

ГІПЕРАКТИВНІСТЬ У ДІТЕЙ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТОЗИ ЯК НАСЛІДОК ВІЙНИ В УКРАЇНІ, ПІДХОДИ ДО КОРЕКЦІЇ

Андрусишина І. М.¹, Лампека О. Г.¹, Спаська О. В.²

¹ДУ «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН», Київ, Україна

²Центр психологічної та дефектологічної допомоги дорослим та дітям

***Анотація.** В статті відображено результати біомоніторингу токсичних металів у волоссі та цільній крові дітей. Наслідки війни завдають тривалої фізичної та психологічної шкоди не тільки дорослим, але і дітям. Одним із проявів порушення ментального здоров'я є зміни в роботі нервової системи дітей з гіперактивністю. Основні прояви гіперактивності полягають у розладі здатності сприймати і обробляти інформацію про соціум, обмеженні у спілкуванні, взаємодії з іншими людьми, що веде до порушення соціальної поведінки таких дітей.*

Вміст токсичних металів та есенційних мікроелементів визначали у біологічних середовищах (волосся, цільна кров, сироватка крові) дітей з затримкою психо-мовного розвитку та гіперактивністю, аутистів. Для визначення вмісту токсичних металів та есенційних елементів був використаний оптико-емісійний спектрометр з індуктивно зв'язаною плазмою (ОЕС-ІЗП), методи математичної статистики.

Вміст токсичних металів у біологічних середовищах дітей з гіперактивністю свідчить про високий вміст токсичних металів у цільній крові та волоссі (Al, As, Cd, Fe) та дефіцит есенційних мікроелементів (Mg, K, Zn, Se), що потребує застосування профілактичних засобів. Добре себе показали препарати у вигляді комплексу мікроелементів (у складі якого цинк, магній, кальцій фосфор та вітамін D), препарату «Мульти Омега», комплексу вітамінів та колоїдних мінеральних комплексів, які сприяли виведенню токсичних металів та нормалізації рівнів есенційних мікроелементів.

***Ключові слова:** токсичні метали, есенційні мікроелементи, біологічні середовища (цільна кров, сироватка крові, волосся), біологічний моніторинг, гіперактивність дітей.*

Вступ. Війна завдає тривалої фізичної та психологічної шкоди не тільки дорослим, але і дітям. Статистика ВООЗ свідчить, що через збройні конфлікти в світі близько 10% людей, які пережили означені події, матимуть у подальшому серйозні проблеми із психічним здоров'ям, ще у 10% людей спостерігатимуться поведінкові зміни, які заважатимуть раціональному і ефективному функціонуванню у соціумі. За даними соціологічного

дослідження, проведеного влітку 2022 року, одним із наслідків повномасштабної війни РФ в Україні є порушення ментального здоров'я у понад 70 % українців [2, 7].

Одним із проявів порушення ментального здоров'я є зміни в роботі нервової системи дітей з гіперактивністю та аутизмом. Основні прояви аутизму полягають у розладі здатності сприймати і обробляти інформацію про соціум, обмеженні у спілкуванні, взаємодії з іншими людьми, що веде до порушення соціальної поведінки таких дітей. Офіційне визначення аутизму звучить як порушення функцій головного мозку, яке проявляється різким неприйняттям соціальних відносин [2, 7, 11–14].

Аутизм у дітей супроводжується значною затримкою розвитку мови, особливому формуванню гри і навчальної діяльності. Діагноз аутизм не залежить від національності. з таким діагнозом народжується більше хлопчиків ніж дівчаток, але у дівчаток аутизм головним чином проявляється у більш важкій формі і такій дитини досить важко адаптуватися до навколишнього світу.

За даними Європейського регіонального бюро ВООЗ до чинників, які визначають сучасні тренди та тенденції в зростанні кількості дітей з гіперактивністю та аутизмом, все частіше відносять зростаюче забруднення навколишнього середовища [1, 7, 13, 14]. Щодо аутистів, слід відзначити, що часто ці проблеми поєднуються з порушенням як сенсомоторного розвитку, так і гастроентерологічного. Останнє (наприклад, нездатність до засвоєння глютену) на нашу думку є наслідком порушення мінерального обміну та накопичення токсичних металів. Важливим фактором функціонування організму дитини в такій ситуації є баланс таких есенційних елементів як магній, калій, селен, манган та цинк.

