з 16). При про-В-ГЛЛ число летальних випадків не залежало від градацій СФ. Менше дітей помирало при «загальному» типі ГЛЛ (14 з 97 – 14,4 %). При «загальному» типі та Т-ГЛЛ частіше помирали

The intestinal mucositis was preceded by the involvement of oropharyngeal mucous membranes.

There was a separate group ($n = 41$) with no bacterial or septic complications, but with toxic ones (hepatitis, pancreatitis, and systemic). Resistance to CT was present and bone marrow recovery occurred according to the pathological type (lymphoblastic elements) upon cytostatic myelosuppression. Number of cases of resistance to CT was significant at SF levels above 500 ng/ml ($p < 0.05$).

We estimated the number of deaths in children depending on age at diagnosis, immunophenotypic variants of ALL and SF levels.

No statistical difference was found in the distribution of deaths, taking into account the age group (Table 3).

The number of deaths did not differ at SF levels up to 200 ng/ml and from 200 ng/ml to 500 ng/ml. However, at SF levels above 500 ng/ml the number of deceased patients increased almost twice.

Regarding the death cases depending on the ALL variants and SF gradations, more children died having pro-B-ALL (15 out of 21) and T-ALL variants (8 out of 16). In pro-B-ALL the number of deaths did not depend on SF gradations. Fewer children died having the «general» ALL type (14 out of 97, 14.4 %). Children with the «general» type and T-ALL variant died more often having iron excess in the

Таблиця 3

Розподіл летальних випадків залежно від рівнів СФ (в градаціях) та віку хворих

Table 3

Death cases depending on SF levels (in gradations) and age

Групи хворих дітей Groups of patients	Рівень СФ, нг/мл // SF, ng/ml		
	до 200 / < 200	200–500	вище 500 / > 500
Кількість летальних випадків у дітей різних вікових груп залежно від градацій СФ Number of deaths in children of different age groups depending on SF gradations			
Діти до 6 років / up to 6 years old, n = 85	4	6	10
Діти від 6 до 12 років / from 6 to 12 years old, n = 39	4	3	4
Діти старші за 12 років / older than 12 years n = 22	3	2	5
Всього летальних випадків / all deaths, n = 41	11	11	19*

Примітка. *Різниця між числом летальних випадків у дітей при рівні СФ вище 500 нг/мл, ($p < 0,05$)Note. *Difference in deaths number under the SF level over 500 ng/ml ($p < 0.05$)

Таблиця 4

Розподіл летальних випадків залежно від рівнів СФ (в градаціях) та варіантів ГЛЛ

Table 4

Deaths depending on SF levels (in gradations) and ALL variants

Варіанти ГЛЛ ALL variants	Рівень СФ, нг/мл // SF, ng/ml						Всього All	
	до 200 / < 200		200–500		вище 500 / > 500		всі діти all subjects	летальні випадки deaths
	всі діти all subjects	летальні випадки deaths	всі діти all subjects	летальні випадки deaths	всі діти all subjects	летальні випадки deaths		
Про-В / pro-B	4	3	6	5	11	7	21	15
Загальний / «general»	39	5	33	3	25	6*	97	14
Пре-В / pre-B	7	2	4	1	1	1	12	4
T	3	1	6	2	7	5*	16	8
Загалом / total	абс. ч. / n %	53 20,7	49	11 22,4	44	19* 43,2*	146	41 28,1

Примітка. *Різниця між числом летальних випадків у дітей при рівні СФ вище 500 нг/мл в межах варіантів ГЛЛ (за χ^2), ($p < 0,05$)Note. *Difference in number of deaths under SF level above 500 ng/ml within ALL variants (by the χ^2), ($p < 0.05$)

Таблиця 5

Дози опромінення на кістковий мозок у хворих на ГЛЛ залежно від рівня СФ (в градаціях) ($M \pm m$)

Table 5

Radiation doses to bone marrow in ALL patients depending on SF levels (in gradations) ($M \pm m$)

Показники Parameters	Рівень СФ, нг/мл // SF, ng/ml		
	до 200 / < 200	200–500	вище 500 / > 500
Число дітей / number of children, n = 57	15	22	20
Дози опромінення на кістковий мозок, мЗв Bone marrow radiation dose, mSv	4,7 $\pm$ 0,5	5,2 $\pm$ 0,7	4,9 $\pm$ 0,4

діти при надлишку заліза в організмі (III градація рівня СФ). Некоректно робити висновок стосовно пре-В-ГЛЛ через нечисленність вибірки (табл. 4).

