

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-1-77-26>

УДК 612.118.2:612.392.45

Науменко Ю.В., Соколенко Ю.В.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

АСОЦІЙОВАНІСТЬ ЕРИТРОЦИТАРНОЇ СИСТЕМИ АВ0 З РІВНЕМ ГЕМОГЛОБІНУ В КРОВІ ТА ВМІСТОМ ЗАЛІЗА У ВОЛОСІ

Анотація. Проаналізували фенотип еритроцитарної системи АВ0, показники рівня гемоглобіну й еритроцитів у периферичній крові та заліза у волоссі у 43 студентів жіночої статі віком 18-22 років, які навчалися на 2-4 курсі ННІ природничих та аграрних наук Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. З'ясували, що існує певна асоційованість антигенів системи АВ0 з рівнем гемоглобіну у периферичній крові та заліза у волоссі. Найвищі показники гемоглобіну спостерігаються при наявності у обстежених аглютиногену В. Найвище значення коефіцієнту кореляції між рівнями заліза у волоссі та гемоглобіну у крові наявне також для В(III) групи крові. Проте, у період емоційного навантаження протекторним щодо рівня гемоглобіну є аглютиноген А. Значимість фенотипу системи АВ0 як прогностичного маркера підтримання певного рівня гемоглобіну чи заліза в організмі вимагає додаткових досліджень.

Ключові слова: еритроцитарна система АВ0, гемоглобін, еритроцити, рівень заліза у волоссі.

Naumenko Yulia, Sokolenko Yuliana

Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University

ASSOCIATION BETWEEN AB0 BLOOD TYPE SYSTEM WITH A HEMOGLOBIN LEVEL IN BLOOD AND IRON CONCENTRATION IN HAIR

Summary. We analyzed the phenotype of AB0 blood type system, indicators of hemoglobin level and erythrocytes in peripheral blood and iron in hair in 43 female students from 18 years old till 22. They were students of 2-4 studying years at the Educational-Scientific Institute of Natural and Agronomic Sciences in Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Experiments were made between exam periods and in a period of winter exams that were as intensified emotional stress factors. It was established that the hemoglobin level in people with B(III) blood type was statistically significant higher than in people with 0(I) blood group in a period between exams. People with B(III) blood type had a significant decrease of hemoglobin level in a period of emotional stress that led to the disappearance of significant statistical difference between 0(I) blood group and B(III) blood type. The owners of A(II) blood group and one person with AB(IV) blood group were the most stable to emotional stress on the hemoglobin level indicators. The statistical difference was absent in groups with different AB0 blood type system phenotypes in all experimental periods on the level of erythrocytes in blood and iron concentration in hair. There was a significant statistic's correlation between hair iron concentration and hemoglobin level in people with 0(I), A(II) and B(III) blood groups in a period without exams. The highest correlation coefficient was found for B(III) blood type. In periods of exams, the coefficient values decreased and coefficients lost their statistical importance. A significant correlation between the level of iron and erythrocytes wasn't found. Over all, there is a certain association of AB0 blood system antigens and hemoglobin levels in peripheral blood and iron concentration in hair. The highest indicators of hemoglobin level present in people with agglutinin B. But in the period of emotional stress, agglutinin A is a protector factor on a hemoglobin level. The importance of the phenotype of AB0 blood type system as a prognostic marker for certain hemoglobin level supporting or iron in an organism need additional experiments.

Keywords: AB0 blood type system, hemoglobin, erythrocytes, hair iron concentration.

Постановка проблеми. Стан здоров'я населення України визначається багатьма факторами, тому важливим є пошук біоіндикаторів можливих деструктивних змін організму. Одними з прогностичних маркерів вважаються показники крові людини [1; 2; 3]. Наявні дослідження, які демонструють зв'язки між певними дисфункціями, патологіями і групою крові системи АВ0 [4; 5]. Проте, фізіологічне значення цієї та інших генетичних систем крові у підтриманні гематологічних і метаболічних параметрів залишається під питанням [6]. Окремі показники крові, зокрема, рівень гемоглобіну, пов'язані із забезпеченням організму залізом. Виникає необхідність постійного моніторингу вмісту заліза в асоціації з рівнем гемоглобіну. Тим більше, для певних груп ризику такі показники можуть мати свою специфічність [7]. Попередні дослідження показали, що в якості оптимального маркера рівня мінералів в організмі може бути використаний аналіз їхнього вмісту у волоссі. Проте, існують

