

1. Об'єм крововтрати, у випадку наявності даних про початкову концентрацію гемоглобіну (Hb), доцільно розраховувати відповідно до модифікованої формули Мооре (Білоусов А. М., 2015):

$$V_{кр.} = ОЦК_{факт.} \times \frac{(Hb_{поч.} - Hb_{n/o})}{Hb_{поч.}},$$

- де:  $V_{кр.}$  – об'єм крововтрати (л);  
 $ОЦК_{факт.}$  – фактичний об'єм циркулюючої крові (л);  
 $Hb_{поч.}$  – початкова концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта (г/л);  
 $Hb_{n/o}$  – концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта після оперативного втручання, визначена під час, або після зупинки кровотечі та стабілізації гемодинаміки (г/л).

**Приклад розрахунку:**

Чоловік вагою 90 кг; початкова концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта 102 г/л; початковий гематокрит 0,34. Концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта після оперативного втручання, визначена під час, або після зупинки кровотечі та стабілізації гемодинаміки 86 г/л.

Визначаємо вагову частину ОЦК за показником початкового гематокриту. Відповідно до таблиці (див. табл.1) вагова частина гематокриту становить - 15,5.

Розраховуємо фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта за методом Сидори:  $ОЦК_{факт.} = \frac{90}{15,5} \approx 5,8$  л

Розраховуємо об'єм крововтрати відповідно до модифікованої формули Мооре:  $V_{кр.} = 5,8 \times \frac{(102 - 86)}{102} \approx 0,9$  л

**Відповідь.** Розрахунковий об'єм крововтрати пацієнта становить 0,9 л.

2. У випадку, коли інформація про початкову концентрацію Hb у пацієнта відсутня, застосовується класична формула Мооре:

$$V_{кр.} = ОЦК_{належн.} \times \frac{(130 - Hb_{пац.})}{130},$$

- де:  $V_{кр.}$  – об'єм крововтрати (мл);  
 $ОЦК_{належн.}$  – належний об'єм циркулюючої крові пацієнта (л):  
 – жінки – 60 мл/кг;  
 – чоловіки – 70 мл/кг;  
 – опасисті пацієнти та вагітні – 75 мл/кг.  
 $Hb_{пац.}$  – концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта на момент обстеження (г/л).

**Приклад розрахунку:**

Чоловік доставлений по швидкій допомозі у приймальне відділення лікарні із крововтратою. Вага пацієнта 90 кг. При лабораторному дослідженні концентрація гемоглобіну у периферичній венозній крові пацієнта 86 г/л.

Розраховуємо показник належного об'єму циркулюючої крові пацієнта:

$$OЦК_{належн.} = 70 \times 90 \approx 6,3 \text{ л}$$

Розраховуємо об'єм крововтрати пацієнта відповідно класичної формули Мооре:

$$V_{кр.} = 6,3 \times \frac{(130 - 86)}{130} \approx 2,1 \text{ л}$$

**Відповідь.** Розрахунковий об'єм крововтрати пацієнта становить  $\approx 2,1$  л.

3. Слід пам'ятати, що об'єм крововтрати не відповідає показнику дефіциту циркулюючої крові ( $OЦК_{деф.}$ ). Тому, обов'язковим, для визначення об'єму інфузійних розчинів, що застосовуються, є визначення цього показника. Для його обчислення необхідно перш за все розрахувати фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта ( $OЦК_{факт.}$ ), який найбільш зручно розраховувати за методом В. Д. Сидори:

$$OЦК_{факт.} = \frac{M}{M_{Ht}}$$

де:  $OЦК_{факт.}$  – фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта (л);  
 $M$  – вага пацієнта (кг);  
 $M_{Ht}$  – вагова частина гематокриту.

**Примітка.** Дана формула не застосовується для розрахунку показника фактичного  $OЦК$  у пацієнтів з гематологічними захворюваннями, які супроводжуються анемією.

**Приклад розрахунку:**

Вага пацієнта 90 кг; вагова частина  $OЦК$  за показником початкового гематокриту 15,5 (згідно табл. 1).

