



CLINICAL SIGNIFICANCE OF IRON DEFICIENCY IN ACTIVE DONORS

Yu. Derpak

*State Establishment "Lugansk State Medical University",
Rivne, Ukraine*

Abstract. *A total of 58 blood donors were examined (32 men and 26 women): 27 active donors (16 men and 11 women) who give blood regularly, at least 3 times a year and 31 primary donors (16 men and 15 women) who donate blood the first time.*

For all examined donors was made a detailed analysis of peripheral blood. The main indicators characterizing the state of iron metabolism in the body and the iron content in erythrocytes of peripheral venous blood were determined. Key indicators in erythrocytes were determined to characterize the condition of processes of carbohydrate metabolism.

It was found that regular blood donations are accompanied by the development of iron deficiency, which may occur in the form of latent iron deficiency or iron deficiency anemia, and the degree of iron deficiency depends on the length of the donor experience and the number of donation. It is proved that the development of iron deficiency in blood donors is not always accompanied by changes in peripheral blood and the rate of hemoglobin, which is used in the Blood Service to evaluate iron metabolism in the body for blood donors. Indicators of the content of ferritin and transferrin in serum, as well as the iron content of washed red blood cells of peripheral venous blood are the most significant for the detection of iron deficiency. Iron deficiency in blood donors are accompanied by disturbances of carbohydrate metabolism in erythrocytes of venous blood, which have a secondary, non-specific nature, and their depth depends on the degree of iron deficiency.

It is shown that the use of preparations containing in its composition therapeutic amounts of iron, with a view to correction of iron deficiency in blood donors, effectively removes iron deficiency and secondary disorders of carbohydrate metabolism in the red cells of peripheral venous blood within 2-3 months, depending on the degree of iron deficit.

Active donors with the more than 10 years' period of probation enjoy imbalance of energy exchange which has been indicated by the decrease of adenosine diphosphosphate acid and adenosine monophosphate. Possible mechanisms of diagnosed abnormalities shall be discussed.

Key words: *donation, active donors, erythrocytes, morphological changes, physical properties, iron deficiency, energy exchange, effective erythropoiesis, diagnosis, treatment.*

Актуальність.

За одну повну донацію крові (420 - 450 мл) у регулярних донорів крові з із функціонального пулу втрачається близько 250 - 270 мг заліза, теж саме відбувається і при заготівлі еритроцитів аферезним методом, який завбачує взяття однієї (180 - 200 мл) або двох доз еритроцитів, залежно від потреб реципієнта. Зважаючи, що 1 мл еритроцитів містить 1 мг заліза, то втрати останнього при аферезних методах заготівлі еритроцитів будуть аналогічними таким, що і при донаціях цільної крові, або, навіть їх перевищувати. За умови регулярної участі у донорстві, донор крові може втрачати від 500 до 1000 мг заліза щорічно, а це в свою чергу може призводити до формування стану



латентного дефіциту заліза. [1, 2, 3, 4, 6, 12].

Кількісний аналіз заліза в сироватці (serum Fe) дозволяє виявити залізодефіцитний стан в організмі, проте діагностичною цінністю не володіє [5, 7, 8], адже навіть при відсутності дефіциту заліза serum Fe буває зниженим при запаленні, онкопатології, гострому інфаркті міокарду. Доведено, що serum Fe є нормальним у частини хворих залізодефіцитною анемією і не відображає справжнього дефіциту. Разом з тим, збільшення загальної (ТІВС – total iron binding capacity) та латентної залізовз'язуючої здатності сироватки крові (UIBC – unsaturated iron binding capacity), трансферину сироватки (serum Tf) та його молекулярних ізоформ [9], зниження коефіцієнту насичення трансферину залізом (Tf_{Fe} – transferrin saturation) [6, 11] є досить чутливими індикаторами дефіциту заліза [4, 8, 9, 13].