В таблиці 5 представлені дози опромінення на кістковий мозок хворих на ГЛЛ залежно від рівнів СФ. Середні дози становили (4,9 $\pm$ 0,4) мЗв.

Не встановлено кореляційного зв'язку між рівнем СФ, числом ускладнень і летальних випадків у дітей за-

body (gradation III of SF level). We consider incorrect to draw a conclusion regarding the pre-B-ALL variant due to the small sample (Table 4).

Radiation doses to bone marrow in ALL patients depending on SF levels are shown in Table 5. The average doses were (4.9 $\pm$ 0.4) mSv.

No correlation was found between the SF level, number of complications and death cases depend-

лежно від доз опромінення на кістковий мозок. Однак доза опромінення прямо корелювала з віком хворих, що є цілком закономірним ($r = 0,38$; $p < 0,05$).

ВИСНОВКИ

1. У дітей з ГЛЛ вміст гемоглобіну і число еритроцитів в периферичній крові знижувались з підвищенням рівня СФ (в градаціях до 200 нг/мл, від 200 до 500 нг/мл, вище 500 нг/мл) і складали ($79,7 \pm 1,8$ г/л, ($70,8 \pm 2,0$) г/л, ($62,7 \pm 2,1$) г/л, відповідно ($p < 0,05$) та ($2,90 \pm 0,09$) $\cdot 10^{12}/л$, ($2,5 \pm 0,1$) $\cdot 10^{12}/л$, ($2,04 \pm 0,09$) $\cdot 10^{12}/л$, відповідно ($p < 0,05$), що потребувало більш частих трансфузій концентратів еритроцитів при надлишку заліза.
2. Рівень СФ вище 500 нг/мл може бути ідентифікований як маркер несприятливого прогнозу перебігу захворювання, що пов'язаний з інфекційно-запальними ускладненнями.
3. Бактеріально-грибкові ускладнення, зокрема сепсис та процеси в ділянці ануса, частіше спостерігались у хворих з рівнем СФ вище 200 нг/мл; перебіг пневмонії погіршувався при рівні СФ вище 500 нг/мл; мукозити порожнини рота та кишечника не залежали від рівня СФ. Токсичні ефекти після ХТ були характерними для пацієнтів з рівнем СФ вище 500 нг/мл ($p < 0,05$).
4. Число летальних випадків у дітей з ГЛЛ не відрізнялося при рівнях СФ до 200 нг/мл (20,7 %) та від 200 нг/мл до 500 нг/мл (22,4 %); кількість померлих підвищувалась при вмісті СФ вище 500 нг/мл (43,2 %) ($p < 0,05$). Більше хворих помирало при про-В-ГЛЛ (15 з 21) та Т-ГЛЛ (8 з 16), менше – при «загальному» типі ГЛЛ (14 з 97 – 14,4 %). Серед хворих на про-В-ГЛЛ летальні випадки не залежали від рівня СФ. При «загальному» типі та Т-ГЛЛ частіше помирали діти при надлишку заліза в організмі.
5. Середні дози на кістковий мозок становили ($4,9 \pm 0,4$) мЗв. Дози опромінення не залежали від рівнів СФ і підвищувались з віком хворих, що є цілком закономірним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Immune composition and its association with hematologic recovery after chemotherapeutic injury in acute myeloid leukemia / K. J. G. Kenswil, P. Pisterzi, J. Feyen et al. *Exp. Hematol.* 2022. Vol. 105. P. 32-38.e2. DOI: 10.1016/j.exphem.2021.11.003.
2. Logan C., Koura D., Taplitz R. Updates in infection risk and management in acute leukemia. *Hematology Am. Soc. Hematol. Educ. Program.* 2020. Vol. 2020, no. 1. P. 135-139. DOI: 10.1182/hematology.2020000098.

ing on radiation dose to bone marrow. However, radiation dose directly correlated with the age of patients, being quite natural ($r = 0.38$; $p < 0.05$).

