

DOI: 10.33741/0435-1991.42.09

БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОБМІНУ ЗАЛІЗА У ПЕРВИННИХ ДОНОРІВ КРОВІ КИЇВСЬКОГО РЕГІОНУ

Корж А. В., Видиборець С. В.

Національний університет охорони здоров'я України
імені П. Л. Шупика, Київ, Україна

Резюме

Вступ. Наразі в світі існує значний дефіцит донорської крові. Згідно з рекомендаціями ВООЗ, адекватне і надійне забезпечення безпечною донорською кров'ю може здійснюватися виключно на базі регулярних добровільних безоплатних донацій. Саме така категорія донацій є найбезпечнішою з точки зору перспективи зараження інфекційними захворюваннями, що можуть передаватися через кров.

Мета. Дослідити основні біохімічні показники, що характеризують біохімічні показники обміну заліза у первинних донорів Київського регіону.

Матеріали і методи. Методологічною основою даного дослідження був системний підхід, який дозволив різнобічно вивчити біохімічні показники обміну заліза у крові донорів. Нами було обстежено 125 первинних донорів крові КНП «Київський міський центр крові». Всі донори обстежені відповідно до вимог «Порядку медичного обстеження донорів крові та (або) її компонентів», затвердженого Наказом МОЗ України від 01.08.2005 р. за № 385 «Про інфекційну безпеку донорської крові та її компонентів». Визначення вмісту заліза в сироватці крові проводили за батифенантроліновою методикою. Показник загальної залізов'язуючої здатності сироватки крові визначали за насиченням трансферину тривалентним залізом. Ненасичену (латентну) залізов'язуючу здатність сироватки крові вираховували як різницю між загальною залізов'язуючою здатністю сироватки та вмісту в ній заліза. Коефіцієнт насичення трансферину залізом обчислювали як відношення вмісту сироваткового заліза до загальної залізов'язуючої здатності сироватки. Вміст трансферину в сироватці визначали за показником загальної залізов'язуючої здатності сироватки. Вміст феритину в сироватці визначали радіоімунологічним методом за допомогою набору «ІРМО-ФЕРРИТИН» (Республіка Білорусь). Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою методів варіаційної статистики з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel XP.

Результати. В статті наведені сучасні методи лабораторної діагностики залізодефіцитних станів у донорів крові. Коротко викладені уявлення про метаболізм заліза в організмі та патогенетичні механізми формування клінічних та лабораторних симптомів. Глумачиться діагностичне значення лабораторних методів, що застосовуються для діагностики залізодефіцитних станів.

Висновки. Зроблено висновок про комплексний підхід в лабораторній діагностиці залізодефіцитних станів. Отримані результати були використані для розробки практичних рекомендацій для КНП «Київський міський центр крові» відносно стратегії із залучення та утримання первинних донорів крові, які здійснюють добровільні безоплатні донації.

Ключові слова: донори крові, донації, залізо, біохімічні показники, первинні донори крові.

Конфлікт інтересів: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування: дослідження не мало спонсорської підтримки.

BIOCHEMICAL INDESES OF IRON METABOLISM OF PRIMARY BLOOD DONORS OF KYIV REGION

Korzh A. V., Vidyborets S. V.

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Introduction. Nowadays, there is a significant shortage of donated blood in the world. According to the recommendations of the WHO, adequate and reliable supply of safe donated blood can only be carried out on the base of regular voluntary non-paid donations. This particular category of donations is the safest from the point of view of the prospect of having infectious diseases that can be transmitted through blood.

The aim to investigate the main biochemical parameters that characterize iron metabolism in primary blood donors.