Вважають, що виведення токсичних металів з організму (так звана детоксикація) – один із важливих етапів лікування дітей з гіперактивністю, з порушенням мовного розвитку та дітей-аутистів. Для цього застосовують різні прийоми профілактики із використанням комплексу вітамінів, мікроелементів, БАДів, сорбентів (пектини). Наприклад, пектини, які добре зарекомендували себе під час детоксикації при отруєнні ртуттю та свинцем [1, 4–6], можуть допомогти у відновленні порушених біохімічних процесів (це відновлення рівня глутатіону і збільшення антиоксидантної здатності) та у нормалізації обміну мікроелементів в організмі.

Мета дослідження. Ціллю даних досліджень було узагальнити отриманні данні визначення вмісту токсичних металів і есенційних мікроелементів у волоссі і крові дітей та оцінити ефективність прийому вітамінних та мікроелементних комплексів як на процес виведення з організму токсичних металів, так і на поповнення балансу мікроелементів, що відповідають за функцію нервової системи дітей з розладами мовлення та гіперактивністю.

Матеріали та методи досліджень. Було обстежено 332 дітей віком 2–16 років з діагнозами гіперактивність, затримка психомоторного розвитку мовлення та аутизм. Переважна більшість обстежених дітей були хлопчики (238 осіб) (таблиця 1).

Таблиця 1

Основні характеристики обстежених груп дітей (n = 332)

Роки спостережень	Загальна кількість обстежених	Кількість обстежених за статтю	
		хлопчики	дівчатка
2020	46	39	7
2021	81	52	29
2022	30	25	5
2023	134	94	40
2024 (за 3 місяці року)	41	28	13

Вміст токсичних металів та есенційних мікроелементів визначали у волоссі, цільній крові дітей до та після прийому комплексу мікроелементів компанії NSP (у складі якого цинк, магній, кальцій фосфор та вітамін D), препарату «Мульти Омега» фірми Vinatone, комплекс вітамінів Torne, колоїдні мінерали.

Для визначення вмісту 16 есенційних та токсичних мікроелементів (Al, Ag, As, Ca, Cd, Cu, Cr, Ni, V, FeMn, Mg, K, Zn, Se, Pb) у пробах був застосований спектральний багатоелементний метод аналізу (ОЕС-ІЗП на приладі OPTIMA 2100 DV PerkinElmer, США) [5]. При підготовці біологічних проб для ОЕС-ІЗП вимірювань використовували мікрохвильовий метод мінералізації проб за допомогою мікрохвильовок MWS-2 (Bergof, Німеччина) та (СЕМ, США) [3]. Для побудови калібрувальної кривої був використаний стандарт для мультиелементного ІСР аналізу (Merck, Німеччина). Точність вимірювань забезпечувалась двома паралельними визначеннями кожного елемента, при цьому відносне стандартне відхилення не перевищувало 2%.

Статистична обробка результатів дослідження проводилась з використанням пакету програм статистичного аналізу Statisticav. 6.1., Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення. Останніми роками обговорюється роль алюмінію, арсену, кадмію, свинцю та ртуті як нейротропних елементів у порушенні розвитку дітей. Відомо, що есенційні мікроелементи Mg, K, Mn, Se, Zn є важливими регуляторами формування та роботи нервової системи в стані стресу, ці елементи беруть участь у формуванні нейроендокринної

відповіді та забезпечують захисну роль імунної системи. В ДУ «Інститут медицини праці імені Ю. І. Кундієва НАМН» за період 2020–2024 рр. були проведені дослідження по вивченню вмісту макро- та мікроелементів у біосередовищах (цільна кров, волосся) дітей з проявами гіперактивності, затримкою психомоторного розвитку мовлення та дітей-аутистів до та після лікування комплексами препаратів, які містять мікроелементи та вітаміни. Отриманні результати представлені у таблицях 2–3.