CONCLUSIONS

1. The hemoglobin content and RBC count in peripheral blood of children with ALL decreased with increasing the SF level (in gradations up to 200 ng/ml, from 200 to 500 ng/ml, and above 500 ng/ml) being (79.7 ± 1.8 g/l, (70.8 ± 2.0) g/l, (62.7 ± 2.1) g/l, respectively ($p < 0.05$) and (2.90 ± 0.09) $\cdot 10^{12}/l$, (2.5 ± 0.1) $\cdot 10^{12}/l$, (2.04 ± 0.09) $\cdot 10^{12}/l$, respectively ($p < 0.05$), which required more frequent transfusions of erythrocyte concentrates in case of iron overload.
2. The level of SF above 500 ng/ml can be identified as a marker of unfavorable prognosis of the disease course, being associated with infectious and inflammatory complications.
3. The bacterial-fungal complications, in particular sepsis and infections in the anal area, were more often observed in patients with SF levels above 200 ng/ml; the course of pneumonia worsened with SF levels above 500 ng/ml; mucositis of the oral cavity and intestines did not depend on level of SF. Toxic effects after CT were characteristic of patients with SF levels above 500 ng/ml ($p < 0.05$).
4. The number of deaths in children with ALL did not differ with SF levels up to 200 ng/ml (20.7 %) and from 200 ng/ml to 500 ng/ml (22.4 %); the number of deaths increased with SF content above 500 ng/ml (43.2 %) ($p < 0.05$). Most patients died having the pro-B-ALL (15 out of 21) and T-ALL (8 out of 16) disease variants, and less of them with the «common» ALL type (14 out of 97, 14.4 %). In cases of pro-B-ALL variant the fatalities did not depend on SF level. Children with the «common» type and T-ALL variant having iron excess in the body died more often.
5. The average doses to bone marrow were (4.9 ± 0.4) mSv. Radiation doses did not depend on SF levels and increased with the age of the patients, being quite natural.

REFERENCES

1. Kenswil KJG, Pisterzi P, Feyen J, Ter Borg M, Roumbouts E, Braakman E, et al. Immune composition and its association with hematologic recovery after chemotherapeutic injury in acute myeloid leukemia. *Exp Hematol.* 2022;105:32-38.e2. doi: 10.1016/j.exphem.2021.11.003.
2. Logan C, Koura D, Taplitz R. Updates in infection risk and management in acute leukemia. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program.* 2020; 2020(1):135-139. doi: 10.1182/hematology.2020000098.