Materials and methods. The methodological basis of this research is a systematic approach, which allowed to study the biochemical processes by iron metabolism in plasma donors. The study included 125 primary blood donors who donated in Kyiv City Blood Center. All donors were examined pursuant to the Medical Examination Procedure for Donors of Blood and (or) its Components approved by Decree of the Health Ministry of Ukraine № 385 dated 01.08.2005 – On Infectious Safety of Donor Blood and its Components as donors whose blood is used for production of components. Determination of serum iron was performed according to beta-phenantroline method. Total iron binding capacity (TIBC) was evaluated by transferrin (TF) saturation with three-valence iron. Unsaturated (latent) iron binding capacity (UIBC) was calculated as difference between TIBC and iron concentration. Transferrin saturation coefficient (TSC) was calculated as serum iron (SI)/TIBC ratio. Serum TF was determined by TIBC value. Serum ferritin (FN) was evaluated by radioimmunoassay technique using ІРМО-ФЕРРИТИН set (Belarus). Statistical processing of the obtained data was conducted using the methods of variation statistics using a computer program Microsoft Excel XP.

Results. This review deals with up-to-date methods of the laboratory diagnostics if iron deficient (ID). Some ideas of iron metabolism in an organism and pathogenetic

mechanisms of clinical and laboratory symptoms are briefly presented. The diagnostic value of laboratory methods for diagnosing ID is interpreted.

Conclusions. *A conclusion is drawn about the integrated approach to the diagnostics of ID of blood donor diagnostics. The results of the study have been used to develop practical recommendations for Kyiv City Blood Center regarding the strategy for recruiting and retaining blood donors, who make voluntary non-paid donations.*

Keywords: *blood donors, donation, iron, biochemical parameter, primary blood donors.*

Competing interests: the authors declare no conflict of interests in relation to this article.

Financing resources: research had no industry funding.

Вступ

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів № 244 від 19.03.1997 р. наша держава взяла курс на інтеграцію до Європейського Співтовариства, що, зокрема, покладало вимоги до перегляду і реформування існуючої служби крові в Україні, передбачало обов'язкове налагодження виробництва відповідно до вимог Належної Виробничої Практики (GMP) та Європейської Фармакопеї [1–3]. Основні положення і принципи, були прийняті за основу при проведенні реформи служби крові в Україні, що успішно продовжується. З урахуванням загальних підходів до реформування трансфузійної медицини в Україні, за минулі роки досягнуто максимально можливу імплементацію організації, методичних і правових підходів відповідно до європейських і світових стандартів [4–6].

Реформа системи крові в Україні зміцнила позиції трансфузіології як невід'ємної ланки охорони здоров'я, що має стратегічне значення для держави в цілому. Система крові в Україні за час реформи стала упорядкованою, набула дійсно системного характеру і є поєднанням наукових досягнень і практичної діяльності з організації та технології заготівлі крові, отримання компонентів та їх використання, організації, методології, техніки трансфузій, збереження здоров'я донорів [6–8].

Незважаючи на збільшення впродовж останнього часу кількості наукових досліджень щодо збереження здоров'я донорів, проблема комплексного вирішення даного питання залишається відкритою [8, 9].

Зменшення резерву потенційних донорів негативно впливає на обсяги заготівлі донорської крові установами служби крові України [7]. Скорочення донорського контингенту на фоні зростаючої потреби в компонентах крові – актуальна проблема сучасної трансфузіології, оскільки кількість донорів у світі щорічно зменшується на 10–15% [1–6, 8, 9].

При порушенні регламентованої кількості донаций впродовж року і відсутності ретельного контролю за метаболічними процесами в організмі донорів, у останніх можуть відбуватися порушення макро- і мікроелементного, амінокислотного, білкового, вуглеводного обмінів, діяльності ферментних систем, що в кінцевому результаті призводить до формування залізодефіцитних станів у регулярних донорів крові та хворобливих станів. У першу чергу, за рахунок нерегламентованих донаций може порушуватися обмін заліза, а також мікроелементів, що забезпечують адекватний синтез гемоглобіну і еритропоез, функціонування систем металозалежних ензимів, пластичні процеси [1, 2, 4, 5, 8].

