

УДК 612.66

DOI 10.31654/2786-8478-2024-BN-3-66-73

Кобаль І. В.

аспірант кафедри клітинної біології та
методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
ivan.kobal2017@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8618-9251

Соколенко С. В.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології
та методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
sokolenko@i.ua
orcid.org/0000-0002-7341-1762

Соколенко В. Л.

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри клітинної біології
та методики викладання біологічних дисциплін
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
sokolenko@ukr.net
orcid.org/0000-0002-3096-8245

**ПОКАЗНИКИ ЛЕЙКОГРАМИ У ПРАЦІВНИКІВ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ
НА ДРУГОМУ РОЦІ ПАНДЕМІЇ COVID-19**

Професійні захворювання у галузі освіти характеризуються різноманітними порушеннями унаслідок постійної психологічної напруги і навантаження голосового та опорно-рухового апарату. Зараз у всьому світі зростає число стресів та емоційного вигорання, пов'язаних з роботою. Для подолання такого явища необхідна вчасна діагностика проявів стресу серед співробітників різних груп, зокрема, й у галузі освіти. Останнім часом варто враховувати наявність додаткового стресу, зумовленого пандемією COVID-19. Спорадичні закриття шкіл і перехід до онлайн-викладання під час пандемії призводили до значних змін у роботі вчителів і могли посилити інші стресові впливи. Мета нашого дослідження – проаналізувати показники лейкограми, як потенційні біомаркери порушення стану здоров'я на другому році пандемії COVID-19, в осіб, котрі працюють в освітній галузі. Аналіз крові проведено у 45 педагогічних працівників закладів середньої освіти м. Черкаси та Черкаського району віком 26-52 років, котрі проходили планові медичні огляди на другому році пандемії COVID-19 на базі КНП «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради. В анамнезі обстежених не було випадків захворювання на COVID-19. Контрольну групу сформували студенти Черкаського національного університету без ознак гострих чи хронічних хвороб. В осіб, котрі працюють в галузі освіти, виявили ознаки стресового впливу, що проявляються перерозподілом показників лейкограми. Це, зокрема, зниження в освітян другого зрілого віку відносної кількості лімфоцитів порівняно з контрольними показниками та показниками у підгрупі першого зрілого віку; підвищення порівняно з контролем у освітян першого зрілого віку відносної та абсолютної кількості паличкоядерних нейтрофілів. Особливо виражені стрес-індуковані зміни природної резистентності спостерігалися серед освітян другого зрілого віку, окремі з них є ознаками мобілізації запальних процесів та реакцій гіперчутливості. Для коректних висновків щодо частки стресового впливу, зумовленого умовами карантину унаслідок пандемії COVID-19, потрібно порівняти дані з показниками населення інших професійних категорій.

Ключові слова: стрес, пандемія COVID-19, лейкограма, професійні ризики в освіті, прозапальні маркери.

Вступ. Професійні захворювання займають вагомe місце серед актуальних медико-біологічних проблем сучасності [1]. Для розробки превентивних заходів важливо мати достовірну інформацію про поширеність і закономірності формування тієї чи іншої професійної захворюваності. Таку можливість надає, зокрема, рання діагностика певних біомаркерів та виявлення нових факторів ризику, які потенціюють загально визнані причини професійних захворювань [2]. Доступними біомаркерами є клініко-біохімічні показники крові [3-5].

Професійні фактори можуть бути безпосередніми причинами хвороби або ж посилювати прояви патології [6, 7].

Статистичні дані свідчать, що соціально-економічні умови, які супроводжують професійну діяльність, істотно впливають на ризик розвитку професійних захворювань. Проте, релевантність їх впливу можна підтвердити лише при клінічно підтверджених випадках професійної захворюваності. Вагомим фактором є розуміння того, чи впливає соціально-економічне середовище на можливість людини продовжувати роботу при ризиках розвитку професійного захворювання. Хоча зміни стану здоров'я, зумовлені певною діяльністю, частіше перешкоджають стійкій працездатності в осіб з низьким соціально-економічним становищем, особи високого статусу мають підвищені ризики стресування під час праці [8, 9].

