

УДК 618/.5-089.888-005.1-089.166-06:616.155.194.-036.11-089.5-039/72 DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.18.2.2022.1477>Мітюрев Д.С.<sup>1,2</sup>, Лоскутов О.А.<sup>1</sup>, Жежер А.А.<sup>1,3</sup><sup>1</sup> Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна<sup>2</sup> КЗ ЛОР «Львівський обласний клінічний перинатальний центр», м. Львів, Україна<sup>3</sup> КЗ ЛОР «Київська обласна клінічна лікарня», м. Київ, Україна

## Стан системного транспорту кисню залежно від показників гематокриту та гемоглобіну в умовах крововтрати в породіль

**Резюме.** *Актуальність.* Масивні акушерські кровотечі (МАК) є найчастішою причиною материнської смертності у всьому світі. У даний час існує низка національних керівництв із ведення МАК, однак у них відсутні обґрунтовані вказівки на мінімально допустимий рівень гемоглобіну (Hb), при якому забезпечується мінімально допустима доставка кисню (ІДО<sub>2</sub>). **Метою** даної роботи була оцінка стану системного транспорту кисню залежно від показників гематокриту та Hb в умовах крововтрати та визначення мінімально допустимого рівня Hb, при якому забезпечується адекватне відношення між системним транспортом кисню та кисневими потребами організму при розвитку МАК. **Матеріали та методи.** У дослідження ввійшли 113 породіль, у яких пологи ускладнилися крововтратою. Середній вік породіль становив 32,5 ± 6,4 року, середня маса тіла — 76,5 ± 12,4 кг, середній гестаційний термін — 39,5 ± 1,5 тижня. Домінуючими причинами розвитку МАК були: атонія матки (52,14 %), маткова інверсія (15,38 %) та емболія амніотичною рідиною (10,26 %). Рідше крововтрата спостерігалася внаслідок розриву матки (5,98 %), відшарування плаценти (5,98 %), передлежання плаценти (5,98 %) та затримки відділення плаценти (4,27 %). Післяпологова крововтрата становила в середньому 1830,5 ± 622,7 мл (від 1200 до 2500 мл). Усі кровотечі були зупинені згідно з чинним протоколом. **Результати.** При Ht 20,0–28,9 % та Hb 45,1–68,9 г/л і однакових показниках FiO<sub>2</sub> = 100 % показники ІДО<sub>2</sub> були у 2–3 рази нижчими порівняно з нормальним станом газотранспортної функції крові, тільки у пацієнтів із Ht 29,0–30,0 % та Hb 70,1–79,9 г/л значення ІДО<sub>2</sub> були наближені до фізіологічної норми. При Ht 20,0–22,9 % та Hb 45,1–50,4 г/л показники індексу системного споживання кисню були удвічі меншими порівняно із загальноприйнятими фізіологічними нормами, а в пацієнок із Ht 29,0–30,0 % та Hb 70,1–79,9 г/л цей показник був у межах норми. При Ht 20,0–25,9 % та Hb 45,1–60,2 г/л показники тканинної екстракції кисню були в 1,5–2 рази більшими порівняно із загальноприйнятими фізіологічними нормами, а в пацієнок із Ht 29,0–30,0 % та Hb 70,1–79,9 г/л його значення були у межах норми. При розрахунку мінімально допустимої величини Hb у породіль в умовах крововтрати за допомогою лінійної регресії з розрахунком коефіцієнтів методом найменших квадратів були отримані значення Hb 82,5365 г/л, які можна вважати мінімально допустимими в породіль в умовах МАК, при яких функціональний стан серця і кисневий обмін знаходяться на мінімальній межі фізіологічної норми.

**Ключові слова:** масивна акушерська кровотеча; системний транспорт кисню; мінімальний рівень гемоглобіну

© «Медицина невідкладних станів» / «Emergency Medicine» («Medicina neotložnyh состоâniŭ»), 2022

© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2022

Для кореспонденції: Мітюрев Д.С., лікар-анестезіолог, КЗ Львівської обласної ради «Львівський обласний перинатальний центр», м. Львів, Україна; e-mail: vip.mityurev@gmail.com; контактний тел.: +38(032)2591959

For correspondence: Mityurev D., anesthesiologist, KZ Lviv Regional Council "Lviv Regional Perinatal Center", Lviv, Ukraine; e-mail: vip.mityurev@gmail.com; tel.: +38(032)2591959

Full list of authors information is available at the end of the article.

## Вступ

За даними сучасної наукової літератури, масивні акушерські кровотечі (МАК) є найчастішою причиною материнської смертності та захворюваності у всьому світі. У 2015 році було зареєстровано загалом 8,7 млн випадків цього ускладнення, що зумовило 83 000 смертей серед усіх випадків летальності в акушерстві [1].

У Великобританії на МАК припадає приблизно 10 % безпосередніх причин летальності [2], що за значимістю є третьою причиною материнської смертності [3]. За даними А. Weeks, у всьому світі щогодини від післяпологової крововтрати помирають 7 жінок [4].