вкрай обмежені дослідження, пов'язані з аналізом концентрації заліза в волоссі, як показника вмісту заліза в організмі загалом [8]. Зовсім відсутні дані про асоційованість концентрації заліза у волоссі із групами крові системи АВ0. У той же час, наявні нечисленні дані щодо варіацій рівня гемоглобіну в осіб з різними фенотипами системи АВ0 [9; 10]. Перераховані фактори зумовлюють необхідність додаткових досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Група крові АВ0 є однією з найбільше відомих, вивчених і важливих серед систем груп крові людини [11]. Поряд з експресією на еритроцитах, антигени АВ0 також експресуються на багатьох інших клітинах і тканинах людини, зокрема, епітелії, сенсорних нейронах, тромбоцитах, ендотелії судин [12]. Таким чином, можна передбачити, що клінічне значення групи крові системи АВ0 не обмежується імуногематологією, трансфузійної медициною і трансплантацією, її антигени беруть участь в патогенезі різних системних захворю-

вань [6; 9; 13]. Повідомлюється про вищий рівень гемоглобіну в осіб з групою В(III) порівняно з групами 0(I) та А(II). У порівнянні з групою А(II), для групи В(III) характерний вищий рівень феритину [9]. При аналізі показників практично здорових осіб максимально високий рівень еритроцитів та гемоглобіну виявлено в осіб з АВ(IV) групою крові, мінімальний вміст еритроцитів зареєстровано серед осіб з В(III), найменший рівень гемоглобіну виявлено також серед носіїв 0(I) та А(II) групи крові [10].

Дефіцит заліза є однією з найбільше поширених причин метаболічних дисфункцій, оскільки цей елемент пов'язаний не лише з функціями гемоглобіну і міоглобіну, але бере участь у реакціях природної резистентності та енергоутворення. Відповідно, дефіцит заліза пов'язаний з багатьма патологічними станами [14].

Волосся можна охарактеризувати як потенційне депо мікроелементів, що потрапляють в організм. Рівень мінералів у волоссі є значним, оскільки накопичується за тривалий період часу. Ряд досліджень дають підставу вважати, що аналіз мінералів волосся можна використати як найкращий біоіндикатор їхнього рівня в організмі [8]. Цей показник має перевагу перед іншими методами дослідження, оскільки рівні мінералів у волоссі не схильні до швидких коливань при зміні їхнього споживання і мають довгострокову стабільність [15]. Найявні дані про позитивну кореляцію між концентраціями заліза у волоссі і сироватковим залізом, рівнем феритину, насиченням трансферину, середнім об'ємом еритроцитів і середніми значеннями гемоглобіну еритроцитів [8; 16].

Таким чином, протягом останніх років М. Franchini et al. (2016) та F. N. Gilmiyarova et al. (2019) проводили дослідження рівня гемоглобіну в осіб з різними фенотипами системи АВ0. Forte G. et al. (2005), Park S. Y. et al. (2013), C. Sahin et al. (2015) та P-T. Tseng et al. (2018) оцінювали рівень заліза у волоссі й організмі загалом, зокрема, визначали зв'язок з певними елементами крові. Проте, аналіз поєднання трьох таких факторів, як антигени системи АВ0, рівень гемоглобіну в крові та рівень заліза у волоссі, відсутній. Це зумовило актуальність наших досліджень і визначило мету.

Мета статті. Проаналізувати особливості показників рівня гемоглобіну у крові та заліза у волоссі в осіб з різними фенотипами імуногенетичної системи АВ0.

Виклад основного матеріалу. Матеріал для досліджень отримали у 43 студентів жіночої статі віком 18-22 років, які навчалися на 2-4 курсі Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, в ННІ природничих та аграрних наук. Відсутність серед обстежених осіб чоловічої статі зумовлена тим, що у них не можливо було відібрати достатню для аналізу кількість волосся.

Дослідження проводились з дотриманням етичних принципів Європейської конвенції та Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження», обстежені давали інформовану згоду на аналіз і оприлюднення даних. Відбір крові

проводився кваліфікованими медичними фахівцями у спеціалізованому кабінеті. Кількість еритроцитів визначали у підготованій камері Горяєва. Рівень гемоглобіну в крові обстежених визначали за допомогою гемометра Салі. Рентгеноструктурний аналіз волосся для оцінки вмісту заліза проводили в Лабораторії рентгеноструктурного аналізу (на базі Навчально-наукового центру фізико-хімічних досліджень ЧНУ).