Професійні захворювання у галузі освіти характеризуються фізичними або психологічними порушеннями унаслідок постійної психологічної напруги і навантаження голосового та опорно-рухового апарату. Освітняни значну частину часу проводять в положенні стоячи, регулярно навантажують плечові та шийні області, коли піднімають руки для писання на дошці, тривалий час сидять при підготовці матеріалу. У них часто спостерігається біль в спині, плечах і хребті, що зумовлено необхідністю збереження певної постави протягом тривалого часу, неадекватності меблів тощо [10, 11].

Зараз у всьому світі зростає число стресів та емоційного вигорання, пов'язаних з роботою. Для подолання такого явища необхідна вчасна діагностика проявів стресу серед співробітників різних груп, зокрема, і в галузі освіти [12, 13]. Останнім часом варто враховувати наявність додаткового стресу, зумовленого пандемією COVID-19 [14, 15]. Спорадичні закриття шкіл і перехід до онлайн-викладання під час пандемії призводили до значних змін у роботі вчителів і могли посилити інші стресові впливи [16].

Виробничі фактори здатні призводити до модифікації імунологічної реактивності учасників виробничого процесу [6, 17]. Показники клітинного імунітету є ефективними біомаркерами стресу та шкідливих екзогенних чинників середовища [18-20]. Тому аналіз лейкограми залишається важливим діагностичним засобом оцінки потенційно небезпечних виробничих факторів, зокрема, в умовах потенційних ризиків, зумовлених періодом пандемії COVID-19.

Мета дослідження: проаналізувати показники лейкограми, як потенційні біомаркери порушення стану здоров'я на другому році пандемії COVID-19, в осіб, котрі працюють в освітній галузі.

Методи та організація дослідження. Показники лейкограми на другому році пандемії COVID-19 (2021 рік) визначали у педагогічних працівників (45 осіб віком 26-52 років) закладів середньої освіти м. Черкаси та Черкаського району. В анамнезі обстежених не було випадків захворювання на COVID-19. Серед них 18 осіб першого зрілого віку (26-34 років; 7 осіб чоловічої статі, 11 – жіночої), котрі працювали в галузі менше 10 років, та 27 осіб другого зрілого віку (35-52 років; 12 осіб чоловічої статі, 15 – жіночої) котрі працювали в галузі більше 10 років.

Обстежені проходили планові медичні огляди на базі Комунального некомерційного підприємства «Черкаська центральна районна лікарня» Червонослобідської сільської ради. Серед обстежених не було осіб з ознаками гострих чи хронічних хвороб.

Контрольну групу сформували студенти Черкаського національного університету без ознак гострих чи хронічних хвороб (23 особи віком 19-20 років; 7 осіб чоловічої статі, 16 осіб жіночої статі).

Всі особи жіночої статі (і контрольної, і дослідної груп) були обстежені у фолікулярну стадію менструального циклу.

Як показники норми використали референтні значення відповідних показників, прийняті в клініко-діагностичній лабораторії КНП «Черкаська центральна районна лікарня».

Показники лейкограми визначали на аналізаторі Diagon D-cell 60 (Diagon Ltd, Угорщина). Додатковий аналіз популяцій гранулоцитів проводили за мазком крові, фарбованим за Паппенгеймом.

Статистичну обробку матеріалу здійснювали з допомогою програми Microsoft Excel. Визначали середнє значення та його похибку. Різницю між різними групами визначали за t-критерієм Стюдента (після перевірки вибірок на нормальність розподілу).

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що загальна кількість лейкоцитів у всіх обстежених була в межах референтних значень, виявлено незначну тенденцію до підвищення середнього значення показника у працівників галузі освіти обох вікових груп порівняно з контролем. Статистичної достовірності таке зростання не мало, розкид показників в групах був незначним (табл. 1).