Акушерська кровотеча може статися до або після пологів, але, згідно з опублікованими дослідженнями, понад 80 % випадків МАК відбуваються у післяпологовому періоді [5]. У той же час, незважаючи на розвиток нових хірургічних технологій та фармакологічних підходів, статистика щодо материнської смертності від первинної післяпологової кровотечі різна навіть у розвинених європейських країнах. Так, цей показник у Франції вдвічі вищий, ніж у Нідерландах, і вчетверо вищий, ніж у Великій Британії [2, 3]. При цьому немає єдиної думки про точне визначення масивної акушерської кровотечі, однак у більшості медичних установ це визначається як крововтрата понад 1500 мл, або падіння гемоглобіну більше ніж на 4 г/дл після гострої крововтрати в породіллі, або необхідність переливання чотирьох або більше одиниць крові [6].

У даний час існує низка національних керівництв із ведення МАК, які висвітлюють тактику інтенсивної терапії цих загрозливих для життя станів. Так, наприклад, R. Shaylog та співавт. у своєму огляді національних настанов наголошують на важливості замісної терапії фібриногену (порогове значення 2 г/л), докладно описують замісну терапію препаратами крові та приділяють особливу увагу моніторингу гемостазу [7]. Рекомендації щодо ведення післяпологових кровотеч були опубліковані низкою акушерських товариств, включаючи Американський коледж акушерів та гінекологів (ACOG), Королівський коледж акушерів та гінекологів (RCOG) Сполученого Королівства, Королівський коледж акушерів та гінекологів Австралії та Нової Зеландії (RANZCOG), Товариство акушерів та гінекологів Канади (SOGC), які містять алгоритми з певними діями та конкретні рекомендації щодо ведення пацієнток із МАК [7]. Однак усі ці керівництва мають важливі відмінності в рекомендаціях щодо переливання компонентів крові. При цьому важливо зазначити, що система доставки та споживання кисню є ключовою ланкою, навколо якої формується патогенез практично будь-якого критичного стану та патологічного процесу, а ступінь адекватності кровообігу визначається в першу чергу тим, наскільки повноцінно здійснюється задоволення кисневих потреб клітинних систем організму [8]. Це положення великою мірою стосується порушень, що виникають на фоні значного зниження рівня гемоглобіну (Hb) і гематокриту (Ht) в результаті масивної крововтрати. Однак у згаданих настановах відсутні обґрунтовані вказівки на мінімально допустимий

рівень гемоглобіну, при якому забезпечується мінімально допустима доставка кисню.

Тому **метою** даної роботи була оцінка стану системного транспорту кисню залежно від показників гематокриту та гемоглобіну в умовах крововтрати та визначення мінімально допустимих рівнів гематокриту та гемоглобіну, при яких забезпечується адекватне відношення між системним транспортом кисню та кисневими потребами організму при розвитку масивної акушерської крововтрати.

## Матеріал та методи

У дослідження ввійшли 113 породіль, у яких пологи ускладнилися крововтратою, яким на базах Комунального закладу Львівської обласної ради «Львівський обласний перинатальний центр» (м. Львів, Україна), КЗ КОР «Київська обласна клінічна лікарня» (м. Київ, Україна) проводились діагностичні, лікувальні процедури та прийом пологів.

З дослідження були виключені породіллі із супутніми захворюваннями, при яких була можливість підвищення рівня лактату (сепсис, інфекційно-запальні ускладнення вагітності, захворювання печінки, діабетичний кетоацидоз, уроджені та набуті вади серця, серцева недостатність, дихальна недостатність, значущі порушення водно-електролітного обміну), а також жінки з антенатальною загибеллю плода та тривалим безводним проміжком.

Усі пацієнтки були обстежені згідно з протоколом, прийнятим у клініці для даної категорії хворих, який був схвалений комітетами з етики Комунального закладу Львівської обласної ради «Львівський обласний перинатальний центр» (м. Львів, Україна) та КЗ КОР «Київська обласна клінічна лікарня» (м. Київ, Україна). На участь у дослідженні пацієнти давали усну та письмову згоду.

Середній вік породіль становив  $32,5 \pm 6,4$  року, середня маса тіла —  $76,5 \pm 12,4$  кг, середній гестаційний термін —  $39,5 \pm 1,5$  тижня.

Гестоз легкого ступеня спостерігався в 40 пацієнток (35,4 %), середнього ступеня тяжкості — у 73 пацієнток (64,6 %). Загроза переривання вагітності була в 65 породіль (57,5 %), плацентарна недостатність — у 48 пацієнток (42,5 %).

Першороділь було 52 (46,0 %), жінок, які народжують удруге, — 61 (53,98 %).

Своєчасні пологи відбулися у 83 (73,5 %) жінок, у 14 породіль (12,4 %) пологи були передчасними в терміні  $32 \pm 2$  тижні. У 16 вагітних (14,2 %) відбувся мимовільний викидень.

Домінуючими причинами розвитку МАК були: атонія матки (52,14 %), маткова інверсія (15,38 %) та емболія амніотичною рідиною (10,26 %). Рідше післяпологова крововтрата спостерігалася внаслідок розриву матки (5,98 %), відшарування плаценти (5,98 %), передлежання плаценти (5,98 %) та затримки відділення плаценти (4,27 %).

Післяпологова крововтрата становила в середньому  $1830,5 \pm 622,7$  мл (від 1200 до 2500 мл). Усі кровотечі були зупинені згідно з чинним протоколом [9].