Аналіз фенотипу системи АВ0 у 43 обстежених студентів жіночої статі показав, що серед них 15 осіб мають групу крові 0(I) (35%), 20 осіб – групу крові А(II) (47%), 7 осіб – групу крові В(III) (16%) і одна особа – групу крові АВ(IV) (2%) (рис. 1).

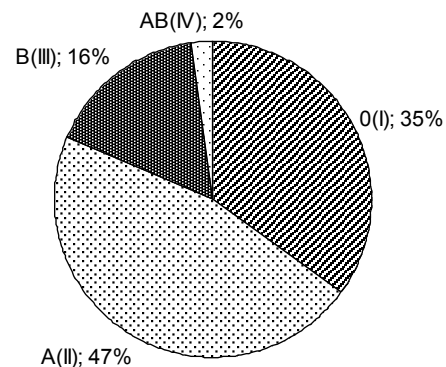


Рис. 1. Розподіл фенотипів імуногенетичної системи АВ0 (%) серед обстежених студентів

Нааявність лише однієї особи з групою крові АВ(IV) не давала можливості проведення належного статистичного аналізу по цій групі, проте, індивідуальні показники обстеженої були враховані.

Згідно даних літератури, на показники крові може впливати емоційний стрес. Для студентів зростання рівня емоційного стресу часто спостерігається під час відповідальних контрольних робіт, залікових тестів чи проведення іспиту [17; 18]. Тому оцінку наступних показників нами проведено двічі – у міжсесійний період (за умов відсутності посиленого емоційного навантаження) і під час зимової екзаменаційної сесії (за умов наявності посиленого емоційного навантаження).

Референтні значення рівня гемоглобіну у жінок коливаються в межах 120-150 г/л. У наших дослідженнях показники перебували у межах норми у міжсесійний період, під час екзаменаційної сесії у 4-х обстежених (із 15) з 0(I) групою крові рівень гемоглобіну дещо вийшов за нижню межу норми (рис. 2).

У міжсесійний період найнижчий за середнім показником рівень гемоглобіну спостерігався для 0(I) групи крові, найвищий – для В(III) групи крові. Показник у обстеженої з АВ(IV) групою крові був вищим від середнього значення у В(III) групі, проте, у окремих осіб з В(III) групою рівень гемоглобіну був вищим, ніж для одного випадку АВ(IV) групи. У обстежених з В(III) групою рівень гемоглобіну був статистично значимо вищий, ніж у обстежених з 0(I) групою. Під час екзаменаційної сесії рівень гемоглобіну виявив тенденцію до зниження в усіх групах, проте, статистично значиме зниження, порівняно із міжсесійним періодом, спостерігалось лише у В(III) групі крові. Унаслідок цього зникла ста-

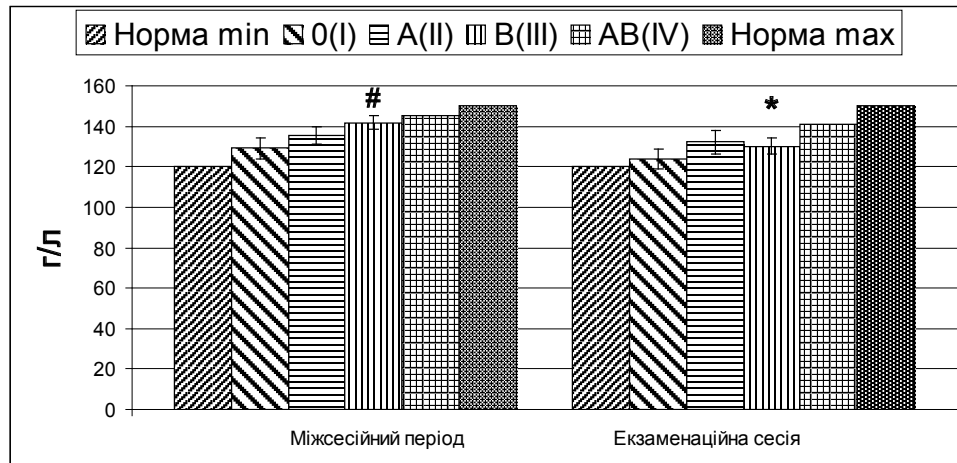


Рис. 2. Рівень гемоглобіну в обстежених з різними групами крові системи АВ0 у різні періоди дослідження; # – $p < 0,05$ порівняно з групою 0(I); * – $p < 0,05$ порівняно з показником у міжсесійний період

тистично значима відмінність між 0(I) та B(III) групами крові. Максимально стійкими до підвищеної емоційної напруги, за рівнем гемоглобіну, виявилися A(II) група та єдиний представник АВ(IV) групи (рис. 2).