Таблиця 1

Показники лейкограми в освітян різних вікових груп, $M \pm m$

Показники / норма	Контрольна група n=23	Працівники освіти першого зрілого віку n=18	Працівники освіти другого зрілого віку n=27
Лейкоцити, $\times 10^9/\text{л}$ 4,0-9,6	6,93 \pm 0,21	7,25 \pm 0,34	7,33 \pm 0,41
Лімфоцити, % 20-40	27,21 \pm 0,85	25,17 \pm 0,96	21,12 \pm 1,04 ***, ##
Лімфоцити, $\times 10^9/\text{л}$ 1,5-4,0	2,01 \pm 0,09	1,83 \pm 0,10	1,57 \pm 0,15 *
Моноцити, % 4,0-10,0	8,10 \pm 0,62	7,41 \pm 0,85	11,01 \pm 0,77 **, ##
Моноцити, $\times 10^9/\text{л}$ 0,2-0,8	0,61 \pm 0,05	0,55 \pm 0,09	0,81 \pm 0,07 *
Нейтрофіли пал., % 1,0-6,0	5,59 \pm 0,44	7,91 \pm 0,62 **	6,11 \pm 0,48
Нейтр. пал., $\times 10^9/\text{л}$ 0,04-0,4	0,42 \pm 0,03	0,52 \pm 0,03 *	0,45 \pm 0,05
Нейтрофіли сегм., % 47,0-65,0	56,52 \pm 1,12	54,12 \pm 1,45	57,11 \pm 2,01
Нейтр. сегм., $\times 10^9/\text{л}$ 2,0-6,5	4,10 \pm 0,17	3,79 \pm 0,21	4,20 \pm 0,22
Еозинофіли, % 0,5-3,0	1,53 \pm 0,19	2,45 \pm 0,49	7,70 \pm 0,25 ***
Еозинофіли, $\times 10^9/\text{л}$ 0,05-0,45	0,12 \pm 0,02	0,18 \pm 0,03	0,21 \pm 0,04 *
Базофіли, % 0,0-1,0	0,93 \pm 0,19	2,00 \pm 0,21 ***	2,20 \pm 0,25 ***
Базофіли, $\times 10^9/\text{л}$ 0,00-0,02	0,06 \pm 0,01	0,11 \pm 0,03	0,15 \pm 0,03 *

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ у порівнянні з контролем
- $p < 0,01$ у порівнянні з підгрупою освітян першого зрілого віку

У студентів з контрольної групи та освітян першого зрілого віку показник відносної кількості лімфоцитів перебував на середньому рівні референтного діапазону, у освітян другого зрілого віку змістився до його нижньої межі. Вихід за нижню межу норми виявлено лише в окремих працівників галузі освіти з робочим стажем вище 10 років. В обстежених освітньої галузі, котрі мали великий стаж роботи, відносна кількість лімфоцитів була значимо нижчою як від контрольних показників, так і від показників у підгрупі першого зрілого віку. Абсолютна кількість лімфоцитів у освітян другого зрілого віку достовірно нижча, ніж показники в контрольній групі (табл. 1).

Аналіз рівня моноцитів показав його зміщення і в контролі, і в дослідних підгрупах від середини референтного діапазону до верхньої межі. В освітян з тривалим стажем роботи відносна кількість моноцитів достовірно вища від контрольних значень та показника в підгрупі першого зрілого віку, абсолютна кількість вища, ніж контрольні показники. І відносна, і абсолютна кількість моноцитів у освітян другого зрілого віку перебувала на верхньому рівні норми, у окремих осіб показники виходили за межі норми (табл. 1).