Для визначення об'єму крововтрати проводилось зважування операційного матеріалу та обчислення об'єму крововтрати за формулою М. Лібова:

$$\begin{aligned} \text{об'єм крововтрати} &= V/2 \times 30 \% \\ (\text{при крововтраті більше ніж } 1000 \text{ мл}) \text{ або} \\ \text{об'єм крововтрати} &= V/2 \times 15 \% \\ (\text{при крововтраті менше ніж } 1000 \text{ мл}), \end{aligned}$$

де  $V$  — вага серветок, 30 % — величина помилки на навколоплідні води й дезінфікуючі розчини при порівнянні її з величинами, які були отримані за модифікованою формулою Мооге:

$$V = \text{ОЦК}_n \times (\text{Hb}_{\text{вих}} - \text{Hb}_{\text{ф}}) / \text{Hb}_{\text{вих}},$$

де  $V$  — об'єм крововтрати (мл),  $\text{ОЦК}_n$  — належний ОЦК (мл),  $\text{Hb}_{\text{вих}}$  — вихідний гемоглобін,  $\text{Hb}_{\text{ф}}$  — фактичний гемоглобін.

Крововтрата вважалася масивною, коли швидкість кровотечі перевищувала 150 мл за хвилину, або миттєво втрачалось понад 1500–2000 мл крові, або дорівнювала 25–30 % ОЦК [9].

Усім пацієнткам проводилися інтенсивна терапія та хірургічні втручання відповідно до протоколів, прийнятих для надання невідкладної допомоги при акушерських кровотечах, що була спрямована на відновлення ОЦК, ліквідацію джерела кровотечі та порушень гемостазу і корекцію виявлених порушень гомеостазу [9, 10].

Для клінічної оцінки стану гемодинаміки в групі обстеження був використаний моніторинг системних показників кровообігу (моніторні системи «IntellsVue MP50», Нідерланди), за допомогою яких оцінювалися ЕКГ, частота серцевих скорочень, інвазивний артеріальний тиск, рівень периферичної й центральної венозної сатурації, центральний венозний тиск, індекс периферичної перфузії.

Електрокардіографічне дослідження проводилося у 12 відведеннях усім пацієнткам у положенні лежачи на спині зі швидкістю 50 мм/с, з використанням приладу «Schiller cardiovit AT-2 plus» (виробник «Schiller», Швейцарія). Це дослідження проводилося при надходженні, перед початком активного періоду пологів і в післяпологовому періоді.

Оцінка реакції системного кровообігу на втрату об'єму циркулюючої крові в породіль проводилася за допомогою ЕхоКГ. Дослідження серця виконували на апаратах «Aplio XG SSA-770A» компанії «Toshiba» (Японія) із використанням секторальних датчиків із частотою випромінювання 2,5–5,0 МГц. Геометричні

параметри лівого шлуночка серця визначали в парастернальній позиції.

Нами були проаналізовані такі параметри, як ударний об'єм, хвилинний об'єм крові, серцевий індекс (CI), середній артеріальний тиск та пульсовий тиск.

Лабораторні дослідження біохімічних проб крові проводилися на газовому аналізаторі «Radiometer-Copenhagen» (Данія). Оцінку киснево-транспортної функції крові і їх похідних, які відображали стан кисневого обміну, проводили розрахунковими методами, визначаючи індекс доставки кисню, індекс споживання кисню та коефіцієнт екстракції  $\text{O}_2$ .

Аналіз отриманих результатів проводився на персональному комп'ютері з використанням прикладних програм Excel 2010 та Statistica 12.0. Характеристики обстежених породіль порівнювали між двома групами з використанням критерію суми рангів Вілкоксона для числових змінних і  $\chi^2$ -тесту Пірсона для категоріальних змінних.

## Результати

Під час дослідження нами було виявлено, що при  $\text{Ht}$  20,0–22,9 % та  $\text{Hb}$  45,1–50,4 г/л (група I) показник індексу доставки кисню ( $\text{IDO}_2$ ) дорівнював  $226,6 \pm 40,7$  мл/хв/м<sup>2</sup> (табл. 1). Слід зазначити, що такі показники  $\text{IDO}_2$  не є фізіологічними для організму і відповідають стану гемічної гіпоксії, що є несприятливим фактором клінічних результатів пацієнток у післяпологовому періоді.

При збільшенні рівня гематокриту до 23,0–25,9 % та гемоглобіну до 52,3–60,2 г/л (група II) відмічалось прямо пропорційне збільшення показників  $\text{IDO}_2$  до  $272,3 \pm 51,4$  мл/хв/м<sup>2</sup>, що було на  $20,17 \pm 1,70$  % більше порівняно зі значеннями  $\text{IDO}_2$  в першій групі пацієнток ( $p = 0,0347$ ) (табл. 1). При подальшому збільшенні рівня гематокриту спостерігалось і лінійне збільшення показників  $\text{IDO}_2$  (табл. 1).

У III групі пацієнток вищезазначений показник дорівнював  $345,8 \pm 47,3$  мл/хв/м<sup>2</sup>, що було на  $52,6 \pm 4,2$  % більше від аналогічного показника I групи пацієнток ( $p = 0,0138$ ) і на  $27,0 \pm 2,2$  % більше порівняно із II групою пацієнток ( $p = 0,0305$ ) (табл. 1).