Встановлено, що в сироватці крові здорової дорослої людини 1 мкг/л заліза (serum Fer) відповідає 8 - 10 мг депонованого заліза [6, 10]. Зменшення запасів заліза в макрофагальній системі є чи не єдиною причиною низьких концентрацій заліза в сироватці, що дозволяє використовувати вказаний параметр в діагностиці дефіциту заліза [14, 15]. Однак, кількість заліза як гострофазового реактанту, може збільшуватись в сироватці крові при фебрильних реакціях, анеміях хронічного захворювання на фоні запальних процесів, злоякісних новоутвореннях, гемобластозах, враженнях печінки, хронічній нирковій патології тощо [16,17,18].

Отже, рівень serum Fer корелює з запасами заліза в організмі і є маркером дефіциту цього елемента в тканинах [1, 4, 5]. На сьогодні недостатньо вивченими залишаються питання корекції у регулярних донорів крові, що заставило нас провести відповідні дослідження.

Мета роботи – визначити залежність показників метаболізму заліза у регулярних донорів крові та розробити схеми корекції порушень обміну заліза.

Матеріал і методи.

Нами обстежено 58 донори віком від 21 до 55 років (32 чоловіків та 26 жінок). Серед них 27 особи (16 чоловіків та 11 жінок) здійснювали донацію



вперше в житті – вони склали першу (I) групу спостереження, та 31 донори (16 чоловіків та 15 жінок) були постійними донорами зі стажем донорства понад два роки і здійснювали не менше двох донорських акцій щорічно – вони склали другу (II) групу. Показники кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну в периферичній крові в обстежених були в межах норми. Донори II групи спостереження потенційно могли мати дефіцит заліза. Визначення вмісту заліза в сироватці (СЗ) крові та показника загальної залізов'язуючої здатності сироватки (ЗЗЗС) здійснювали за батофенантроліновою методикою. Показник ненасиченої залізов'язуючої здатності сироватки (НЗЗС) обчислювали як різницю між ЗЗЗС та СЗ. КНТЗ визначали як співвідношення вмісту СЗ до ЗЗЗС. Вміст трансферину (ТФ) визначали за показником ЗЗЗС, феритину (ФН) - радіометричним методом, рівень заліза в еритроцитах (ЕЗ) - методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Результати досліджень опрацьовували методами варіаційної статистики.

Результати та їх обговорення.

Досліджуючи показники червоної крові у обстежених донорів I та II груп, наведених у таблиці 1, видно, що кількість еритроцитів у чоловіків відповідно вище, ніж у жінок ($p < 0,001$). Вміст гемоглобіну у чоловіків вірогідно вище, ніж у жінок ($p < 0,02$). Залежності від статі показника гематокриту нами не виявлено ($p < 0,1$). Кількість еритроцитів у чоловіків II групи обстежених достовірно нижче, ніж у жінок ($p < 0,01$), відповідно концентрація гемоглобіну ($p < 0,05$) у чоловіків-донорів була вища, ніж у жінок-донорів. Нами не встановлено достовірної різниці при порівнянні середніх значень показника концентрації гемоглобіну у активних донорів і донорів контрольної групи ($p > 0,05$).

Достовірної різниці між показниками кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну і показниками гематокриту у обстежених I групи щодо аналогічних показників у осіб II групи нами не виявлено ($p > 0,1$).

При дослідженні основних показників обміну заліза у обстежених донорів, наведених у таблиці 2, встановлено, що вміст СЗ в групі активних донорів крові склав $16,16 \pm 1,08$ мкмоль/л, показник содержания СЗ у обстежених донорів контрольної групи в середньому склав $18,43 \pm 1,80$ мкмоль/л ($p < 0,05$). Показник



Таблиця 1 – Основні показники периферичної крові у обстежених донорів
($M \pm m$)