Показники кількості сегментоядерних нейтрофілів в усіх групах перебували в межах норми, значимої різниці між групами не було. Відносна та абсолютна кількість паличкоядерних нейтрофілів в контрольній групі та освітян другого зрілого віку були на верхній межі норми, у освітян першого зрілого віку вийшли за верхню межу норми і були достовірно вищі, ніж в контрольній групі (табл. 1).

Відносна кількість еозинофілів в обох вікових підгрупах освітян зміщена до верхньої межі референтного діапазону. В освітян другого зрілого віку з великим стажем роботи відносна кількість еозинофілів достовірно вища від показників контролю (табл. 1).

Показники кількості базофілів в обстежених з контрольної групи перебували на верхній межі норми, у освітян з обох вікових груп вийшли за верхню межу і були достовірно вищі від контрольних значень за відносною кількістю. Абсолютна кількість базофілів була вищою від контролю в освітян другого зрілого віку (табл. 1).

Зниження кількості лімфоцитів є ознакою стресової реакції [18]. Відповідно, виявлений ефект в підгрупі освітян другого зрілого віку, при відсутності подібної закономірності в підгрупі першого зрілого віку, можна вважати наслідком тривалого професійного впливу. Проте, в освітян першого зрілого віку спостерігається істотне підвищення кількості паличкоядерних нейтрофілів (зсув формули вліво), яке, при відсутності виражених запальних патологій, можна схарактеризувати як компенсаторну реакцію на стресовий вплив. Тобто, в обох вікових підгрупах освітян наявні ознаки стрес-індукованих змін природної резистентності, але вони реалізуються за різними механізмами.

Підвищення кількості моноцитів, еозинофілів та базофілів в обстежених освітян з великим стажем роботи можна схарактеризувати як мобілізацію прихованих процесів запалення та реакцій гіперчутливості [21]. Така мобілізація може спричинитися як віковим фактором, так і впливом професійного середовища. Зростання рівня базофілів, як ознака розвитку гіперчутливості, вимагає ретельного аналізу. Алергії, стимульовані професійною діяльністю, здатні привести до відмови від професії при невчасному діагностуванні [22, 23].

Висновки з дослідження та перспективи подальшого дослідження.

Таким чином, в осіб, котрі працюють в галузі освіти, наявні ознаки стресового впливу, що проявляються перерозподілом показників лейкограми. Особливо виражені стрес-індуковані зміни природної резистентності серед освітян другого зрілого віку, окремі з них є ознаками мобілізації запальних процесів та реакцій гіперчутливості. Досить складно визначити частку стресового впливу, зумовленого умовами карантину унаслідок пандемії COVID-19. Його проявами варто вважати достовірні відмінності від контрольних значень кількості паличкоядерних нейтрофілів та базофілів у освітян першого зрілого віку, які не можна трактувати наслідками тривалого професійного впливу чи віковою інволюцією показників імунної системи. Для коректних висновків потрібно порівняти дані з показниками населення інших професійних категорій.