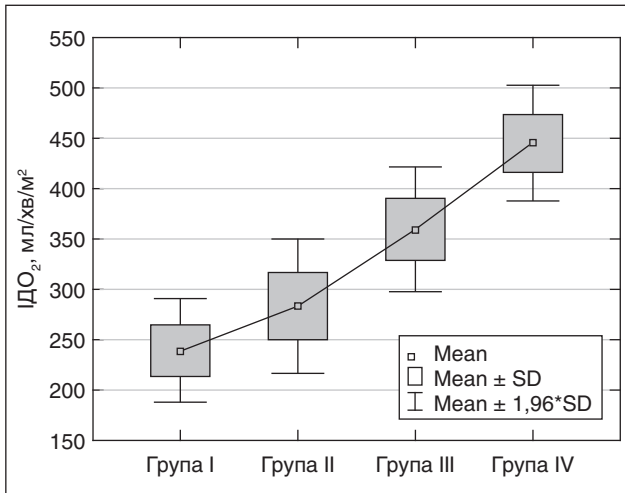
У IV групі обстежених  $\text{IDO}_2$  дорівнював  $434,5 \pm 44,2$  мл/хв/м<sup>2</sup>, що на  $25,66 \pm 1,6$  % вище за аналогічний показник у III групі з рівнем гематокриту 26,0–28,9 % та  $\text{Hb}$  63,4–68,9 г/л ( $p = 0,0329$ ) (табл. 1).

Виявлені нами зміни з боку  $\text{IDO}_2$  у групах обстеження відображені на рис. 1.

**Таблиця 1. Показники газотранспортної функції крові й рівня гематокриту в обстежених пацієнток ( $n = 113$ )**

Показник	Рівні $\text{Ht}$ та $\text{Hb}$ (%)			
	Група I ( $n = 29$ ) $\text{Ht}$ 20,0–22,9 %, $\text{Hb}$ 45,1–50,4 г/л	Група II ( $n = 30$ ) $\text{Ht}$ 23,0–25,9 %, $\text{Hb}$ 52,3–60,2 г/л	Група III ( $n = 26$ ) $\text{Ht}$ 26,0–28,9 %, $\text{Hb}$ 63,4–68,9 г/л	Група IV ( $n = 28$ ) $\text{Ht}$ 29,0–30,0 %, $\text{Hb}$ 70,1–79,9 г/л
$\text{IDO}_2$ , мл/хв/м <sup>2</sup>	$226,6 \pm 40,7$	$272,3 \pm 51,4^1$	$345,8 \pm 47,3^{1,2}$	$434,5 \pm 44,2^{1-3}$
$\text{ICO}_2$ , мл/хв/м <sup>2</sup>	$78,3 \pm 6,2$	$95,7 \pm 9,2^1$	$116,5 \pm 22,9^{1,2}$	$130,3 \pm 29,6^{1-3}$
$\text{KTEO}_2$ , %	$37,4 \pm 2,5$	$36,1 \pm 1,9$	$31,8 \pm 1,7^{1,2}$	$26,1 \pm 1,5^{1-3}$

**Примітки:**  $p < 0,05$ : <sup>1</sup> — порівняно з групою I; <sup>2</sup> — порівняно з групою II; <sup>3</sup> — порівняно з групою III;  $\text{IDO}_2$  — індекс системної доставки кисню;  $\text{ICO}_2$  — індекс системного споживання кисню;  $\text{KTEO}_2$  — коефіцієнт тканинної екстракції кисню.



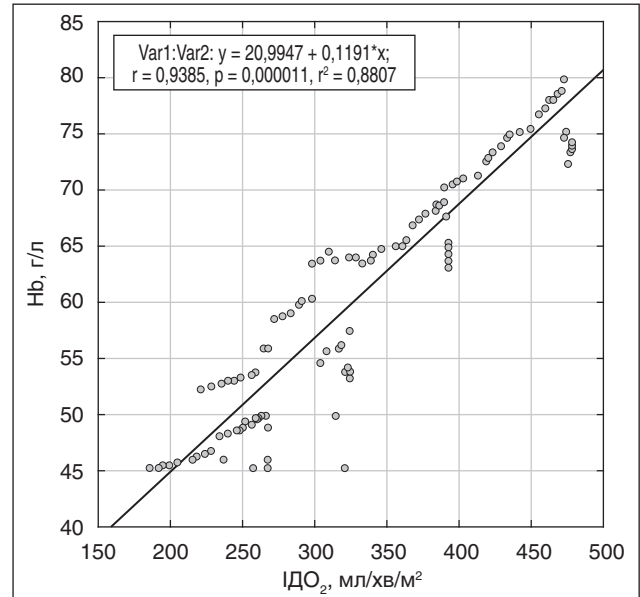
**Рисунок 1. Розмах середніх значень ІДО<sub>2</sub> у групах обстежених залежно від рівня гемоглобіну**

**Примітки:** група I/група II:  $p = 0,000002$ ;  $F = 1,649957$ ;  $t\text{-value} = -5,4052$ ; група I/група III:  $p = 0,0000013$ ;  $F = 1,440838$ ;  $t\text{-value} = -15,2355$ ; група I/група IV:  $p = 0,0000011$ ;  $F = 1,247935$ ;  $t\text{-value} = -27,1171$ .

Кореляційна залежність ІДО<sub>2</sub> від рівня гемоглобіну показана на рис. 2.

З рис. 2 видно, що системна доставка кисню була в прямо пропорційній лінійній залежності від рівня гемоглобіну. Слід відмітити, що при значеннях Hb 20,0–28,9 % і однакових показниках FiO<sub>2</sub> = 100 % у пацієнтів груп I, II та III показники ІДО<sub>2</sub> були у 2–3 рази гіршими щодо нормального стану газотранспортної функції організму, і тільки в пацієнтів IV групи значення ІДО<sub>2</sub> були наближені до фізіологічних норм. Такий стан кисневого обміну в пацієнтів у післяпологовому періоді трактувався як гемічна гіпоксія.