Незважаючи на очевидну актуальність даної проблеми для служби крові, вивченню порушень обміну заліза у донорів присвячено мало робіт, наводяться суперечливі результати спостережень, має місце недостатня кількість контрольованих досліджень, відсутня доказова база, не чітко визначені дані щодо біохімічних змін на різних стадіях участі у донорстві, не вирішена проблема виникнення пострасфузійних реакцій і ускладнень, передачі трансфузіотрансмісивних інфекцій [10–13], що і спонукало нас до проведення даного дослідження.

Мета роботи – дослідити показники метаболізму заліза в плазмі і сироватці крові первинних донорів Київського регіону для подальшого їх використання як контрольних значень при проведенні наукових досліджень та використання для розробки практичних рекомендацій відносно стратегії із залучення та утримання первинних донорів крові, які здійснюють добровільні безоплатні донатції.

Матеріали і методи

Відповідно до класифікації віку (ВООЗ, 1991 р.), усіх обстежених первинних донорів розділили на три підгрупи: донори молодого віку – 61 (42 чоловіки та 19 жінок) віком від 20 до 34 років, донори зрілого віку – 38 донорів (28 чоловіків та 10 жінок) віком від 35 до 44 років, донори середнього віку – 16 (105 чоловіків та 6 жінок) віком від 45 до 60 років (табл. 1).

Таблиця 1. Вікова структура обстежених первинних донорів (n=125)

Вікова група донорів	Чоловіки (n)	Жінки (n)	Всього (n)
Молодий, 20–34 років	42	19	61
Зрілий, 35–44 років	28	10	38
Середній, 45–60 років	10	6	16
Разом:	80	35	125

Серед обстежених вік первинних донорів, у середньому, становив $(36,52 \pm 1,92)$ року, при індивідуальних коливаннях від 20 до 59 років. Середній вік донорів-чоловіків становив $(32,54 \pm 1,73)$ року, при індивідуальних коливаннях показника від 20 до 59 років. Середній вік донорів-жінок становив $(38,22 \pm 3,11)$ року, при індивідуальних коливаннях показника від 21 до 57 років.

Усі 125 первинних донорів за результатами обстеження були практично здорові і за результатами анкетування, огляду спеціалістів та визначення вмісту гемоглобіну допущені до донації крові відповідно до вимог «Порядку медичного обстеження донорів крові та (або) її компонентів», затвердженого Наказом МОЗ України від 01.08.2005 № 385 «Про інфекційну безпеку донорської крові та її компонентів», як донори, кров яких використовується для виготовлення компонентів, а також інших чинних нормативних документів.

Перед донацією крові у донорів визначали основні біохімічні показники, а також здійснювали перевірку на наявність маркерів трансфузійно-трансмісивних інфекцій (ВІЛ-1/2, гепатиту В, гепатиту С, сифілісу). У всіх випадках результати обстеження зразків крові на наявність маркерів гемотрансмісивних інфекцій були негативними.

Визначення вмісту заліза в сироватці крові проводили за батофенантроліновою методикою. Показник загальної залізовв'язуючої здатності сироватки крові визначали за насиченням трансферину тривалентним залізом. Ненасичену (латентну) залізовв'язуючу здатність сироватки крові вираховували як різницю між загальною залізовв'язуючою здатністю сироватки та вмісту в ній заліза. Коефіцієнт насичення трансферину залізом обчислювали як відношення вмісту сироваткового заліза до загальної залізовв'язуючої здатності сироватки. Вміст трансферину в сироватці визначали за показником загальної залізовв'язуючої здатності сироватки. Вміст феритину в сироватці визначали радіоімунологічним методом за допомогою набору «ІРМО-ФЕРРИТИН» (Республіка Білорусь) [14].

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою методів варіаційної статистики з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel XP.