Література

1. Takala J. et al. Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2014. V.11. P. 326-337.
2. Davoodi S. et al. Occupational disease registries-characteristics and experiences. *Acta Inform. Med.* 2017. V. 25(2). P. 136-40.
3. Новосад Н. В., Безпалько М. С. Біохімічні та імунологічні показники крові у працівників КП НВК «Іскра». *Актуальні питання біології, екології та хімії.* 2018. Т.15(1). С. 101-108.
4. Kobal I., Sokolenko V., Sokolenko S. Leukogram and ESR indicators in persons working in various industries during the COVID-19 pandemic. *Grail of Science.* 2022. V. 16. P. 122-126.
5. Yu P. et al. Analysis of electrocardiogram and blood related indicators in workers occupationally exposed to mercury in Jiangsu Province from 2016 to 2018. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases.* 2019. V.37(12). P. 949-952.
6. Cestonaro L. V. et al. Biochemical, hematological and immunological parameters and relationship with occupational exposure to pesticides and metals. *Environmental Science and Pollution Research.* 2020. P.1-12.
7. Lei D. K., Grammer L. C. Occupational immunologic lung disease. *Allergy Asthma Proc.* 2019. V. 40(6). P. 418-420.
8. Dieker A. C. M. et al. The contribution of work and lifestyle factors to socioeconomic inequalities in self-rated health - A systematic review. *Scand. J. Work Environ. Health.* 2018. V.45(2). P. 114-125.
9. Schaap R. et al. The effects of exit from work on health across different socioeconomic groups: A systematic literature review. *Soc. Sci. Med.* 2017. V.198. P.36-45.
10. Fahmy V. F. et al. Prevalence, risk factors and quality of life impact of work-related musculoskeletal disorders among school teachers in Cairo, Egypt. *BMC Public Health.* 2022. V.22(1). P. 2257.
11. Vertanen-Greis H., Löyttyniemi E., Uitti J. Voice disorders are associated with stress among teachers: a cross-sectional study in Finland. *Journal of Voice.* 2020. V. 34(3). P. 488-e1.
12. Gomes K. O. et al. Overview of occupational diseases caused by mental stress most frequently observed in Brazilian teachers: a review. *International Neuropsychiatric Disease Journal.* 2018. P.1-11.
13. Müller G. et al. Work-Related determinants of burnout in a nationally representative sample of German employees. Results from the study on mental health at work. *JOEM.* 2018. V.60. P. 584-588.
14. Fruehwirth J. C., Biswas S., Perreira K. M. The Covid-19 pandemic and mental health of first-year college students: Examining the effect of Covid-19 stressors using longitudinal data. *PloS One.* 2021. V. 16(3), P. e0247999.
15. Greenberg N. et al. Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine.* 2021. V.71(2). P. 62-67.
16. Minihan E. et al. COVID-19 related occupational stress in teachers in Ireland. *International Journal of Educational Research Open.* 2022. V.3. P. 100114.
17. Cartier A. New causes of immunologic occupational asthma, 2012-2014. *Curr. Opin. Allergy. Clin. Immunol.* 2015. V.15(2). P.117-123.
18. Соколенко В. Л., Соколенко С. В. Активність радіонуклідів і реалізація функцій імунної системи у мешканців радіаційно забруднених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Біологія, медицина».* 2015. Т. 6(2), С. 93-96.
19. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2019. V.10(4). P. 422-431.
20. Sokolenko V. L. et al. Indicators of the skin microbiota and the phagocytic activity in meat and egg production workers. *Biotechnologia Acta.* 2022. 15(4), 41-43.
21. Rich R. R., et al. *Clinical Immunology E-Book: Principles and Practice.* Elsevier Health Sciences. 2022.
22. Lipińska-Ojrzanowska A. et al. Predicting occupational allergy in culinary and hairdressing apprentices. *Occup. Med. (Lond).* 2020. V.70(1). P. 68-71.
23. Merget R. et al. Medical surveillance and long-term prognosis of occupational allergy due to platinum salts. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 2017. V.90(1). P. 73-81.