Лінійне збільшення відносно рівня гемоглобіну та гематокриту спостерігалось і в показниках індексу сис-

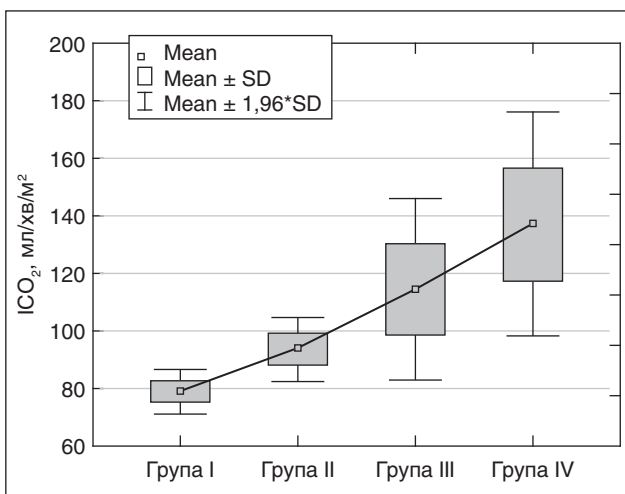


**Рисунок 2. Кореляційна залежність між ІДО<sub>2</sub> і рівнем гемоглобіну в досліджуваних групах**

темного споживання кисню (ІСО<sub>2</sub>). Досліджуючи залежність між показниками ІСО<sub>2</sub> і рівнем Hb та Ht, ми виявили, що при Ht 20,0–22,9 % та Hb 45,1–50,4 г/л (група I) показник ІСО<sub>2</sub> дорівнював  $78,3 \pm 6,2$  мл/хв/м<sup>2</sup> (табл. 1).

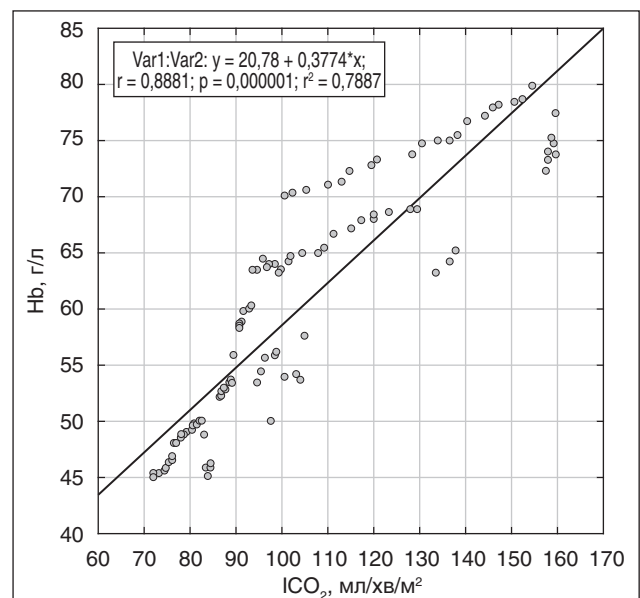
У групі пацієток з Ht 23,0–25,9 та Hb 52,3–60,2 (група II) показник ІСО<sub>2</sub> дорівнював  $95,7 \pm 9,2$  мл/хв/м<sup>2</sup>, що було на  $22,2 \pm 2,0$  % більше порівняно з I групою ( $p = 0,0314$ ). Однак значення ІСО<sub>2</sub> у II групі було на  $17,84 \pm 1,5$  % меншим порівняно з групою III, у якій вищенаведений показник становив  $116,5 \pm 22,9$  мл/хв/м<sup>2</sup> ( $p = 0,0415$ ) (табл. 1).

Як видно з даних табл. 1, при збільшенні рівня гематокриту спостерігалось і лінійне збільшення показників ІСО<sub>2</sub>.



**Рисунок 3. Розмах середніх значень ІСО<sub>2</sub> у групах обстежених залежно від рівня гемоглобіну**

**Примітки:** група I/група II:  $p = 0,000001$ ;  $F = 2,15390494$ ;  $t\text{-value} = -10,9514$ ; група I/група III:  $p = 0,0000012$ ;  $F = 16,83880$ ;  $t\text{-value} = -11,12876$ ; група I/група IV:  $p = 0,0000014$ ;  $F = 25,636263$ ;  $t\text{-value} = -14,88914$ .



**Рисунок 4. Кореляційна залежність між ІСО<sub>2</sub> і рівнем гемоглобіну в досліджуваних групах**

У IV групі обстежених  $ICO_2$  дорівнював  $130,3 \pm 29,6$  мл/хв/м<sup>2</sup>, що на  $11,85 \pm 1,10$  % вище від аналогічного показника у III групі ( $p = 0,0439$ ) (табл. 1).

Виявлені нами зміни з боку  $ICO_2$  у групах обстежених відображені на рис. 3.

Кореляційна залежність  $ICO_2$  від рівня гемоглобіну показана на рис. 4.

За результатами проведеного кореляційного аналізу між показниками  $ICO_2$  і рівнем гемоглобіну нами був виявлений сильний позитивний статистично вірогідний взаємозв'язок між даними показниками ( $r = 0,8881$ ;  $p = 0,000001$ ) (рис. 4).