Таблиця 2

Вміст макро- та мікроелементів у цільній крові та сироватці крові дітей (мг/л)

Макро- та мікроелементи	До лікування	Після лікування	Референтні значення (мг/л)
Ca (сироватка крові)	90,27 ± 18,26	92,58 ± 20,36	85–104
K (сироватка крові)	160,0 ± 18,26	180,08 ± 34,79	140–210
Mg (сироватка крові)	16,06 ± 7,65	20,0 ± 6,45	16–23
Al(цільна кров)	0,41 ± 0,09	0,30 ± 0,05	0,10–0,39
Ag (цільна кров)	0,03 ± 0,01	0,028 ± 0,01	0,01–0,04
As(цільна кров)	0,08 ± 0,052	0,022 ± 0,013	0,002–0,9
Cd(цільна кров)	0,01 ± 0,003	0,004 ± 0,001	0,01–0,04
Cu (сироватка крові)	0,88 ± 0,13	0,94 ± 0,22	0,92–1,59
Cr(цільна кров)	0,061 ± 0,020	0,08 ± 0,031	0,006–0,11
Fe сироватка крові)	0,55 ± 0,20	0,58 ± 0,19	0,43–0,60
Mn (сироватка крові)	0,004 ± 0,001	0,01 ± 0,005	0,004–0,014
Ni (цільна кров)	0,01 ± 0,005	0,02 ± 0,005	0,001–0,05
V(цільна кров)	0,004 ± 0,001	0,08 ± 0,024	< 0,1
Se (сироватка крові)	0,32 ± 0,10	0,52 ± 0,019	0,045–0,083
Pb(цільна кров)	0,15 ± 0,05	0,098 ± 0,042	0,05–0,10
Zn (сироватка крові)	0,65 ± 0,38	0,68 ± 0,28	0,65–1,20

Таблиця 3

Вміст макро- та мікроелементів у волоссі дітей (мкг/г)

Макро- та мікроелементи	До лікування	Після лікування	Референтні значення
1	2	3	4
Ca	666,50 ± 273,56	1863,08 ± 232,50	200–2000
K	91,63 ± 23,75	193,22 ± 99,62	150–663
Mg	46,47 ± 18,89	28,71 ± 9,49	19–163
Al	12,10 ± 1,71	8,65 ± 4,17	1–10
Ag	0,14 ± 0,043	0,031 ± 0,01	0,005–0,20

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4
As	0,13 ± 0,054	0,39 ± 0,03	0,005–0,50
Cd	0,14 ± 0,008	0,10 ± 0,048	0,20–0,40
Cu	9,77 ± 1,26	7,55 ± 1,17	6,5–15,0
Cr	0,068 ± 0,028	0,21 ± 0,06	0,006–4,10
Fe	25,86 ± 5,47	16,13 ± 4,56	5,0–25,0
Mn	0,64 ± 0,32	0,65 ± 0,19	0,50–3,0
Ni	0,34 ± 0,12	0,19 ± 0,07	0,10–2,0
V	0,075 ± 0,025	0,15 ± 0,029	0,005–0,50
Se	1,44 ± 0,41	0,82 ± 0,37	0,50–2,50
Pb	2,17 ± 0,63	1,18 ± 0,19	0,50–5,0
Zn	160,03 ± 28,49	144,22 ± 25,60	125,0–250,0

Дослідження показали, що вміст деяких металів у обстежених дітей значно вищий, ніж прийняті межі «норми» [8, 15]. Так, виявлено окремі випадки підвищеного вмісту алюмінію (30 % випадків), миш'яку (10 %), свинцю (20 %) та кадмію (10 %) у цільній крові дітей. У волоссі виявлено підвищений вміст алюмінію ($12,10 \pm 1,71$ мкг/г, тоді як норма складає 1–10,0 мкг/г), феруму ($25,86 \pm 5,47$ мкг/г, тоді як норма складає 5,0–25,0 мкг/г) та нікелю ($0,34 \pm 0,12$ мкг/г, тоді як норма складає 1–10,0 мкг/г). Водночас спостерігали і дефіцит ряду мікроелементів, переважно у волоссі (калій, селен та цинк у ряді випадків).