3. Этиологическая структура грибов, выделенных из крови у детей с онкогематологической патологией / М. А. Черновецкий, С. Л. Кондаурова, Т. Т. Кульбицкая и др. *Лабораторная диагностика. Восточная Европа*. 2021. Т. 10, № 2. С. 191?200.
4. Показники якісного та кількісного складу коменсальної мікробіоти кишківника як біомаркери гомеостазу (частина 2) / М. М. Ананьєва, Г. А. Лобань, М. О. Фаустова та ін. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2024. Т. 24, № 2. С. 277?283. doi: 10.31718/2077-1096.24.2.277.
5. Infections in patients with acute myeloid leukemia / S. Ehrlich, K. Spiekermann, J. H. Grothe, J. Stemler. *Dtsch. Med. Wochenschr.* 2023. Vol. 148, no. 8. P. 467-473. DOI: 10.1055/a-1873-4858.
6. The clinical significance of iron overload and iron metabolism in myelodysplastic syndrome and acute myeloid leukemia / S. Weber, A. Parmon, N. Kurrle et al. *Front Immunol.* 2021. Vol. 11. P. e627662. DOI: 10.3389/fimmu.2020.627662.
7. Seyoum Y., Baye K., Humblot C. Iron homeostasis in host and gut bacteria – a complex interrelationship. *Gut Microbes.* 2021. Vol. 13, no. 1. P. 1-19. DOI: 10.1080/19490976.2021.1874855.
8. Iron overload and programmed bone marrow cell death: potential mechanistic insights / W. Wudhikulprapan, S. C. Chattipakorn, N. Chattipakorn, S. Kumfu. *Arch. Biochem. Biophys.* 2024. Vol. 754. P. e109954. doi: 10.1016/j.abb.2024.109954.
9. Iron overload during the treatment of acute leukemia: pretransplant transfusion experience / O. Yokus, C. Herek, T. A. Cinli et al. *Int. J. Hematol. Oncol.* 2021. Vol. 10, no. 3. P. e1JH36. doi: 10.2217/ijh-2021-0005.
10. A meta-analysis on the risk of infection associated with intravenous iron therapy in cancer-associated anaemia: a double-edged sword? / M. Meyers, M. Salmon, I. Libert, J. Klas-tersky. *Curr. Opin. Oncol.* 2024. Vol. 36, no. 4. P. 223-232. DOI: 10.1097/CCO.0000000000001024.
11. Infections in children with acute lymphoblastic leukemia / S. Segulja, K. Vranesevic, A. Dordevic, J. Roganovic. *Medicina (Kaunas)*. 2024. Vol. 60, no. 9. P. 1395. doi: 10.3390/medicina60091395.
12. Дозы облучения костного мозга и клеток поверхности кости у детей с острыми лейкозами / В. Г. Бебешко, В. С. Репин, С. Ю. Нечаев и др. *Медико-биологические проблемы действия радиации: тезисы докладов междунар. конф., 10-11 апреля 2012 г., г. Москва*. Москва : ФГУ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, 2012. С. 29.
3. Tchernovetski MA, Kondaurova SL, Kulbitskaya TT, Litunovskaya LG, Raiko TV, Skopovets EYa. [Etiological structure of fungal pathogens isolated from blood in children with oncohematological pathology]. *Laboratory Diagnostics. Eastern Europe*. 2021;10(2): 191-200. Russian.
4. Ananieva MM, Loban GA, Faustova MO, Chumak YV, Losev SM. [Indicators of qualitative and quantitative composition of the commensal intestinal microbiota as biomarkers of homeostasis (part 2)]. *Current problems of modern medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Dental Academy*. 2024; 24(2):277-283. doi 10/31718/2077-1096/24/2/277. Ukrainian.
5. Ehrlich S, Spiekermann K, Grothe JH, Stemler J. Infections in patients with acute myeloid leukemia. *Dtsch Med Wochenschr.* 2023; 148(8):467-473. doi: 10.1055/a-1873-4858.
6. Weber S, Parmon A, Kurrle N, Schnutgen F, Serve H. The clinical significance of iron overload and iron metabolism in myelodysplastic syndrome and acute myeloid leukemia. *Front Immunol.* 2021;11:627662. doi: 10.3389/fimmu.2020.627662.
7. Seyoum Y, Baye K, Humblot C. Iron homeostasis in host and gut bacteria – a complex interrelationship. *Gut Microbes.* 2021; 13(1):1-19. doi: 10.1080/19490976.2021.1874855.
8. Wudhikulprapan W, Chattipakorn SC, Chattipakorn N, Kumfu S. Iron overload and program-med bone marrow cell death: potential mechanistic insights. *Arch Biochem Biophys.* 2024;754:109954. doi: 10.1016/j.abb.2024.109954.
9. Yokus O, Herek C, Cinli TA, Goze H, Serin I. Iron overload during the treatment of acute leukemia: pretransplant transfusion experience. *Int J Hematol Oncol.* 2021; 10(3):1JH36. doi: 10.2217/ijh-2021-0005.
10. Meyers M, Salmon M, Libert I, Klustersky J. A meta-analysis on the risk of infection associated with intravenous iron therapy in cancer-associated anaemia: a double-edged sword? *Curr Opin Oncol.* 2024; 6(4):223-232. doi: 10.1097/CCO.0000000000001024.
11. Segulja S, Vranesevic K, Dordevic A, Roganovic J. Infections in children with acute lymphoblastic leukemia. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(9):1395. doi: 10.3390/medicina60091395.
12. Bebeshko VG, Repin VS, Nechaev SYu, Bruslova KM, Tsvetkova NN, Kuznetsova EE. [Doses of irradiation of the RB marrow and cells of bone surface in children with acute leukemia]. In: *Proc. Conference «Medical-biological problems of radiation action»; 2012 Apr 10-11; Moscow*. Moscow: RAS; 2012. P. 29. Russian.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Бази́ка Димитрі́й Анато́лійович, доктор медичних наук, професор, академік Національної академії медичних наук, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9982-5990>

Жовні́р Володи́мир Аполліна́рійович, доктор медичних наук, в. о. генерального директора ННЦРМГО, м. Київ, Україна

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dimitry A. Bazyka, Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Medical Sciences, General director of the NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9982-5990>

Volodymyr. A. Zhovnir, Doctor of Medical Sciences, interim Director General of the NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Бруслова Катерина Михайлівна, доктор медичних наук, професор, завідувач відділення радіаційної гематології дитячого віку, Інститут клінічної радіології, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4976-0396>