Коректну оцінку рівня гемоглобіну не можливо робити без оцінки рівня еритроцитів. Референтні значення рівня еритроцитів для осіб жіночої статі коливаються в межах $3,7-5,5 \times 10^{12}/л$. У наших дослідженнях показники перебували у межах норми у міжсесійний період, під час екзаменаційної сесії у 3-х обстежених (із 7) з B(III) групою крові рівень еритроцитів вийшов за нижню межу норми (рис. 3).

У міжсесійний період найнижчий за середнім показником рівень еритроцитів спостерігався для 0(I) та B(III) груп крові, найвищий – для A(II) групи крові. Показник у обстеженої з АВ(IV) групою крові був дещо нижчим від середнього значення у A(II) групі. Статистично значимої різниці між групами у міжсесійний період не виявлено. Під час екзаменаційної сесії рівень еритроцитів демонстрував тенденцію до зниження в усіх групах, без наявності статистичної значимості ефекту. Проте, більше виражена тенденція до зниження показника у B(III) групі крові при-

звела до того, що кількість еритроцитів у цій групі стала статистично значимо нижча, ніж у осіб з A(II) групою крові. Максимально стійкими до підвищеної емоційної напруги, за рівнем еритроцитів, виявилися A(II) група та єдиний представник АВ(IV) групи (рис. 3).

Згідно даних літератури, норми вмісту заліза у волоссі жінок становлять $7,0-20,0$ мкг/г [19]. Виходу за нижню межу норми рівня заліза у міжсесійний період не виявлено, незалежно від групи крові системи АВ0. За верхню межу норми показник вийшов Серед обстежених у 2 осіб з 0(I) групою крові, у 3 осіб з A(II) групою крові, у 3 осіб з B(III) групою крові. І у міжсесійний період, і у період екзаменаційної сесії найнижчий за середнім показником рівень заліза у волоссі спостерігався для 0(I) групи крові, найвищий – для B(III) групи крові. Показник у обстеженої з АВ(IV) загалом був на рівні середнього значення у B(III) групі. Статистично значимої різниці між групами за рівнем заліза у волоссі у всі аналізовані періоди не виявлено. Відсутня також тенденція до зміни вмісту заліза у всіх групах, розділених за фенотипом імуногенетичної системи АВ0 (рис. 4).

Проаналізували кореляційні взаємозв'язки між рівнем заліза у волоссі і рівнем гемоглобіну

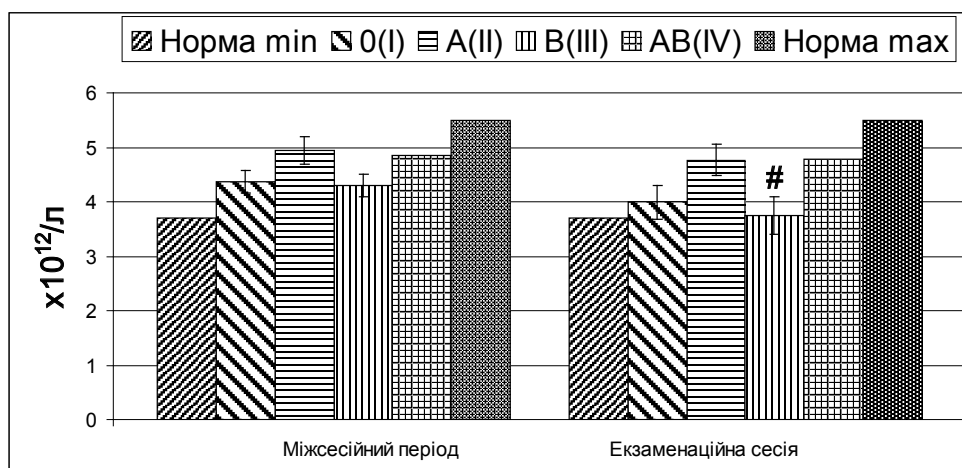


Рис. 3. Рівень еритроцитів в обстежених з різними групами крові системи АВ0 у різні періоди дослідження; # - $p < 0,05$ порівняно з групою A(II)