Показники	Групи обстежених				Досто- вірність
	Перша (n=29)		Друга (n=33)		
	Жінки (n=11)	Чоловіки (n=16)	Жінки (n=15)	Чоловіки (n=16)	
Кількість еритроцитів ($M \pm m$) $\times 10^{12}$ /л	4,19 \pm 0,06	4,52 \pm 0,04	4,23 \pm 0,05	4,44 \pm 0,006	$p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,05$ $p_3 > 0,1$
Вміст гемоглобіну ($M \pm m$) г/л	143,38 \pm 4,52	157,00 \pm 2,34	140,91 \pm 1,98	148,01 \pm 2,81	$p_1 < 0,05$ $p_2 < 0,05$ $p_3 > 0,1$
Гематокрит л/л	0,44 \pm 0,002	0,44 \pm 0,003	0,44 \pm 0,004	0,45 \pm 0,003	$p_1 < 0,1$ $p_2 < 0,1$ $p_3 > 0,1$

p_1 – достовірність різниці показників в залежності від статі у обстежених першої групи;

p_2 – достовірність показників в залежності від статі у обстежених

другої групи;

p_3 – достовірність різниці показників першої та другої груп донорів крові.

ЗЗЗС у активних донорів в середньому відповідав $92,47 \pm 27,97$ мкмоль/л, у обстежених донорів I групи цей показник знаходився в межах $67,85 \pm 3,22$ мкмоль/л та був достовірно нищим аналогічного у донорів II групи ($p < 0,01$). Показник НЗЗС у активних донорів складав $76,30 \pm 28,82$ мкмоль/л при показнику $49,42 \pm 6,41$ мкмоль/л у донорів контрольної групи ($p < 0,01$). КНТЗ у групі активних донорів склав $19,13 \pm 7,70$ % при достовірному зростанні до $27,41 \pm 7,37$ % у контрольної групи ($p < 0,01$). Вміст ТФ у групі активних донорів в середньому знаходився в межах $12,71 \pm 0,81$ г/л при показнику $2,54 \pm 0,27$ г/л у донорів I групи ($p < 0,05$). У активних донорів вміст ФН в середньому склав $3,75 \pm 1,21$ мкг/л і був достовірно нищим порівняно з показником ФН донорів контрольної групи ($p < 0,05$). Показник вмісту ЕЗ у активних донорів в середньому відповідав $25,19 \pm 0,08$ мкг/г. У донорів контрольної групи вміст ЕЗ знаходився в межах $27,00 \pm 0,78$, середнє значення якого було вище показника у донорів II групи ($p < 0,05$).



Таблиця 2 – Основні показники метаболізму заліза у обстежених донорів
($M \pm m$)

Показники	Донори I групи (n=27)	Донори II групи (n=31)	Достовірність
СЗ, мкмоль/л	18,43±1,80	16,16±1,08	p<0,05
ЗЗЗС, мкмоль/л	67,85±3,22	92,47±27,97	p<0,01
НЗЗС, мкмоль/л	49,42±1,42	78,31±26,89	p<0,01
КНТЗ, %	27,16±5,59	17,47±3,86	p<0,01
ФН сировотки, мкг/л	9,33±9,56	3,75±1,21	p<0,05
ТФ сировотки, г/л	2,54±0,27	12,71±0,81	p<0,05
Вміст ЗЕр, мкг/л	27,00±0,78	25,19±0,08	p<0,05

p – достовірність різниці показників у обстежених донорів першої та другої груп.

Аналізуючи результати вивчення базисних показників метаболізму заліза у обстежених, з'ясували, що у донорів II групи порівняно із донорами I групи, достовірно зменшується рівень СЗ ($p < 0,05$), ФН в сироватці ($p < 0,05$) та ЕЗ ($p < 0,01$). Виявлені зміни свідчать про те, що регулярне донорство може супроводжуватись формуванням латентного дефіциту заліза. Враховуючи вищезазначене, вважали за доцільне вивчити у донорів II групи зміни порушених показників залежно від кількості донацій та тривалості донорського стажу. Встановлено, що у підгрупі донорів, які мали найбільший донорський стаж достовірно зменшувався рівень СЗ ($p < 0,05$), ФН в сироватці ($p < 0,05$), ЕЗ ($p < 0,05$), та підвищувалися показники ЗЗЗС ($p < 0,01$), НЗЗС ($p < 0,01$) та ТФ ($p < 0,05$). Виявлені зміни свідчать про те, що тривале регулярне донорство у разі відсутності адекватного медичного контролю може супроводжуватись порушенням всіх ланок метаболізму заліза: депонованого (ФН), транспортного (ТФ) та функціонального (ЕЗ).