Зафіксовані у дослідженні низькі рівні  $ICO_2$  при низьких значеннях Ht та Hb можуть бути обумовлені розвитком у породіль периферійного спазму, що відображалося в збільшенні показників ІЗПО.

Слід відзначити, що при рівнях Ht 20,0–22,9 % та Hb 45,1–50,4 г/л (група I) показники  $ICO_2$  були удвічі меншими від загальноприйнятих фізіологічних норм, а в пацієток IV групи цей показник був у межах норми (табл. 1).

Не менш важливим критерієм в оцінці системного обміну кисню є показник тканинної екстракції кисню (КТЕО<sub>2</sub>). Його цінність визначається тим, що він відображає відношення між фактичною доставкою кисню і його утилізацією тканинами.

При дослідженні рівнів КТЕО<sub>2</sub> не було відмічено статистично вірогідної різниці між пацієнтами I і II груп: при Ht 20,0–22,9 %, Hb 45,1–50,4 г/л даний по-

казник дорівнював  $37,4 \pm 2,5$  %, при Ht 23,0–25,9 %, Hb 52,3–60,2 г/л КТЕО<sub>2</sub> фіксувався в межах  $36,1 \pm 1,9$  % ( $p > 0,05$ ) (табл. 1). При подальшому збільшенні рівня гематокриту та гемоглобіну відмічалось лінійне зменшення рівнів КТЕО<sub>2</sub>.

При підвищенні рівня Ht 26,0–28,9 %, Hb 63,4–68,9 г/л (група III) даний показник був у межах  $31,8 \pm 1,7$  %, що було на  $14,97 \pm 0,90$  % менше порівняно з пацієнтами I групи ( $p = 0,0425$ ) і на  $11,91 \pm 0,70$  % менше порівняно з пацієнтами II групи дослідження ( $p = 0,0372$ ) (табл. 1).

У пацієток IV групи дослідження рівень КТЕО<sub>2</sub> рееструвався у межах  $26,1 \pm 1,5$  %. Це на  $17,92 \pm 1,10$  % менше порівняно з аналогічним показником III групи, що також було статистично вірогідно ( $p = 0,0354$ ) (табл. 1).

Розрахунок мінімально допустимої величини гемоглобіну в породіль в умовах крововтрати було проведено на мові програмування R, з використанням інтегрованого середовища розробки RStudio [11].

Для розрахунку мінімально допустимої величини Hb ми використовували лінійну регресію з розрахунком коефіцієнтів методом найменших квадратів (рис. 5).

Нормальність розподілу залишків була перевірена за методом Шапіро – Вілка.

При розрахунку залежності  $z = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4$  методом найменших квадратів були отримані такі коефіцієнти змінних:  $a_0 = 25,4850$ ;  $a_1 = 0,0001$ ;