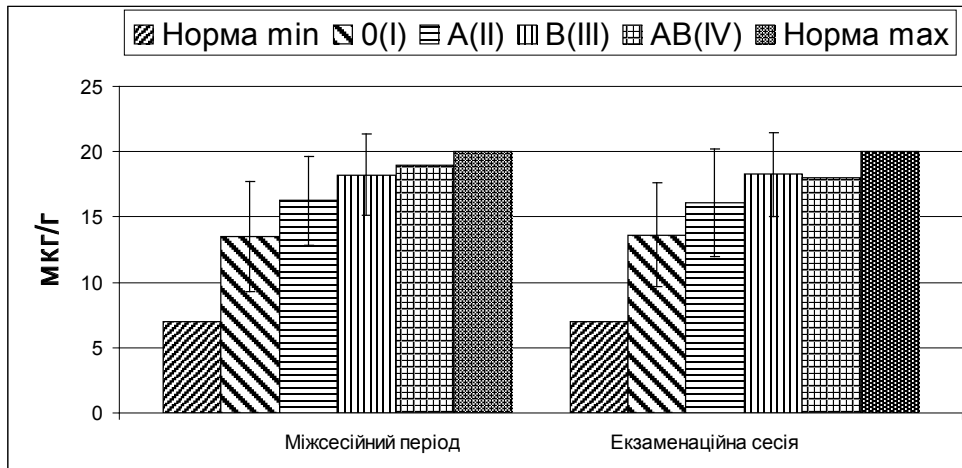


Рис. 4. Рівень заліза у волоссі в обстежених з різними групами крові системи АВО у різні періоди дослідження

у периферичній крові. Встановили, що у міжсесійний період спостерігається статистично значима кореляція в осіб з групами крові 0(I), A(II) та B(III). Найвище значення коефіцієнту кореляції наявне для B(III) групи крові. Кореляційний аналіз для АВ(IV) групи крові був неможливим, оскільки серед обстежених наявна лише одна особа з цією групою. У період екзаменаційної сесії значення коефіцієнтів кореляції для проаналізованих груп знижуються, коефіцієнти втрачають свою статистичну значимість (рис. 5).

Проаналізували кореляційні взаємозв'язки між рівнем заліза у волоссі і кількістю еритроцитів у периферичній крові. Виявили відсутність статистичної значимості взаємозв'язків як у міжсесійний період, так і у період екзаменаційної сесії (рис. 6).

Таким чином, аналіз рівня гемоглобіну в осіб з різними групами крові системи АВО показує наявність вищого показника в обстежених з B(III) та АВ(IV) групами крові. Тобто, наявність аглютиногену В у обстежених є сприятливим фактором для підтримання високого рівня гемоглобіну, що узгоджується з даними літератури [9; 10].

Проте, у період посиленого емоційного навантаження протекторну роль щодо рівня гемоглобіну відіграв аглютиноген А, присутній як у осіб з II, так і в осіб з IV групою крові. Наявність аглютиногену А вважають протекторним фактором для імунної системи під час емоційного стресу різної природи, зокрема, емоційного [5; 17]. Очевидно, реалізація ефекту відбувалася на рівні варіацій процесу кровотворення в осіб з різними групами крові. Дійсно, найбільше виражена тенденція до зниження рівня еритроцитів та значиме зниження рівня гемоглобіну під час сесії у осіб з B(III) групою крові свідчить, що такі ефекти у стресовий період відбуваються за спільними механізмами. Тобто, емоційний стрес здатний гальмувати процеси проліферації клітин гемопоезу, що відображується на їх різних популяціях, зокрема, еритроцитах, а також їх функціональних характеристиках. За таких умов сприятливим буде підвищений рівень заліза (як фактора кровотворення), асоційований з певними генетичними факторами, зокрема, наявністю аглютиногену А.