У активних донорів з виявленими порушеннями обміну заліза та енергетичного обміну в еритроцитах периферичної крові у процесі лікування препаратом сульфату заліза вже через три тижні від початку лікування спостерігалось достовірне збільшення показника ЗС ($p < 0,001$), яке мало відносний характер, оскільки відбувалось у межах норми (таблиця 3).



Таблиця 3 – Основні показники обміну заліза у обстежених активних донорів після корекції сульфатом заліза (n=33) (M±m)

Показники	До корекції	Через 3 місяці після корекції	Достовірність
СЗ, мкмоль/л	16,16±1,08	18,86±2,11	p<0,05
ЗЗЗС, мкмоль/л	92,47±27,97	68,64±4,82	p<0,01
НЗЗС, мкмоль/л	78,31±26,88	49,78±2,71	p<0,01
КНТЗ, %	17,47±3,86	27,47±4,37	p<0,01
ФН сировотки, мкг/л	3,75±1,21	8,12±2,41	p<0,05
ТФ сировотки, г/л	12,71±0,81	3,28±0,91	p<0,05
Вміст ЗЕр, мкг/л	25,19±0,08	26,18±0,09	p<0,05

p – достовірність різниці показників обміну заліза у активних донорів після корекції сульфатом заліза

Ми спостерігали зменшення показників ЗЗЗС ($p<0,001$), НЗЗС ($p<0,001$) і збільшення показника КНТЗ ($p<0,001$), які набували нормальних значень вже через три тижні від початку лікування препаратом. Показник вмісту ТФ у сироватці крові також набував нормальних значень через три тижні від початку лікування ($p<0,001$). Показник вмісту ФН у сироватці крові набував нормальних значень до 8 або 12 тижня ($p<0,001$), залежно від ступеня дефіциту заліза (ДЗ). Такий же характер мала зміна показника вмісту ЗЕ у активних донорів крові ($p<0,001$).

Для корекції виявлених змін обміну заліза та порушень енергетичного обміну у обстежених нами донорів крові використовували комплексний препарат сульфату заліза, що містить у своєму складі 80 мг двовалентного заліза, аскорбінову кислоту та мукопротеозу. Препарат застосовували по 1 таблетці 2 рази на добу протягом 2 або 3 місяців, залежно від ступеня дефіциту, до насичення депо заліза. У подальшому проводилось підтримуюче лікування половинними дозами цього ж препарату. Контроль насичення депо заліза здійснювали за показником вмісту ФН у сироватці крові.

У процесі профілактичного лікування активних донорів обстежували тричі: через три тижні від початку профілактичного лікування сульфатом заліза, другий раз – через 2 місяці вживання препарату і через 3 місяці.



Підсумовуючи дані розділу можна зробити висновок, що виявлені нами зміни обміну заліза у активних донорів залежать від тривалості донорського стажу і характеризують стан ЛДЗ, який супроводжується розбалансуванням обміну заліза у активних донорів крові, причому глибина порушень відповідає ступеню ДЗ.

Використання препарату сульфату заліза ефективно усуває виявлені зміни обміну заліза у активних донорів крові упродовж трьох місяців, залежно від ступеня дефіциту.

Висновки.

1. У регулярних донорів спостерігаються низькі показники ФН та ЕЗ на фоні порушення базисних показників метаболізму заліза. Виявлені зміни є непрямим свідченням порушень функціонального стану еритроцитів в умовах формування латентного дефіциту заліза.

2. Застосування комплексних залізовмісних препаратів, що містять сульфат заліза, для корекції залізодефіцитних станів у активних донорів крові дозволяє усувати дефіцит заліза і супутні порушення метаболізму в еритроцитах периферичної венозної крові упродовж 3 місяців, залежно від глибини дефіциту заліза.

Література:

1. Видиборець С. В., Дерпак Ю. Ю., Сергієнко О. В. Донорство крові та метаболізм заліза: монографія. - Вінниця-Бориспіль. ТОВ "Меркьюрі-Поділля", 2012. - 144 с.