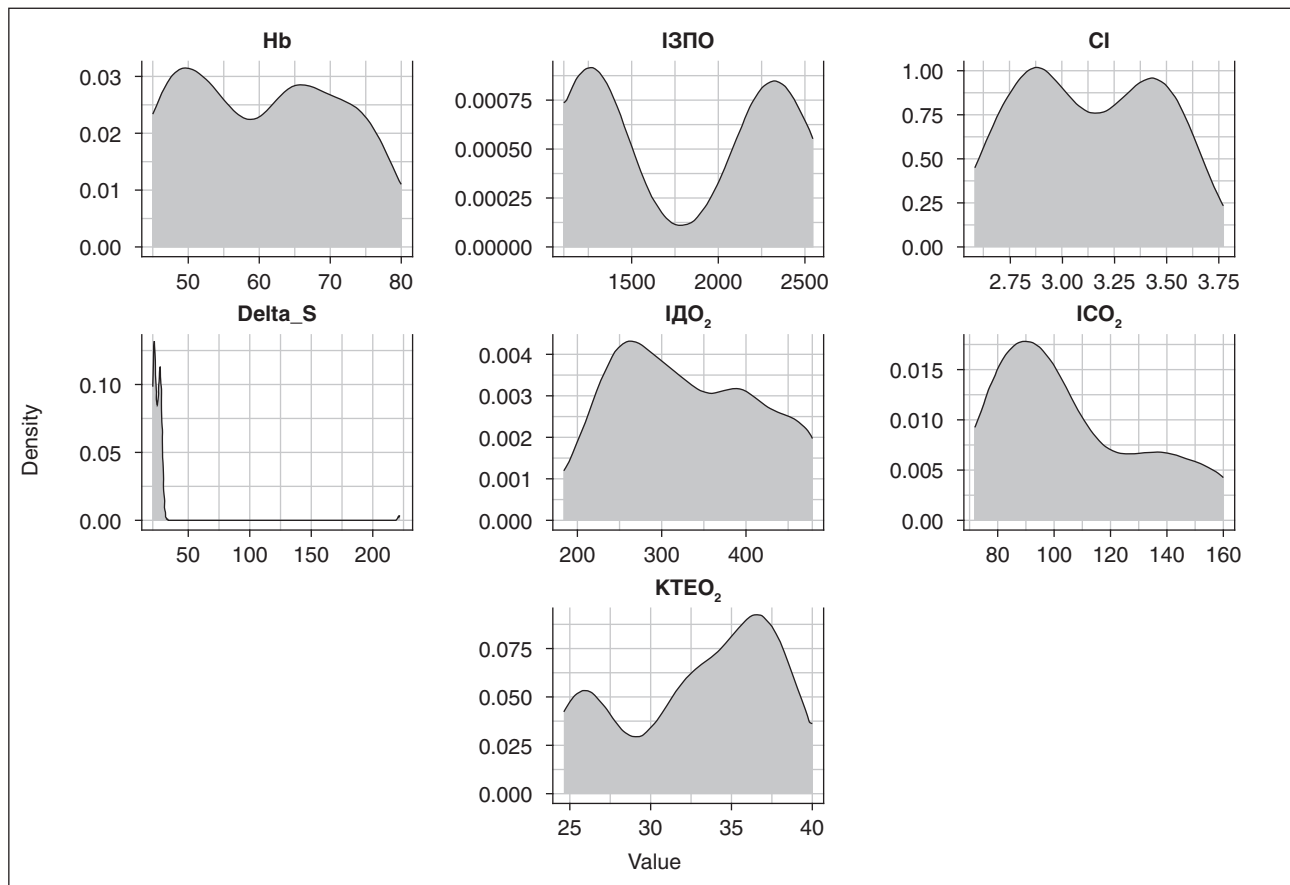


Рисунок 5. Імовірність вірогідності залежної та незалежної змінних

$a_2 = 13,0202$ ;  $a_3 = -0,0222$ ;  $a_4 = 0,0557$ ;  $a_5 = -0,0327$ ;  $a_6 = -0,6172$ . А рівняння набуло такого вигляду:

$$Hb = 25,485 + 1e - 04 \times IЗПО + 13,0202 \times CI - 0,0222 \times \Delta S + 0,0557 \times IДO_2 - 0,0327 \times IСО_2 - 0,6172 \times КТЕО_2$$

При цьому коефіцієнт Adjusted R-squared становив 0,9567. Близькість його до одиниці показала, що дана математична модель вірогідно описує залежність між параметрами.

Надалі для обчислення мінімально допустимих величин Hb ми розв'язали рівняння лінійної регресії з урахуванням коефіцієнтів та мінімальних величин залежних змінних: CI = 3,5; IЗПО = 2200;  $\Delta S = 26$ ; IДO<sub>2</sub> = 560; IСО<sub>2</sub> = 120; КТЕО<sub>2</sub> = 25.

Таким чином, рівняння зі змінними набуло такого вигляду:

$$Hb = 25,485 + 1e - 04 \times 2200 + 13,0202 \times 3,5 - 0,0222 \times 26 + 0,0557 \times 560 - 0,0327 \times 120 - 0,6172 \times 25$$

У результаті були отримані значення Hb 82,5365, які можна вважати мінімально допустимою величиною в породіль в умовах післяпологової крововтрати, при яких функціональний стан серця і кисневий обмін знаходяться на мінімальній межі фізіологічної норми.

## Висновки

1. При Ht 20,0–28,9 %, Hb 45,1–68,9 г/л і однакових показниках FiO<sub>2</sub> = 100 % (групи I, II, III) відхилення показників IДO<sub>2</sub> було у 2–3 рази нижчим щодо нормального стану газотранспортної функції крові, тільки у пацієток з Ht 29,0–30,0 %, Hb 70,1–79,9 г/л (група IV) значення IДO<sub>2</sub> були наближені до фізіологічної норми.

2. При Ht 20,0–22,9 %, Hb 45,1–50,4 г/л (група I) показники IСО<sub>2</sub> були удвічі меншими відносно загальноприйнятих фізіологічних норм, а у пацієток з рівнем Ht 29,0–30,0 %, Hb 70,1–79,9 г/л (група IV) значення цього показника були у межах норми.

3. При рівнях Ht 20,0–25,9 %, Hb 45,1–60,2 г/л (групи I, II) показники КТЕО<sub>2</sub> були у 1,5–2 рази більшими порівняно із загальноприйнятими фізіологічними нормами даного показника, а у пацієток з Ht 29,0–30,0 %, Hb 70,1–79,9 г/л (група IV) цей показник був у межах норми.

4. При розрахунку мінімально допустимої величини гемоглобіну у породіль в умовах крововтрати за допомогою лінійної регресії з розрахунком коефіцієнтів методом найменших квадратів були отримані значення Hb 82,5365 г/л, які можна вважати мінімально допустимою величиною у породіль в умовах після-

пологової крововтрати, при яких функціональний стан серця і кисневий обмін знаходяться на мінімальній межі фізіологічної норми.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність будь-яких конфліктів інтересів і власної фінансової зацікавленості, які можна тлумачити як такі, що впливають на результати та інтерпретацію рукопису.

**Інформація про внесок кожного автора.** Митюрєв Д.С. — збір клінічного матеріалу, підготовка результатів дослідження до аналізу, узагальнення результатів дослідження; Лоскутов О.А. — ідея дослідження, аналіз матеріалів дослідження; Жежер А.А. — визначення дизайну дослідження, формулювання висновків.