Розраховуємо фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта за методом Сидори:

$$OЦК_{факт.} = \frac{90}{15,5} \approx 5,8 \text{ л}$$

Таблиця 1

Гематокрит	Вагова частина гематокриту	Гематокрит	Вагова частина гематокриту	Гематокрит	Вагова частина гематокриту
0,15	19,3	0,41	14,0	0,67	10,0
0,16	19,1	0,42	13,9	0,68	10,9
0,17	18,9	0,43	13,8	0,69	10,8
0,18	18,7	0,44	13,8	0,70	10,7
0,19	18,5	0,45	13,8	0,71	10,7
0,20	18,3	0,46	13,7	0,72	10,6
0,21	18,1	0,47	13,7	0,73	10,5
0,22	17,9	0,48	13,6	0,74	10,4

0,23	17,7	0,49	13,5	0,75	10,3
0,24	17,5	0,50	13,4	0,76	10,2
0,25	17,3	0,51	13,3	0,77	10,1
0,26	17,1	0,52	13,3	0,78	9,0
0,27	16,9	0,53	13,2	0,79	8,9
0,28	16,7	0,54	13,1	0,80	8,7
0,29	16,5	0,55	13,0	0,81	8,6
0,30	16,3	0,56	12,7	0,82	8,5
0,31	16,1	0,57	12,4	0,83	8,4
0,32	15,9	0,58	12,1	0,84	8,3
0,33	15,7	0,59	11,8	0,85	8,2
0,34	15,5	0,60	11,5	0,86	8,1
0,35	15,3	0,61	11,2	0,87	7,0
0,36	15,2	0,62	10,9	0,88	7,9
0,37	15,0	0,63	10,7	0,89	7,9
0,38	14,7	0,64	10,5	0,90	7,9
0,39	14,5	0,65	10,3		
0,40	14,3	0,66	10,1		

**Відповідь.** Розрахунковий фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта становить  $\approx 5,8$  л.

4. Показник дефіциту ОЦК ( $ОЦК_{деф.}$ ) розраховується як різниця між належним ОЦК і фактичним ОЦК за формулою:

$$ОЦК_{деф.} = ОЦК_{належн.} - ОЦК_{факт.},$$

- де:  $ОЦК_{деф.}$  – дефіцит об'єму циркулюючої крові пацієнта (л);  
 $ОЦК_{належн.}$  – належний об'єм циркулюючої крові пацієнта (л):  
– жінки – 60 мл/кг;  
– чоловіки – 70 мл/кг;  
– опасисті пацієнти та вагітні – 75 мл/кг.  
 $ОЦК_{факт.}$  – фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта (л).

**Приклад розрахунку:**

Розрахунковий належний об'єм циркулюючої крові пацієнта становить 6,8 л. Розрахунковий фактичний об'єм циркулюючої крові пацієнта становить 5,8 л.

Розраховуємо показник дефіциту об'єму циркулюючої крові пацієнта:

$$ОЦК_{деф.} = 6,8 - 5,8 \approx 1,0 \text{ л}$$

**Відповідь.** Розрахунковий дефіцит об'єму циркулюючої крові пацієнта становить  $\approx 1,0$  л.

5. Перехресний метод розрахунку показника дефіциту ОЦК ( $ОЦК_{деф.}$ ) полягає в розрахунку показника шокового індексу ( $ШИ$ ), який в нормі становить 0,54. Насамперед його слід використовувати у пацієнтів з гематологічними захворюваннями, що супроводжуються анемією:

$$ШИ = \frac{ЧСС}{АТ_{сист.}},$$

- де:  $ЧСС$  – частота серцевих скорочень у пацієнта (уд/хв);  
 $АТ_{сис.}$  – величина систолічного артеріального тиску пацієнта (мм. рт. ст.).

Розрахунок показника  $ОЦК_{деф.}$  за величиною ШІ наведено в таблиці Альговера-Брубера:

ШІ	$ОЦК_{деф.}$	
	абсолютний (л)	% від $ОЦК_{належн.}$
0,8	0,5	10–15%
0,9–1,2	1,0	20–25%
1,3–1,5	1,5	30%
2	2,0	40%

**Примітка.** Показник ШІ не інформативний у пацієнтів із захворюваннями щитовидної залози (тиреотоксикоз), коли тахікардія, є однією з клінічних ознак.

#### Приклад розрахунку:

Чоловік доставлений по швидкій допомозі у приймальне відділення лікарні із крововтратою. Показник ЧСС пацієнта 120 уд./хв.; АТ – 70/40 мм. рт. ст.

Розраховуємо показник шокового індексу:

$$ШІ = \frac{120}{70} \approx 1,2$$

**Відповідь.** Розрахунковий абсолютний об'єм крововтрати пацієнта становить 1,7–1,8 л (35%), що відповідає дефіциту  $ОЦК$  III ступеня за Marino.