References

1. Takala, J., Hämmäläinen, P., Saarela, K. L., Yun, L. Y., Manickam, K., Jin, T. W., ... & Lin, G. S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(5), 326-337 [in English].
2. Davoodi, S., Haghighi, K. S., Kalhori, S. R. N., Hosseini, N. S., Mohammadzadeh, Z., & Safdari, R. (2017). Occupational disease registries—characteristics and experiences. *Acta Informatica Medica*, 25(2), 136-140 [in English].
3. Novosad N. V., & Bespal'ko M.S. (2018). Biokhimichni ta imunolohichni pokaznyky krovi u pratsivnykiv KP NVK «Iskra» [Biochemical and immunological blood parameters in workers of industrial enterprises kp NVK "Iskra"]. *Aktualni pytannia biolohii, ekolohii ta khimii [Current issues of biology, ecology and chemistry]*, 15(1), 101-108 [in Ukrainian].
4. Kobal, I., Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2022). Leukogram and ESR indicators in persons working in various industries during the COVID-19 pandemic. *Grail of Science*, (16), 122–126 [in English].
5. Yu, P., Yin, H. Y., Guo, J. D., Ding, E. M., Zhu, B. L., & Chen, S. J. (2019). Analysis of electrocardiogram and blood related indicators in workers occupationally exposed to mercury in Jiangsu Province from 2016 to 2018. *Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases*, 37(12), 949-952. [in English].
6. Cestonaro, L. V., Garcia, S. C., Nascimento, S., Gauer, B., Sauer, E., Göethel, G., ... & Arbo, M. D. (2020). Biochemical, hematological and immunological parameters and relationship with occupational exposure to pesticides and metals. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 29291-29302 [in English].
7. Lei, D. K., & Grammer, L. C. (2019). Occupational immunologic lung disease. In *Allergy & Asthma Proceedings*, 40, 6, 418 [in English].
8. Dieker, A. C., IJzelenberg, W., Proper, K. I., Burdorf, A., Ket, J. C., van der Beek, A. J., & Hulsege, G. (2019). The contribution of work and lifestyle factors to socioeconomic inequalities in self-rated health – a systematic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 45(2), 114-125 [in English].
9. Schaap, R., de Wind, A., Coenen, P., Proper, K., & Boot, C. (2018). The effects of exit from work on health across different socioeconomic groups: a systematic literature review. *Social Science & Medicine*, 198, 36-45 [in English].
10. Fahmy, V. F., Momen, M. A. M. T., Mostafa, N. S., & Elawady, M. Y. (2022). Prevalence, risk factors and quality of life impact of work-related musculoskeletal disorders among school teachers in Cairo, Egypt. *BMC Public Health*, 22(1), 2257 [in English].
11. Vertanen-Greis, H., Löytyniemi, E., & Uitti, J. (2020). Voice disorders are associated with stress among teachers: a cross-sectional study in Finland. *Journal of Voice*, 34(3), 488-e1 [in English].
12. Gomes, K., Lima, V., Sousa, D., Silva, R., Pinto, Y., Costa, D., & Vasconcelos, E. (2018). Overview of occupational diseases caused by mental stress most frequently observed in Brazilian teachers: a review. *International Neuropsychiatric Disease Journal*, 11(3), 1-11 [in English].
13. Müller, G., Brendel, B., Freude, G., Potter, G., Rose, U., Burr, H., ... & Martus, P. (2018). Work-related determinants of burnout in a nationally representative sample of German employees: results from the study on mental health at work. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(7), 584-588 [in English].
14. Fruehwirth, J. C., Biswas, S., & Perreira, K. M. (2021). The Covid-19 pandemic and mental health of first-year college students: Examining the effect of Covid-19 stressors using longitudinal data. *PLoS One*, 16(3), e0247999 [in English].
15. Greenberg, N., Weston, D., Hall, C., Caulfield, T., Williamson, V., & Fong, K. (2021). Mental health of staff working in intensive care during COVID-19. *Occupational Medicine*, 71(2), 62-67 [in English].
16. Minihan, E., Adamis, D., Dunleavy, M., Martin, A., Gavin, B., & McNicholas, F. (2022). COVID-19 related occupational stress in teachers in Ireland. *International Journal of Educational Research Open*, 3, 100114 [in English].
17. Cartier, A. (2015). New causes of immunologic occupational asthma, 2012–2014. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 15(2), 117-123 [in English].