Високий рівень гемоглобіну у осіб з B(III) групою у міжсесійний період, очевидно, зумов-

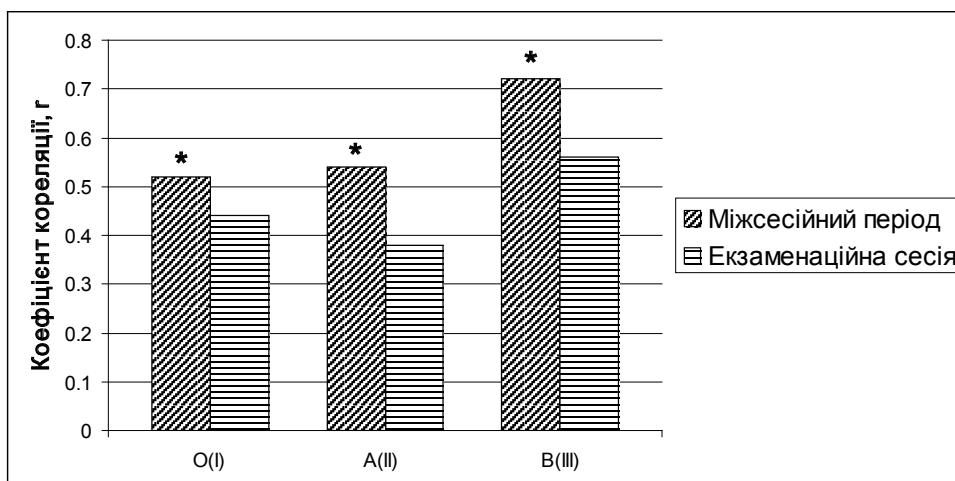


Рис. 5. Кореляція між вмістом заліза у волоссі та рівнем гемоглобіну в крові обстежених з різними фенотипами еритроцитарної системи АВО

* – коефіцієнт кореляції статистично значимий, $p < 0,05$

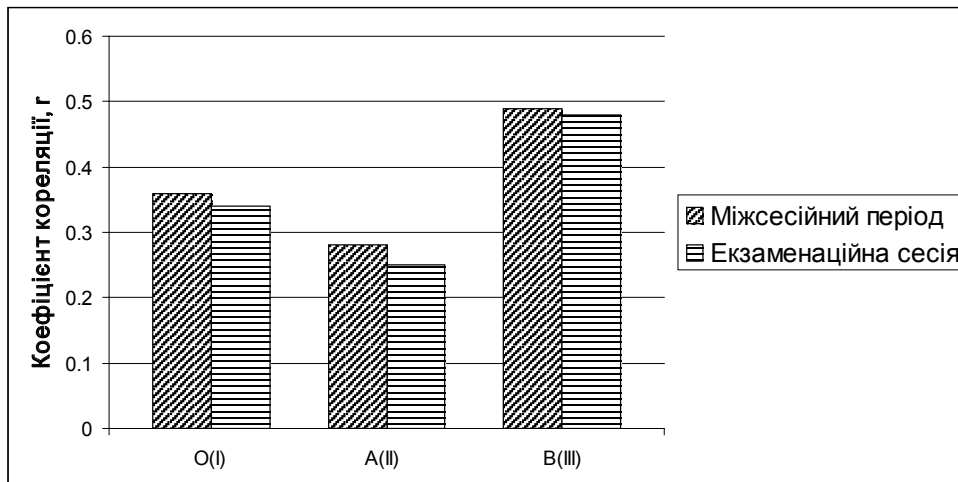


Рис. 6. Кореляція між вмістом заліза у волоссі та кількістю еритроцитів в крові обстежених з різними фенотипами еритроцитарної системи АВ0

лений високим рівнем заліза в організмі, що демонструє аналіз вмісту мікроелементу у волоссі обстежених і підтверджується кореляційним аналізом. Найвище значення коефіцієнту кореляції між рівнями заліза у волоссі та гемоглобіну у крові наявне саме для В(III) групи крові. Втрата значущості коефіцієнту кореляції у період екзаменаційної сесії свідчить про вихід на перший план процесів гемопоєзу, які більше асоційовані з аглютиногеном А.

Відсутність статистичної значимості взаємозв'язків між рівнем заліза у волоссі і кількістю еритроцитів у периферичній крові як у міжсесійний період, так і у період екзаменаційної сесії можуть бути підставами для наступних висновків: по перше, це свідчить про опосередковану участь заліза в еритропоезі; по друге – про можливість істотних відмінностей рівнів заліза у волоссі та периферичній крові, а також про вплив на процеси кровотворення цілого комплексу інших

чинників: віку, статі, раціону харчування, стану здоров'я, факторів навколишнього середовища [20]. І, нарешті, рівень мінералів у волоссі має довгострокову стабільність [15], тому не завжди відображає динаміку вмісту елемента в організмі.