Результати та їх обговорення

Усім обстеженим первинним донорам у клінічній лабораторії Київського міського центру крові призначали розгорнутий аналіз периферичної крові, результати якого наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Показники периферичної крові у первинних донорів ($M \pm m$)

Показник; одиниця виміру	Усі донори (n=125)	Чоловіки (n=80)	Жінки (n=35)	Достовірність різниці (p)
Концентрація гемоглобіну, г/л	134,91 $\pm$ 1,85	140,12 $\pm$ 2,51	131,11 $\pm$ 1,54	p<0,001
Кількість еритроцитів, 10 ¹² /л	4,37 $\pm$ 0,62	4,56 $\pm$ 0,53	4,23 $\pm$ 0,14	p<0,001
Кількість лейкоцитів, 10 ⁹ /л	6,34 $\pm$ 0,12	6,38 $\pm$ 0,31	6,29 $\pm$ 0,13	p>0,05
Кількість тромбоцитів, 10 ⁹ /л	202,41 $\pm$ 1,99	201,18 $\pm$ 2,74	203,55 $\pm$ 2,45	p>0,05

Примітка: p – достовірність різниці між показниками залежно від статі.

Із наведених у таблиці 2 даних видно, що концентрація гемоглобіну у групі первинних донорів, у середньому, становила (134,91 $\pm$ 1,85) г/л. Концентрація гемоглобіну в обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становила (140,12 $\pm$ 2,51) г/л, при індивідуальних коливаннях показника від 132 г/л до 154 г/л, а у жінок – (131,11 $\pm$ 1,54) г/л, при індивідуальних коливаннях від 123 г/л до 142 г/л. Концентрація гемоглобіну у чоловіків була вищою, ніж у донорів-жінок (p<0,001).

Кількість еритроцитів у групі первинних донорів, у середньому, становила (4,37 $\pm$ 0,62) $\times$ 10¹²/л. Кількість еритроцитів у обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становила (4,56 $\pm$ 0,53) $\times$ 10¹²/л, а у жінок – (4,23 $\pm$ 0,14) $\times$ 10¹²/л, при індивідуальних коливаннях показника у чоловіків – від (4,2 $\times$ 10¹²/л до 5,1 $\times$ 10¹²/л, а у жінок – від 4,1 $\times$ 10¹²/л до 4,9 $\times$ 10¹²/л. Кількість еритроцитів у донорів-чоловіків вища, ніж у донорів-жінок (p<0,001).

Кількість лейкоцитів у обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становила (6,38 $\pm$ 0,31) $\times$ 10⁹/л, при індивідуальних коливаннях показника від 4,3 $\times$ 10⁹/л до 8,1 $\times$ 10⁹/л, а у жінок – (6,29 $\pm$ 0,13) $\times$ 10⁹/л, при індивідуальних коливаннях показника від 4,4 $\times$ 10⁹/л до 8,0 $\times$ 10⁹/л. В цілому у групі первинних донорів кількість лейкоцитів становила (6,34 $\pm$ 0,12) $\times$ 10⁹/л.

Кількість тромбоцитів у групі первинних донорів, у середньому, становила (202,41 $\pm$ 1,99) $\times$ 10⁹/л. Кількість тромбоцитів у обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становила (201,18 $\pm$ 2,74) $\times$ 10⁹/л, а у жінок – (203,55 $\pm$ 2,45) $\times$ 10⁹/л, при індивідуальних коливаннях показника у чоловіків – від 179 $\times$ 10⁹/л до 235 $\times$ 10⁹/л, а у жінок – від 187 $\times$ 10⁹/л до 237 $\times$ 10⁹/л.

Як видно з таблиці 2 у обстежених первинних донорів значущої різниці між середніми значеннями показників кількості лейкоцитів і тромбоцитів залежно від статі нами не виявлено (p>0,05).