18. Sokolenko, V., & Sokolenko, S. (2015). Aktyvnist radionuklidiv i realizatsiia funktsii imunnoi systemy u meshkantsiv radiatsiino zabrudnennykh terytorii [Radionuclide activity and the immune system functioning in residents of radiation contaminated areas]. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Seriya Biolohiia, Medytsyna*, 6(2), 93-96 [in Ukrainian] [in Ukrainian].
19. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V. (2019). Manifestations of allostatic load in residents of radiation contaminated areas aged 18–24 years. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 422-431 [in English].
20. Sokolenko, V. L., Sokolenko, S. V., Honcharenko, V. V., Kucher, V. V., & Kobal, I. V. (2022). Indicators of the skin microbiota and the phagocytic activity in meat and egg production workers. *Biotechnologia Acta*, 15(4), 41-43 [in English].
21. Rich, R. R., Fleisher, T. A., Schroeder Jr, H. W., Weyand, C. M., Corry, D. B., & Puck, J. M. (Eds.). (2022). *Clinical Immunology E-Book: Principles and Practice*. Elsevier Health Sciences. [in English].
22. Lipińska-Ojrzanowska, A., Walusiak-Skorupa, J., Nowakowska-Świrta, E., & Wiszniewska, M. (2020). Predicting occupational allergy in culinary and hairdressing apprentices. *Occupational Medicine*, 70(1), 68-71 [in English].
23. Merget, R., Pham, N., Schmidtke, M., Casjens, S., van Kampen, V., Sander, I., ... & Brüning, T. (2017). Medical surveillance and long-term prognosis of occupational allergy due to platinum salts. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 90, 73-81 [in English].
-

Kobal I.

graduate student at the Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
ivan.kobal2017@gmail.com
orcid.org/0000-0001-8618-9251

Sokolenko S.

Candidate of Biology, Associate professor, Associate professor at the
Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
sokolenko@i.ua
orcid.org/0000-0002-7341-1762

Sokolenko V.

Candidate of Biology, Associate professor, Associate professor at the
Department of Cell Biology and Methods of Teaching
Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy
sokolenko@ukr.net
orcid.org/0000-0002-3096-8245

LEUKOGRAM INDICATORS OF EDUCATION INDUSTRY EMPLOYEES IN THE SECOND YEAR OF THE COVID-19 PANDEMIC

Professional diseases in the field of education are characterized by various disorders due to the constant presence of psychological tension and strain on the vocal and locomotor apparatus. Currently, the number of work-related stress and emotional burnout is increasing all over the world. To overcome this phenomenon, timely diagnosis of stress manifestations among employees of various groups, in particular, in the field of education, is necessary. Recently, it is worth considering the presence of additional stress caused by the COVID-19 pandemic. Sporadic school closures and the shift to online teaching during the pandemic have led to significant changes in teachers' workloads and may have exacerbated other stressful impacts. The purpose of our study is to analyze leukogram indicators as potential biomarkers of health impairment in the second year of the COVID-

19 pandemic in persons working in the educational sector. Blood tests were performed on 45 teaching staff of secondary education institutions in Cherkasy and Cherkasy district, aged 26-52, who underwent routine medical examinations during the second year of the COVID-19 pandemic at the Cherkasy Central District Hospital. There were no cases of COVID-19 in the majority of those examined. The control group was formed by students of the Cherkasy National University without signs of acute or chronic diseases. In persons working in the field of education, signs of stress were found, manifested by a redistribution of leukogram indicators. This is, in particular, a decrease in the relative number of lymphocytes among educators of the second mature age compared to control indicators and indicators in the subgroup of the first mature age; an increase in the relative and absolute number of band neutrophils compared to the control in the first mature age educators. Particularly pronounced stress-induced changes in natural resistance were observed among educators of the second mature age, some of them are signs of mobilization of inflammatory processes and hypersensitivity reactions. For correct conclusions regarding the share of stress impact caused by quarantine conditions due to the COVID-19 pandemic, it is necessary to compare the data with the indicators of the population of other professional categories.

Key words: stress, COVID-19 pandemic, leukogram, professional risks in education, pro-inflammatory markers.

**Стаття до редакції надійшла 11.09.2024 року
Рецензія на статтю надійшла 21.09.2024 року**