## Список літератури

- Vos T., Allen C., Arora M. et al. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: A systematic analysis for the global burden of disease study 201. *Lancet*. 2016. Vol. 388(10053). P. 1545–1602.
- Kayem G., Dupont C., Bouvier-Colle M.H. et al. Invasive therapies for primary postpartum haemorrhage: a population-based study in France. *BJOG*. 2016. Vol. 123(4). P. 598–605.
- Collis R., Guasch E. Managing major obstetric haemorrhage: Pharmacotherapy and transfusion. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol*. 2017. Vol. 31(1). P. 107–124.
- Weeks A. The prevention and treatment of postpartum haemorrhage: what do we know, and where do we go to next? *BJOG*. 2015. Vol. 122(2). P. 202–210.
- Lier H., von Heymann C., Korte W. et al. Peripartum Haemorrhage: Haemostatic Aspects of the New German PPH Guideline. *Transfus Med Hemother*. 2018. Vol. 45(2). P. 127–135.
- Rani P.R., Begum J. Recent Advances in the Management of Major Postpartum Haemorrhage — A Review. *J. Clin. Diagn. Res*. 2017. Vol. 11(2). QE01–QE05.
- Shaylor R., Weiniger C.F., Austin N. et al. National and International Guidelines for Patient Blood Management in Obstetrics: A Qualitative Review. *Anesth. Analg*. 2017. Vol. 124(1). P. 216–232.
- Рябов Г.А. Гипоксия критических состояний. М.: Медицина, 1988. 288 с.
- Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 24 березня 2014 № 205 «Акушерські кровотечі».
- Chambers D., Huang C., Matthews G. *Basic Physiology for Anaesthetists*. Cambridge University Press. Cambridge University Press, 2019. 321 p.
- <https://www.r-project.org/>; <https://www.rstudio.com/>

Отримано/Received 07.12.2021

Рецензовано/Revised 13.12.2021

Прийнято до друку/Accepted 14.12.2021 ■

### Information about authors

Mityurev D., anesthesiologist, KZ Lviv Regional Council "Lviv Regional Perinatal Center", Lviv, Ukraine; e-mail: vip.mityurev@gmail.com; tel.: +38(032)2591959

O. Loskutov, MD, PhD, Professor, Department of anesthesiology and intensive care, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine; e-mail: doclosk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7646-9193>

A. Zezer, PhD, Associate Professor at the Department of anesthesiology and intensive care, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine; e-mail: zezh@mail.ru

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

**Authors' contribution.** Mityurev D.S. — a collection of clinical material, preparation of the study results for the analysis, generalization of the study results; Loskutov O.A. — conception of the study; analysis of the study material; Zezer A.A. — design of the study, draw conclusions.

D.S. Mityuryev<sup>1,2</sup>, O.A. Loskutov<sup>1</sup>, A.A. Zezer<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Shupyk National Healthcare University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Municipal Institution of Lviv Regional Council "Lviv Regional Clinical Perinatal Center", Lviv, Ukraine

<sup>3</sup> ME KRC "Kyiv Regional Clinical Hospital", Kyiv, Ukraine

### The state of systemic oxygen transport depending on the hematocrit and hemoglobin values in an intrapartum hemorrhage

**Abstract. Background.** Massive obstetric hemorrhage (MOH) is the most common cause of maternal mortality worldwide. There are currently a lot of national guidelines for MOH management, but the guidelines provided do not grant reasonable guidance on the minimum acceptable hemoglobin (Hb) level, which ensures the minimum acceptable oxygen delivery (IDO<sub>2</sub>). The work was aimed to assess the state of systemic oxygen transport depending on hematocrit and Hb in terms of blood loss, and to determine the minimum acceptable level of Hb, which provides an adequate relationship between systemic oxygen transport and oxygen needs in the development of MOH. **Materials and methods.** The study included 113 mothers in whom childbirth was complicated by blood loss. The mean age of parturient women was  $32.5 \pm 6.4$  years, mean weight —  $76.5 \pm 12.4$ , mean gestational age —  $39.5 \pm 1.5$  weeks. The dominant causes of MOH were uterine atony (52.14 %), uterine inversion (15.38 %), and amniotic fluid embolism (10.26 %). Less frequently, blood loss was observed due to uterine rupture (5.98 %), placental abruption (5.98 %), placenta previa (5.98 %), and delayed placental abruption (4.27 %). Postpartum blood loss averaged  $1830.5 \pm 622.7$  ml (1200 to 2500 ml). The bleeding in all cases was stopped according to current protocols. **Results.** With

Ht values ranging from 20.0 to 28.9 %, and Hb 45.1–68.9 g/l and the same FiO<sub>2</sub> accounted for 100 %, the deviation of IDO<sub>2</sub> was 2–3 times lower than the normal state of the gas transport blood function and only in patients with Ht 29.0–30.0 % and Hb 70.1–79.9 g/l, IDO<sub>2</sub> values were close to the physiological norm. At Ht levels of 20.0–22.9 %, and Hb 45.1–50.4 g/l, the systemic oxygen consumption index was twice less than the generally accepted physiological norms, and in patients with the level of Ht 29.0–30.0 %, and Hb 70.1–79.9 g/l, the values of this indicator were within normal limits. At Ht levels ranged from 20.0 to 25.9 %, and Hb 45.1–60.2 g/l, tissue oxygen extraction rates were 1.5–2 times higher than generally accepted physiological norms, and in patients with Ht 29.0–30.0 %, and Hb 70.1–79.9 g/l, its values were within normal limits. When calculating the minimum acceptable value of Hb in parturient women in the conditions of blood loss by linear regression with the calculation of coefficients by the method of the least squares, the obtained Hb values of 82.5365 g/l were considered minimally acceptable when functional heart state and oxygen exchange are at the minimum threshold of the physiological norm.

**Keywords:** massive obstetric hemorrhage; systemic oxygen transport; hemoglobin minimal value