Нами проведено визначення основних показників, що характеризують стан обміну заліза в організмі донорів. Визначення кількості заліза у сироватці крові (ЗС) та показника загальної залізо зв'язуючої здатності сироватки крові (ЗЗЗС) проводили за батофенантроліновою методикою. При визначенні ЗЗЗС у якості сорбенту використовували магнію карбонат. Ненасичену (латентну) залізо зв'язуючу здатність сироватки крові (НЗЗС) обчислювали як різницю між ЗЗЗС та ЗС. Насичення ТФ залізом (НТЗ) визначали як відношення вмісту ЗС до ЗЗЗС помножене на 100%. Вміст ТФ визначали за ЗЗЗС. Визначення вмісту ФН у сироватці крові проводили методом радіоімунного аналізу. Дані щодо основних показників обміну заліза у обстежених первинних донорів крові Київського регіону наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Показники обміну заліза у плазмі і сироватці крові первинних донорів (М±m)

Показник, одиниця виміру	Усі донори (n=125)	Чоловіки (n=80)	Жінки (n=35)	Достовірність різниці (p)
ЗС, мкмоль/л	20,05±2,11	21,95±1,35	18,03±1,29	p<0,01
ЗЗЗС, мкмоль/л	57,25±2,49	56,52±2,37	58,55±2,20	p<0,01
НЗЗС, мкмоль/л	37,21±4,31	35,77±4,07	39,78±3,53	p<0,01
НТЗ, %	35,18±4,90	36,88±4,74	32,17±3,63	p<0,01
ТФ сироватки, г/л	2,23±0,11	2,21±0,14	2,24±0,23	p<0,01
ФН сироватки, мкг/л	23,64±2,17	24,88±2,09	21,08±1,15	p<0,001

Примітка: p – достовірність різниці між показниками залежно від статі.

Як видно із даних, що наведені у таблиці 3, вміст ЗС у групі первинних донорів, у середньому, становив (20,05±2,11) мкмоль/л. Даний показник у обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становив (21,95±1,35) мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях від 17,30 до 24,60 мкмоль/л, а у жінок – (18,03±1,29) мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях від 16,40 до 21,30 мкмоль/л. Вміст ЗС у донорів-чоловіків був більшим, ніж у донорів-жінок (p<0,01).

Показник ЗЗЗС у групі первинних донорів, у середньому, становив (57,25±2,49) мкмоль/л. У обстежених донорів-чоловіків даний показник становив (56,52±2,37) мкмоль/л, а у жінок – (58,55±2,20) мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях у чоловіків – від 52,05 до 61,03 мкмоль/л, а у жінок – від 54,87 до 62,05 мкмоль/л. ЗЗЗС у донорів-жінок була більшою, ніж у донорів-чоловіків (p<0,01).

Показник НЗЗС у обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становив $(35,77 \pm 4,07)$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях від 28,05 до 43,37 мкмоль/л, а у жінок – $(39,78 \pm 3,53)$ мкмоль/л, при індивідуальних коливаннях від 34,18 до 45,65 мкмоль/л. У цілому у групі первинних донорів НЗЗС становила $(37,21 \pm 4,31)$ мкмоль/л. НЗЗС у донорів-жінок була більша, ніж у донорів-чоловіків ($p < 0,01$).

Показник НТЗ у групі первинних донорів, у середньому, становив $(35,18 \pm 4,90)\%$. У обстежених донорів-чоловіків даний показник, у середньому, становив $(36,88 \pm 4,74)\%$, а у жінок – $(32,17 \pm 3,63)\%$, при індивідуальних коливаннях у чоловіків – від 28,60 до 46,10%, а у жінок – від 26,40 до 38,30%. НТЗ у донорів-чоловіків було більше, ніж у донорів-жінок ($p < 0,01$).

Вміст ТФ у групі первинних донорів, у середньому, становив $(2,23 \pm 0,11)$ г/л. У обстежених донорів-чоловіків даний показник, у середньому, становив $(2,21 \pm 0,14)$ г/л, а у жінок – $(2,24 \pm 0,23)$ г/л, при індивідуальних коливаннях у чоловіків – від 2,01 до 2,39 г/л, а у жінок – від 2,16 до 2,49 г/л. Показник вмісту ТФ у донорів-жінок був більший ніж у донорів-чоловіків ($p < 0,01$).