Висновок. Існує певна асоційованість антигенів системи АВ0 з рівнем гемоглобіну у периферичній крові та заліза у волоссі. Найвищі показники рівня гемоглобіну спостерігаються при наявності у обстежених аглютиногену В. Найвище значення коефіцієнту кореляції між рівнями заліза у волоссі та гемоглобіну у крові наявне також для В(III) групи крові. У період емоційного навантаження протекторним щодо рівня гемоглобіну є аглютиноген А, що свідчить: на прояви асоційованості може впливати емоційний стрес. Значимість фенотипу системи АВ0 як прогностичного маркера підтримання певного рівня гемоглобіну чи заліза в організмі вимагає додаткових досліджень.

Список літератури:

1. Бабенко А.С., Соколенко Ю.В. Взаємозв'язок функціонального стану нервової системи та показників лейкоцитарної формули. *Молодий вчений*. 2019. № 11(75). С. 702–705.
2. Sokolenko V.L., Sokolenko S.V. Leukogram indicators in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Cherkassy University*. 2010. № 180. P. 112–116.
3. Sokolenko V.L., Sokolenko S.V. Indicators of T-cell immunity in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Luhansk State University. Biomed. Sci.* 2012. № 9. P. 128–133.
4. Liumbruno G.M., Franchini M. Beyond immunohaematology: the role of the ABO blood group in human diseases. *Blood Transfus.* 2013. V. 11. P. 491–499.
5. Соколенко В.Л. Значення генетичних систем АВ0, Rh та Hр у стрес-індукованій імунореактивності мешканців територій, забруднених радіонуклідами. *Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences*. 2016. V. 7(332). P. 142–147.
6. Franchini M., Bonfanti C. Evolutionary aspects of ABO blood group in humans. *Clinica chimica acta*. 2015. V. 444. P. 66–71.
7. Hsu C.Y., McCulloch C.E., Curhan G.C. Iron status and hemoglobin level in chronic renal insufficiency. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2002. V. 13(11). P. 2783–2786.
8. Sahin C. et al. Measurement of hair iron concentration as a marker of body iron content. *Biomedical reports*. 2015. V. 3(3). P. 383–387.
9. Franchini M. et al. Correlation between ABO blood group, and conventional hematological and metabolic parameters in blood donors. In: *Seminars in thrombosis and hemostasis. Thieme Medical Publishers*. 2016. V. 42(1). P. 075–086.
10. Gilmiyarova F.N. et al. Cellular composition and blood metabolic profile according to ABO system: grouping, comparative description. *Siberian. Medical. Review*. 2019. V. 3. P. 24–33.
11. Storry J.R., Olsson M.L. The ABO blood group system revisited: a review and update. *Immunohematology*. 2009. V. 25(2). P. 48–59.
12. Franchini M., Liumbruno G. M. ABO blood group: old dogma, new perspectives. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2013. V. 51. P. 1545–1553.

13. Zhang H., Mooney C.J., Reilly M.P. ABO blood groups and cardiovascular diseases. *Int. J. Vasc. Med.* 2012. V. 2012. P. 641917.
14. Park S.Y. et al. Iron plays a certain role in patterned hair loss. *Journal of Korean medical science.* 2013. P. 28(6). P. 934–938.
15. Ayodele J., Bayero A. Lead and zinc concentrations in hair and nail of some Kano inhabitants. *Afr. J. Env. Sci. Tech.* 2009. V. 3. P. 164–170.
16. Tseng P-T. et al. Peripheral iron levels in children with autism spectrum disorders vs controls: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Research.* 2018. V. 50. P. 44–52.
17. Соколенко В.Л., Соколенко С. В. Вплив факторів стресової природи на показники імунної системи. *Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки.* 2015. Т. 19. С. 110–114.
18. Sokolenko V.L., Sokolenko S.V., Sheiko V.I., Kovalenko O.V. Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2018. № 9(2). P. 167–176.
19. Forte G. et al. Calcium, copper, iron, magnesium, silicon and zinc content of hair in Parkinson's disease. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2005. V. 19(2-3). P. 195–201.
20. Mikulewicz M., Chojnacka K., Gedrange T., Górecki H. Reference values of elements in human hair: a systematic review. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2013. V. 36(3). P. 1077–1086.