Застосування вітамінів та комплексу мікроелементів, до складу яких входить Mg, Zn, Se, вітаміни D, C, Омега-3 сприяло більш ефективному виведенню з крові свинцю (з 0,15 мг/л до 0,098 мг/л при нормі – 0,02–0,10 мг/л), кадмію (з 0,01 мг/л до 0,004 мг/л при нормі 0,01–0,04 мг/л), алюмінію (з 0,41 мг/л до 0,30 мг/л при нормі 0,1–0,39 мг/л), миш'яку (з 0,08 мг/л до 0,022 мг/л при нормі 0,002–0,9 мг/л).

У волоссі спостерігалось зростання вмісту кадмію (з 0,21 мкг/г до 0,28 мкг/г при нормі – 0,2–0,4 мкг/г) та миш'яку (з 0,42 мкг/г до 0,55 мкг/г при нормі – 0,005–0,5 мкг/г). При цьому слід відзначити зростання вмісту цинку та заліза у сироватці крові та зниження вмісту мангану та селену у волоссі обстежених дітей.

Проведені дослідження показали вищий за норму вміст свинцю, кадмію, миш'яку та алюмінію у волоссі дітей, що не сприяє функціональному стану нервової системи та може призводити до затримки мовного розвитку або бути наслідком гіперактивності дітей [8–10, 15]. Застосування комплексу вітамінів та мікроелементів сприяло як нормалізації елементного складу цільної крові та волосся (Mg, K, Zn, Se), так і виведенню

токсичних металів (Al, As, Cd, Fe). Порівнюючи отримані результати можна дійти висновку, що ключовими елементами, які характеризують стан організму обстежених дітей, є інтоксикація Al, Fe та Pb, наслідком чого є порушення роботи нервової системи, а дисбаланс ключових для цієї системи елементів Mg, Cr, Fe, Cu, Mn, Se та Zn погіршує поведінкові реакції, стан імунітету. Таким чином виведенні токсичних металів за умови застосування профілактичних засобів мало сприяти нормалізації роботи нейроендокринної та імунної системи обстежених дітей.

Висновки та перспективи

1. Проведені дослідження показали, що вміст токсичних металів у одному середовищі не відображає характер їх накопичення у організмі. Надійним підходом під час проведення біомоніторингу є одночасне визначення мікроелементів та токсичних металів у двох біологічних середовищах для вивчення мікроелементного балансу у дітей.

2. Застосування комплексу вітамінів та мікроелементів сприяло нормалізації елементного складу цільної крові та особливо волосся (Mg, K, Zn, Se) і покращило виведення токсичних металів (Al, As, Cd, Fe) з організму що мало сприяти покращенню функції нейроендокринної та імунної системи організму обстежених дітей.

3. Сьогодні, як ніколи, під час війни в Україні, зросла кількість дітей, які потребують цілеспрямованих, негайних та ефективних втручань спеціаліста-психолога з метою зменшення гострих стресових реакцій. Особливо обов'язковим є проведення терапевтичних і профілактичних заходів, посилення соціальної підтримки дітей з порушенням психомоторного розвитку, які зазнали травматичного впливу на стан психічного здоров'я, з метою зниження ризику появи симптомів посттравматичного стресового розладу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусишина І. М., Лампека О. Г., Голуб І. О. Мікроелементози в Україні (до проблеми використання спектральних методів для оцінки екологічно та професійно обумовлених порушень мінерального обміну у людини). *Науковий журнал МОЗ України*. 2013. № 3 (4). С. 136–146.

2. Здоров'я населення – індикатор екологічного благополуччя : бібліографічний покажчик літератури / уклад. О. М. Довженко ; НБ ЗДМУ. Запоріжжя, 2018. 40 с.