Показник вмісту ФН в обстежених донорів-чоловіків, у середньому, становив $(24,88 \pm 2,09)$ мкг/л, при індивідуальних коливаннях від 20,19 до 30,62 мкг/л, а у жінок – $(21,08 \pm 1,15)$ мкг/л, при індивідуальних коливаннях від 17,25 до 22,12 мкг/л. В цілому у групі первинних донорів вміст ФН становив $(23,64 \pm 2,17)$ мкг/л. Показник вмісту ФН у донорів-чоловіків був більший, ніж у донорів-жінок ($p < 0,001$).

Отримані нами наразі результати досліджень охопили більшу когорту первинних донорів, порівняно з попередніми дослідженнями [15, 16]. Можна стверджувати, що наші дані при використанні їх у порівняльному аналізі будуть створювати умови для оптимізації відтворювання даних досліджень.

Висновки

1. Отримані нами дані при дослідженні основних показників обміну заліза в периферичній крові первинних донорів Київського регіону можуть бути використані як контрольні значення при проведенні порівняльного аналізу у подальших наукових дослідженнях.

2. Отримані результати рекомендовано для використання при розробці практичних рекомендацій відносно стратегії із залучення та утримання первинних донорів крові, які здійснюють добровільні безоплатні донації.

3. Актуальним є пошук нових додаткових критеріїв діагностики порушень обміну заліза у донорів крові та вивчення вторинних метаболічних порушень, що супроводжують його дефіцит.

Література

1. Видиборець С, Дерпак Ю. Донації крові і метаболізм заліза: монографія. Boston: Published by Primedia eLaunch, 2022:137 p. Available at: <https://doi.org/10.46229/979-8-88831-933-8>
2. Гайдукова СМ, Видиборець СВ, Сергієнко ОВ. (ред.) Донорство: залучення донорів крові та її компонентів: навчальний посібник. Київ; Вашингтон: [б. в.], 2014: 199 с.
3. Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components: Recommendation No. R(95) 15. 20th Edition. European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare: Strasbourg, 2020. 436 p.
4. AABB Standards for Blood Banks and Transfusion Services, 30th ed. AABB Press: Bethesda, Maryland, 2016: 120 p.
5. Fung MK (eds.) AABB Technical Manual. 18th ed. AABB Press: Bethesda, Maryland, 2014: 1044 p.
6. WHO, Blood safety and availability. 2020. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>
7. Діяльність закладів служби крові України у 2020 році: довідник. МОЗ України, НАМН України, ДУ «Інститут гематології та трансфузіології НАМН України». К.; ТОВ «ДІА», 2021:76 с.
8. WHO recommendation. Assesment of iron status in the human body by serum ferritin level. Genewa. 2020. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240000124>

References

1. Vydyborets SV. Metabolizm zaliza i zalizodefizitni stany: monograph. Boston: Published by Primedia eLaunch. 2022: 267 p. Available at: <https://doi.org/10.46229/979-8-88831-933-8> [in Ukrainian].
2. Gaidukova SM, Vydyborets SV, Sergienko OV. (eds.) Donorstvo: zaluchennja donoriv krovi ta jiji komponentiv: navchal'nyj posibnyk. Kyiv; Washyngton, 2014: 199 p. [in Ukrainian].
3. Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components: Recommendation No. R (95) 15. 20th Edition. European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare: Strasbourg, 2020: 436 p.
4. AABB Standards for Blood Banks and Transfusion Services, 30th ed. AABB Press: Bethesda, Maryland, 2016: 120 p.
5. Fung MK (eds.) AABB Technical Manual. 18th ed. AABB Press: Bethesda, Maryland, 2014: 1044 p.
6. WHO, Blood safety and availability (2020). Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>
7. Dijalnist zakladiv sluzhby krovi Ukrainy u 2020 rozi: dovidnyk. – MOZ Ukrainy, NAMN Ukrainy, DU «Instytut gematologii ta transfuziologii NAMN Ukrainy». Kyiv: TOV «DIA», 2021: 76 p. [in Ukrainian].
8. WHO recommendation. Assesment of iron status in the human body by serum ferritin level. Genewa. 2020. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240000124>