References:

1. Babenko, A.S., & Sokolenko, Yu.V. (2019). Vzaiemozviazok funktsionalnoho stanu nervovoi systemy ta pokaznykh leukotsytarnoi formuly. [Interconnection between a functional condition of a nervous system and indicators of a leukocyte formula]. *Young Scientist*, 11(75), 702–705.
2. Sokolenko, V.L., & Sokolenko, S.V. (2010). Leukogram indicators in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Cherkassy University*, 180, 112–116.
3. Sokolenko, V.L., & Sokolenko, S.V. (2012). Indicators of T-cell immunity in people who lived a long time in contaminated areas. *Herald of Luhansk State University. Biomed Sci*, 9, 128–133.
4. Liunbruno, G.M., & Franchini, M. (2013). Beyond immunohaematology: the role of the ABO blood group in human diseases. *Blood transfusion*, 11(4), 491–499.
5. Sokolenko, V.L. (2016). Znachennia henetychnykh system ABO, Rh ta Hp u stres-indukovani immunoreaktyvnosti meshkantsiv terytorii, zabrudnennykh radionuklidamy [The Value of Genetic Systems ABO, Rh and Hp in Stress-induced Immunoreactivity Among Residents Living in the Areas Contaminated With Radionuclides]. *Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences*, 7 (332), 142–147.
6. Franchini, M., & Bonfanti, C. (2015). Evolutionary aspects of ABO blood group in humans. *Clinica chimica acta*, 444, 66–71.
7. Hsu, C.Y., McCulloch, C.E., & Curhan, G.C. (2002). Iron status and hemoglobin level in chronic renal insufficiency. *Journal of the American Society of Nephrology*, 13(11), 2783–2786.
8. Sahin, C., Pala, C., Kaynar, L., Torun, Y.A., Cetin, A., Kurnaz, F., Sivgn S., & Sahin, F.S. (2015). Measurement of hair iron concentration as a marker of body iron content. *Biomedical reports*, 3(3), 383–387.
9. Franchini, M., Mengoli, C., Capuzzo, E., Terenziani, I., Bonfanti, C., & Lippi, G. (2016). Correlation between ABO blood group, and conventional hematological and metabolic parameters in blood donors. In: *Seminars in thrombosis and hemostasis. Thieme Medical Publishers*, 42(1), 075–086.
10. Gilmiyarova, F.N., Gussyakova, O.A., Kuzmicheva, V.I., Ereshchenko, A.A., Vasileva, T.V., Borodina, I.A., & Denisova, S.R. (2019). Cellular composition and blood metabolic profile according to ABO system: grouping, comparative description. *Siberian Medical Review*, 3, 24–33.
11. Storry, J.R., & Olsson, M.L. (2009). The ABO blood group system revisited: a review and update. *Immunohematology*, 25(2), 48–59.
12. Franchini, M., & Liunbruno, G.M. (2013). ABO blood group: old dogma, new perspectives. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, 51(8), 1545–1553.
13. Zhang, H., Mooney, C.J., & Reilly, M.P. (2012). ABO blood groups and cardiovascular diseases. *International journal of vascular medicine*, 641917.
14. Park, S.Y., Na, S.Y., Kim, J.H., Cho, S., & Lee, J.H. (2013). Iron plays a certain role in patterned hair loss. *Journal of Korean medical science*, 28(6), 934–938.
15. Ayodele, J.T., & Bayero, A.S. (2009). Lead and zinc concentrations in hair and nail of some Kano inhabitants. *African journal of environmental science and technology*, 3(6), 164–170.
16. Tseng, P.T., Cheng, Y.S., Chen, Y.W., Stubbs, B., Whiteley, P., Carvalho, A.F., & Chu, C.S. (2018). Peripheral iron levels in children with autism spectrum disorders vs controls: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Research*, 50, 44–52.
17. Sokolenko, V.L., & Sokolenko, S.V. (2015). Vplyv faktoriv stresovoi pryrody na pokaznyky imunnoi systemy. [Influence of stress factors on immune system]. *Herald of Cherkassy University, Series: Biological Sciences*, 19, 110–114.
18. Sokolenko, V.L., Sokolenko, S.V., Sheiko, V.I., & Kovalenko, O.V. (2018). Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(2), 167–176.
19. Forte, G., Alimonti, A., Violante, N., Di Gregorio, M., Senofonte, O., Petrucci, F., Sancesario, G., & Bocca, B. (2005). Calcium, copper, iron, magnesium, silicon and zinc content of hair in Parkinson's disease. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19(2–3), 195–201.
20. Mikulewicz, M., Chojnacka, K., Gedrange, T., & Górecki, H. (2013). Reference values of elements in human hair: a systematic review. *Environmental toxicology and pharmacology*, 36(3), 1077–1086.