3. Методичні рекомендації (111)72.14/133.14 «Оцінка порушень мінерального обміну у професійних контингентів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою» / І. М. Андрусишина, О. Г. Лампека, І. О. Голуб, І. П. Лубянова, Т. Д. Харченко. Київ : Авіцена, 2014. 60 с. Індекс ISBN 978-966-2144-72-7

4. Нариси вікової токсикології. Розділ 6 / за ред. І. М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2005. 256 с.
5. Нариси з токсикології важких металів. Випуск I. Свинець / за ред. І. М. Трахтенберга. Київ, Авіцена, 2016. 108 с. Індекс ISBN 978-966-2144-83-3
6. Нариси з токсикології важких металів. Випуск IV – Марганець, Хром / за ред. І. М. Трахтенберга. Київ : ВД «Авіцена», 2018. 88 с. Індекс ISBN 978-617-7597-16-1
7. Andrusyshyna I. M., Nagorna A. M., Dmytrukha N.M Public health and its determinants in Ukraine during the war. *J. Hygiene Phraga*. 2023 № 2, 2023 С. 4–5.
8. Centers for disease Control and Prevention National Biomonitoring. Program CDC 2011 [Ел.ресурс]. URL: www.cdc.gov/biomonitoring.
9. Harmonization of Human Biomonitoring Studies in Europe: Characteristics of the HBM4EU-Aligned Studies Participants L. Gilles, E.Govarts, L. R. Martin, A. M.Anderson. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022. V. 19 (11). P. 6787. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph19116787>.
10. Rousselle C. Editorial for the Special Issue on “Human Biomonitoring in Health Risk Assessment: Current Practices and Recommendations for the Future”. *Toxics*. 2023. Vol. 11. P. 168. URL: <https://doi.org/10.3390/toxics11020168>
11. Association of autism with toxic metals: A systematic review of case-control studies. / C. N. Amadi, Ch. N. Orish, Ch. Frazzoli, O. E. Orisakwe. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 2022. V. 212. P. 17313. URL: <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2021.173313>
12. Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children / L. G. Bandini, S. E. Anderson, C. Curtin et al. *Journal Pediatr*. 2010. № 157 P. 259–264. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.02.013>
13. Aluminium in brain tissue in autism / M. Mold, D. Umar, A. King, Ch. Exley. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2018. № 46. P. 76–82. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.11.012>
14. The relationship between mercury and autism: A comprehensive review and discussion / J. K. Kern, D. A. Crier, L. K. Sykes, B. E. Haley, M. R. Geier. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2016. № 37. P. 8–24.
15. Reference Values on Children’s Hair for 28 Elements (Heavy Metals and Essential Elements) Based on a Pilot Study in a Representative Non-Contaminated Local Area / R. Ruiz, C. Estevan, J. Esteves et al. *Int. J. Mol. Sci*. 2023. V. 24 (9). P. 8127. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms24098127>

REFERENCES

1. Andrusyshyna I.M., Lampeka O.G., Golub I.O. Microelementosis in Ukraine (before the problem of measuring spectral methods for assessing ecologically and professionally summarizing the problems of mineral exchange among people). *Science Journal of the Ministry of Health of Ukraine*. 2013. № 3 (4). P. 136–146.
2. Population health – an indicator of ecological well-being: bibliographic index of literature / comp. O. M. Dovzhenko ; NB ZDMU. Zaporizhzhia, 2018. 40 p.
3. Methodical recommendations (111) 72.14 / 133.14 “Evaluation of the destruction of mineral exchange in professional contingents by the method of atomic

emission spectrometry with inductively coupled plasma” / I. M. Andrusyshyna, O. G. Lampeka, I. O. Golub, I., P. Lubyanova, T. D. Kharchenko. Kyiv: Avicena, 2014. 60 p. ISBN 978-966-2144-72-7

4. Essays on age-related toxicology; Chapter 6. edited by I. M. Trachtenberg. Kyiv: VD “Avicena”, 2005. 256 p.

5. Essays on toxicology of heavy metals. Issue I-Lead / edited by I. M. Trachtenberg. Kyiv: VD “Avicena”, 2016-108 p. ISBN 978-966-2144-83-3

6. Essays on toxicology of heavy metals. Issue IV – Manganese, Chrome / edited by I. M. Trachtenberg. Kyiv: VD “Avicena”, 2018. 88 c. ISBN 978-617-7597-16-1

7. Andrusyshyna I. M., Nagorna A. M., Dmytrukha N.M Public health and its determinants in Ukraine during the war. *J. Hygiene Phraga*. 2023 № 2, 2023 C. 4–5.