6. Для оцінки ступеня показника  $ОЦК_{деф.}$  рекомендується використовувати критерії за P. L. Marino (1998 р.):

% від $ОЦК_{належн.}$	Ступінь показника $ОЦК_{деф.}$
10–15%	I
20–25%	II
30%	III
40%	IV

7. Тяжкість стану пацієнта, що зумовлена гострою крововтратою насамперед залежить від стану компенсаторних механізмів і функціонального резерву зацікавлених систем організму. Умови їх функціонування невід'ємно пов'язані із станом водного балансу. Уміння об'єктивно оцінити, адекватно і швидко скорегувати водний баланс є запорукою патогенетичної ефективності лікування гострої крововтрати. Водний баланс доцільно розраховувати за методом Суміна:

$$\Delta V = V_{належн.} - V_{факт.} (\pm 200\text{мл}),$$

- де:  $\Delta V$  – добовий водний баланс пацієнта (л);  
 $V_{належн.}$  – належний об'єм рідини в організмі пацієнта (л);  
 $V_{факт.}$  – фактичний об'єм рідини в організмі пацієнта (л).

$$V_{належн.} = 40 \times m_t + 500 \times k - 300 \text{ (або 150 для дітей)},$$

$$V_{\text{факт.}} = 14,5 \times m + 500 \times k + (d + \text{фізіологічні втрати}) - 200,$$

- де:  $m$  – маса тіла пацієнта (кг);  
 $k$  – коефіцієнт температури ( $k = \text{температура тіла } (^\circ\text{C}) \text{ пацієнта} - 37^\circ\text{C}$ ):
- до  $37^\circ\text{C}$  –  $k = 0$ ;
  - при  $38^\circ\text{C}$  –  $k = 1$ ;
  - при  $39^\circ\text{C}$  –  $k = 2$ ;
  - при  $40^\circ\text{C}$  –  $k = 3$ .
- $d$  – добовий діурез пацієнта (мл) та фізіологічні втрати (по дренажам, через шлунковий катетер, блювання і т.д.).

### Приклад розрахунку:

Маса тіла пацієнта 85 кг; температура тіла  $38^\circ\text{C}$ ; добовий діурез 2000 мл; добова втрата рідини по дренажам 300 мл; добова втрата через шлунковий зонд 200 мл.

Розраховуємо належний водний баланс пацієнта:		$V_{\text{належн.}} =$	$40 \times 85 + 500 \times 1 - 300$	≈ 3600 мл
Розраховуємо фактичний (необхідний) водний баланс пацієнта:	$V_{\text{факт.}}$	=	$14,5 \times 85 + 500 \times 1 + (2000 + 300 + 200) - 200$	≈ 4032 мл
Розраховуємо показник стану водного балансу в організмі:		$\Delta V =$	$3600 - 4032$	≈ - 432 мл

**Відповідь.** У пацієнта спостерігається від'ємний водний баланс, що свідчить про домінування процесів дегідратації в організмі, який необхідно корегувати.

8. Наступним важливим показником лікування гострої крововтрати є колоїдно-осмотичний тиск крові (КОТ), від якого залежить баланс водних секторів між судинами, тканинами і клітинами.

$$\text{КОТ} = \text{ОсмТ} + \frac{\text{ОнКТ}}{19}$$

- де:  $\text{ОсмТ}$  – осмотичний тиск крові пацієнта (мосмоль/кг);  
 $\text{ОнКТ}$  – онкотичний тиск крові пацієнта (мм.рт.ст.).

Величина показника осмотичного тиску крові пацієнта розраховується за формулою:

$$\text{ОсмТ} = 1,86 \times \text{Na}^+ + \text{мочевина} + \text{глюкоза} + 9,$$

де: 9 – інші речовини.

**Примітка.** Нормальне значення показника  $\text{ОсмТ}$  становить 280–294 мосмоль/кг.

**Приклад розрахунку:**

Маса тіла пацієнта 85 кг; температура тіла 38°C; добовий діурез 2000 мл; добова втрата рідини по дренажам 300 мл; добова втрата через шлунковий зонд 200 мл.; Na<sup>+</sup> плазми 132 ммоль/л; мочеви́на крові 12 ммоль/л; глюкоза крові 6,3 ммоль/л.

Розраховуємо належний водний баланс пацієнта:  $V_{\text{належн.}} = \frac{40 \times 85 + 500 \times 1 - 300}{300} \approx 3600$  мл

Розраховуємо фактичний (необхідний) водний баланс пацієнта:  $V_{\text{факт.}} = \frac{14,5 \times 85 + 500 \times 1 + (2000 + 300 + 200) - 200}{200} \approx 4032$  мл

Розраховуємо показник стану водного балансу в організмі пацієнта:  $\Delta V = \frac{3600 - 4032}{1,86 \times 132 + 12 + 6,3 + 9} \approx -432$  мл

Розраховуємо осмотичний тиск крові пацієнта:  $O_{\text{смТ}} = \frac{1,86 \times 132 + 12 + 6,3 + 9}{6,3 + 9} \approx 273$  мосмоль/кг

**Відповідь.** На основі проведених розрахунків у пацієнта виявлено порушення водно-електролітного балансу – гіпотонічну дегідратацію.