Ляшенко Людмила Олександрівна, кандидат біологічних наук, заступник генерального директора з науково-організаційної роботи та перспективи розвитку, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Пушкарьова Тетяна Іванівна, кандидат медичних наук, молодший науковий співробітник, відділення радіаційної гематології дитячого віку, Інститут клінічної радіології, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0009-706X>

Цветкова Наталія Михайлівна, кандидат медичних наук, старший науковий співробітник відділення радіаційної гематології дитячого віку, Інститут клінічної радіології, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9279-6533>

Рибальська Алла Петрівна, доктор біологічних наук, завідувачка лабораторією мікробіології та проблем антиінфекційного імунітету, Інститут гематології та трансфузіології, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Гавриленко Тетяна Петрівна, завідувача філією № 2 Консультативно-діагностичного центру № 1 Дарницького району м. Києва, Україна

Кондрашова Валентина Григорівна, кандидат медичних наук, вчений секретар, Інститут клінічної радіології, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Ярошенко Жанна Степанівна, кандидат медичних наук, медичний директор клініки ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Гончар Лариса Олексіївна, завідувач відділення радіаційної гематології дитячого віку клініки ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Трихліб Ірина Всеволодівна, молодший науковий співробітник, відділення радіаційної гематології дитячого віку, Інститут клінічної радіології, ННЦРМГО, м. Київ, Україна

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-1769-4841>

Кузьменко Володимир Федорович, кандидат медичних наук, завідувач відділення реанімації і інтенсивної терапії клініки ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Яцемирський Сергій Михайлович, лікар реаніматолог відділення реанімації і інтенсивної терапії клініки ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Самсон Юрій Миколаєвич, лікар реаніматолог, відділення реанімації і інтенсивної терапії клініки ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Письменний Віктор Дмитрович, кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячої хірургії Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

Іванова Ольга Миколаївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії радіологічно-

Katerina M. Bruslova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Radiation Hematology of Childhood, Institute of Clinical Radiology, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4976-0396>

Lyudmila O. Lyashenko, Candidate of Biological Sciences, Deputy Director General for Scientific and Organizational Work and Prospective Development of NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Tetiana I. Pushkareva, Candidate of Medical Sciences Junior Researcher, Department of Radiation Hematology of Childhood, Institute of Clinical Radiology, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0009-706X>

Natalia M. Tsvietkova, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Department of Radiation Hematology of Childhood, Clinical Radiology Institute, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9279-6533>

Alla P. Rybalska, Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Microbiology and Anti-Infectious Immunity Problems, Institute of Hematology and Transfusiology of the State Institution, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Tetyana P. Gavrylenko, Head of the Filial № 2 of of the Consulting and Diagnostic Centre № 1 of the Darnytsky District of Kyiv, Ukraine

Valentina G. Kondrashova, Candidate of Medical Sciences, Scientific Secretary, Clinical Radiology Institute, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Zhanna S. Yaroshenko, Candidate of Medical Sciences, Medical Director of the Clinic, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Larisa O. Gonchar, Head of the Department of Radiation Hematology of Childhood of Clinic NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Iryna V. Trychlib, Junior Researcher, Department of Radiation Hematology of Childhood, Clinical Radiology Institute, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-1769-4841>

Volodymyr F. Kuzmenko, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Reanimation and Intensive Therapy of Clinic NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Sergii M. Iatsemyrskyi, Doctor Reanimatologis, Department of Reanimation and Intensive Therapy, Clinic NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Yuriy M. Samson, Doctor Reanimatologis, Department of reanimation and intensive therapy, Clinic NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Victor D. Pismenniy, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Pediatric Surgery, National Medical University behalf of the O. O. Bogomolets, Kyiv, Ukraine

Olha M. Ivanova, Candidate of Biological Sciences, Senior Research Associate of the Radiological Protection

го захисту, Інститут радіаційної гігієни та епідеміології,
ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Черниш Тетяна Олександрівна, лікар стоматолог, клініка
ННЦРМГО, м. Київ, Україна

Laboratory, Institute of Radiation Hygiene and
Epidemiology, NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Tetiana O. Chernysh, Doctor Dentist, Clinic of the
NRCRMHO, Kyiv, Ukraine

Стаття надійшла до редакції 15.07.2025

Received: 15.07.2025