2. Видиборець С. В., Дерпак Ю. Ю. Донації крові і метаболізм заліза //ISBN 978-8-88831-933-8. DOI 10.46299/978-8-99931-933-8 BOST ON: Puflished by Primedio Laund, – 2022. 137 s.

3. Дерпак Ю. Ю. Клиническое значение и лабораторная диагностика изменений трансферина у регулярных доноров крови //«Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа» 2018. – том 4. № 2. - С. 189 – 193.

4. Дерпак Ю. Ю. Загальна характеристика показників ефективного



еритропоезу та периферичної крові в активних донорів крові //«Шпитальна хірургія. Журнал імені Л. Я. Ковальчука» 2016. - № 3 (75). – С. 97 – 100.

5. Дерпак Ю. Ю. Комплексная оценка морфологических изменений и физических свойств эритроцитов у активных доноров крови // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке» SOMVOZ TM p-ISSN 2226 – 7425 e-ISSN 2412 – 9437 Since 1999 www. Clinical – journal. Com 2016, VOLUME 18. № 7. – С. 54 – 59.

6. Выдыборец С. В., Дерпак Ю. Ю. Диагностическое значение определения ферритина у активных доноров крови // "Медицинская наука и образование Урала" - № 4. - 2015. С. 82 – 85.

7. Видиборець С. В., Дерпак Ю. Ю. Вплив змін порушень обміну заліза на показники механічної та теплової резистентності еритроцитів у регулярних донорів крові // «Сімейна медицина». № 3 (59). - 2015. С. 251 – 253.

8. Дерпак Ю. Ю. Сравнительный анализ показателей железосвязывающей способности и ферритина сыворотки крови у регулярных доноров крови // «Медицинская наука и образование Урала» - № 4 - 2012. С. 56 – 58.

9. Дерпак Ю. Ю. Вивчення показників механічної, теплової та кислотної резистентності еритроцитів у регулярних донорів крові // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. Том 6. № 1 – 2011. С. 64 - 66.

10. Новое в диагностике латентного дефицита железа /С. А. Байдурин, А. А. Булганов, К. Т. Байжанова и др.// Нове в гематології та трансфузіології. - 2004. - Вип.1. - С. 76-79.

11. Дерпак Ю.Ю., Сивак Л. А, Горяінова Н. В.,Кучер О. В., Мороз Г. Анемія зляккісного захворювання // Міжвідомчий збірник «Гематологія і переливання крові», випуск 42, 2023. С. 284 – 297 DOI: 10.33741/0435-

12. Выдыборец С. В. Ферритин: клиническое значение и лабораторная диагностика нарушений // Лабораторная диагностика. - 2000. - № 1. - С.16 - 19.

13. Завгородний Г. Н., Бондаренко Н. И., Погодина Т. Л. Влияние количества кроводач на содержание ферритина в организме доноров



//Гематология и трансфузиология. - 1991. - Т. 36, № 2. - С. 36.

14. Bergin J.J. Anemia: discerning the causes in the different clinical —settings // Consultant. - 2002. - June. - P.873 - 882.

15. Bonhsack B.L., Hirschi K.K. Nutrient regulation of cell cycle progression // Annu. Rev. Nutr. - 2004. - VoL24. - P.433 - 453.

16. Breyman Ch. Iron deficiency and anaemia in pregnancy: modern aspects of diagnosis and therapy // Blood cells, molecules and diseases. - 2002. Vol. 29, № 3. - P. 506 - 516.

17. Derpak Yu. Iron metabolism dependence on the thermal and mechanical resistance properties of erythrocytes in regular blood donors // The decision of the organizing Committee of the conference “Modern systems of science and education in the USA, EU and other countries` 2024” No. 2204 January 21, 2024: ISBN 978-8-8780720-8-3. DOI 10.30888/2709-2267.2024-22-00-015. Washington (USA) – 2024. S. 95-100

18. Goddard A., Mc Intyre A., Scott B. Guidelines for the management of the iron deficiency anaemia // BSG Guidelines in Gastroenterol. - 2000. - № 6. - P. 1- 5.