9. Weiss G, Ganz T, Goodnough LT. Iron metabolism and its disorders. Anemia of inflammation. Blood. 2019;133(1):40-50. Available at: <https://doi.org/10.1182/blood-201806-856500>
10. Видиборець С, Дерпак Ю, Кучер О, Горяїнова Н. Трансфузійнотрансмісивні захворювання. Trends in the development of medicine, biology and pharmacy: collective monograph. Boston: Published by Primedia eLaunch, 2021:126–166. Available at: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.MED.1>
11. Выдыборец СВ, Гайдукова СН. Посттрансфузионные реакции и осложнения. Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа. 2017;1:67–81.
12. Derpak YY, Vidyborets, SV. Pattern of active blood donors donating for more than 10 years based on the results of laboratory, morphologic, biochemical and biophysical tests of peripheral blood. Wiad. Lek. 2019; LXXII, 12(I): 2344–2347. Available at: <https://doi.org/10.36740/Wlek201012144>
13. Derpak YY, Vidyborets, SV. Pathophysiological substantiation of donations safety based on donors' clinical, laboratory, morphologic, biochemical and biophysical blood test results. In: Counties: Comparative Analysis: Collective monograph. Riga: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2019:62–88.
14. Меньшиков В. (ред.) Лабораторные методы исследования в клинической практике: руководство. М: Медицина, 1987: 430.
15. Chepurna A, Korz A, Maikut-Zabrodskia I. Biochemical indesis of
9. Weiss G., Ganz T., Goodnough L.T. Iron metabolism and its disorders. Anemia of inflammation. Blood. 2019;133(1):40-50. Available at: <https://doi.org/10.1182/blood-201806-856500>
10. Vidyborets SV, Derpak YY, Kucher OV, Gorjainova NV. Transfusijnotransmisivni zachvorjuvannja. Trends in the development of medicine, biology and pharmacy: collective monograph. Boston: Published by Primedia eLaunch, 2021. C. 126–166. Available at: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.MED.1> [in Ukrainian].
11. Vidyborets SV, Gaidukova SN. Posttransfusion reactions and complications. Hematologija. Transfusiologija. Vostochnaja Evropa. 2017;1:67–81. [in Russian].
12. Derpak YY, Vidyborets, SV. Pattern of active blood donors donating for more than 10 years based on the results of laboratory, morphologic, biochemical and biophysical tests of peripheral blood. Wiad. Lek. 2019; LXXII, 12(I): 2344–2347. Available at: <https://doi.org/10.36740/Wlek201012144>
13. Derpak YY, Vidyborets, SV. Pathophysiological substantiation of donations safety based on donors' clinical, laboratory, morphologic, biochemical and biophysical blood test results. In: Counties: Comparative Analysis: Collective monograph. Riga: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2019:62–88.
14. Men'shikov V. (eds.) Laboratornye metody issledovaniya v klinicheskoy praktike [Laboratory Methods in Clinical Practice: Handbook]. M: Medysyna, 1987: 430. [in Russian].
15. Chepurna AV, Korz AV, Maikut-Zabrodskia IM. Biochemical indesis

primary blood donors. Modern engineering and innovative technologies (Germany). 2022; 22 (2):122–127. Available at:

<https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-22-02-044>

16. Chepurna AV, Vydyborets SV. Diagnostics of iron deficiency of blood donors. Modern engineering and innovative technologies (Germany). 2022;23(1):77–87. Available at: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-23-01-012>

of primary blood donors. Modern engineering and innovative technologies (Germany). 2022;22(2):122–127. Available at:

<https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-22-02-044>

16. Chepurna AV, Vydyborets SV. Diagnostics of iron deficiency of blood donors. Modern engineering and innovative technologies (Germany). 2022;23(1):77–87. Available at: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-23-01-012>

Стаття надійшла 20.03.2023 р.

Контакти: vydyborets57@gmail.com