8. Centers for disease Control and Prevention National Biomonitoring. Program CDC 2011 [Eл.pecыпc]. URL: www.cdc.gov/biomonitoring.

9. Harmonization of Human Biomonitoring Studies in Europe: Characteristics of the HBM4EU-Aligned Studies Participants L. Gilles, E. Govarts, L. R. Martin, A. M. Anderson. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022. V. 19 (11). P. 6787. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph19116787>.

10. Rousselle C. Editorial for the Special Issue on “Human Biomonitoring in Health Risk Assessment: Current Practices and Recommendations for the Future”. *Toxics*. 2023. Vol. 11. P. 168. URL: <https://doi.org/10.3390/toxics11020168>

11. Association of autism with toxic metals: A systematic review of case-control studies. / C. N. Amadi, Ch. N. Orish, Ch. Frazzoli, O. E. Orisakwe. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 2022. V. 212. P. 17313. URL: <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2021.173313>

12. Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children / L. G. Bandini, S. E. Anderson, C. Curtin et al. *Journal Pediatr*. 2010. № 157 P. 259–264. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.02.013>

13. Aluminium in brain tissue in autism / M. Mold, D. Umar, A. King, Ch. Exley. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2018. № 46. P. 76–82. URL: <https://doi.org/10/1016/j.jtemb.2017.11.012>

14. The relationship between mercury and autism: A comprehensive review and discussion / J. K. Kern, D. A. Crier, L. K. Sykes, B. E. Haley, M. R. Geier. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2016. № 37. P. 8–24.

15. Reference Values on Children’s Hair for 28 Elements (Heavy Metals and Essential Elements) Based on a Pilot Study in a Representative Non-Contaminated Local Area / R. Ruiz, C. Estevan, J. Esteves et al. *Int. J. Mol. Sci*. 2023. V. 24 (9). P. 8127. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms24098127>

HYPERACTIVITY IN CHILDREN AND MICROELEMENTOSIS AS A CONSEQUENCE OF THE WAR IN UKRAINE, APPROACHES TO CORRECTION

Andrusyshyna I. M., Lampeka O. G., Spaska O. V.

Abstract. *The article reflects the results of biomonitoring of toxic metals in the hair and whole blood of children. The consequences of war cause lasting physical and psychological damage not only to adults, but also to children. One of the manifestations of mental health disorders is changes in the work of the nervous system of children with hyperactivity. The main manifestations of hyperactivity consist in the disorder of the ability to perceive and process information about society, limitations in communication, interaction with other people, which leads to a violation of the social behavior of such children.*

The content of toxic metals and essential microelements was determined in biological environments (hair, whole blood, blood serum) of children with psycho-linguistic delay and hyperactivity, autistic children. To determine the content of toxic metals and essential elements, an optical emission spectrometer with inductively coupled plasma (OES-ICP). Were used methods of mathematical statistics.

The content of toxic metals in the biological environment of children with hyperactivity affects the highly toxic content of metals in whole blood and hair (Al, As, Cd, Fe) and the deficiency of essential trace elements (Mg, K, Zn, Se), which requires the use of preventive measures. Preparations in the form of a complex of microelements (including zinc, magnesium, calcium, phosphorus and vitamin D), the preparation "Multi Omega", a complex of vitamins and colloidal mineral complexes have shown themselves well. which contributed to the removal of toxic metals and the normalization of the level of essential trace elements.

Key words: *toxic metals, essential trace elements, biological environments (whole blood, blood serum, hair), biological monitoring, children's hyperactivity.*

Дослідження виконано за темою: «Наукове обґрунтування безпечних рівнів контамінації токсичними металами біологічних середовищ людини за критеріями дезадаптації населення та працюючих в умовах військових дій в Україні» № ДР0123U101030

Андрусишина Ірина Миколаївна ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5827-338>,
+38 (044) 287 06 60, andrusyshyna.in@gmail.com.

Лампека О. Г.

Спаська О. В.