Величина показника онкотичного тиску крові розраховується за формулою:

$$O_{\text{нкТ}} = \text{загальний білок} \times 0,33$$

**Примітка.** Нормальне значення показника  $O_{\text{нкТ}}$  становить 21–25 мм. рт. ст. (1 мосмоль = 19 мм.рт.ст.).

**Приклад розрахунку:**

В результаті крововтрати (або після проведеної незбалансованої інфузійної терапії) загальний білок крові у пацієнта знизився до 55 г/л.

Розраховуємо осмотичний тиск крові пацієнта:  $O_{\text{нкТ}} = \frac{55 \times 0,33}{0,33} \approx 18,1$  мм. рт. ст. (0,97 мосмоль/кг)

**Відповідь.** У пацієнта спостерігається низький рівень онкотичного тиску крові, що створює передумови для переміщення водного сектору із судин в оточуючі тканини. Патогенетично, це збільшує їх набряк і порушує локальний кровообіг.

9. Оцінка рН, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub> стану буферних систем крові є вкрай важливою для корекції проникності клітин, підвищення спорідненості між Нb та O<sub>2</sub>, створення умов для дисоціації НbO<sub>2</sub> відповідно до ефекту Веріго-Бора:

Величина показника буферної ємності крові (BB) розраховується за формулою Astup:

$$BB = Na^+ - Cl^-$$

**Примітка.** Нормальне значення показника BB становить 40–60 ммоль/л.

Величина показника надлишку (дефіциту) луку (BE) розраховується за формулою:

$$BE = BB - 42$$

**Примітка.** Нормальне значення показника BE становить мінус  $3 \pm 2,5$  ммоль/л.

**Приклад розрахунку:**

Після крововтрати (або гемотрансфузії) у пацієнта при лабораторному обстеженні  $\text{Na}^+$  плазми знизився до 133 ммоль/л, а  $\text{Cl}^-$  до 98 ммоль/л.

Розраховуємо величину показника

надлишку (дефіциту) луку у пацієнта:

$$\text{BE} = 133 - 98 - 42 \approx -7 \text{ ммоль/л}$$

**Відповідь.** У пацієнта спостерігається порушення кислотно-лужної рівноваги – метаболічний ацидоз, що потребує адекватної корекції.

10. Формули розрахунку об'ємів кристалоїдних розчинів, що застосовуються для корекції електролітних порушень.

10.1. Необхідний об'єм 10% розчину NaCl (мл) розраховується за формулою:

$$10\% \text{ NaCl (мл)} = (142 - \text{Na}^+_{\text{плазми}}) \times m_T \times 0,12,$$

де:  $\text{Na}^+_{\text{плазми}}$  – вміст іонів  $\text{Na}^+$  в плазмі крові пацієнта (ммоль/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

**Примітка.** Нормальне значення показника  $\text{Na}^+_{\text{плазми}}$  становить 135–145 ммоль/л (середнє значення – 142 ммоль/л).

10.2. Необхідний об'єм 3% розчину KCl (мл) розраховується за формулою:

$$3\% \text{ KCl (мл)} = (4,2 - \text{K}^+_{\text{плазми}}) \times m_T \times 0,4,$$

де:  $\text{K}^+_{\text{плазми}}$  – вміст іонів  $\text{K}^+$  в плазмі крові пацієнта (ммоль/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

**Примітка.** Нормальне значення показника  $\text{K}^+$  плазми становить 3,5–5,5 ммоль/л (середнє значення – 4,2 ммоль/л).

**Приклад розрахунку:**

Маса тіла пацієнта 82 кг;  $\text{Na}^+$  плазми 132 ммоль/л;  $\text{K}^+$  плазми 3,3 ммоль/л.

Розраховуємо об'єм інфузії 10% розчину NaCl для корекції іонів  $\text{Na}^+$  в плазмі пацієнта:

$$10\% \text{ NaCl} = (142 - 132) \times 82 \times 0,12 \approx 100 \text{ мл}$$

Розраховуємо об'єм інфузії 3% розчину KCl для корекції іонів  $\text{K}^+$ :

$$3\% \text{ KCl} = (4,2 - 3,3) \times 82 \times 0,4 \approx 30 \text{ мл}$$

**Відповідь.** На основі проведених розрахунків для корекції електролітного балансу пацієнту необхідно ввести 100 мл 10% розчину NaCl і 30 мл 3% розчину KCl.

11. У випадку гіперкаліємії для зниження вмісту іонів  $\text{K}^+$  в плазмі, з метою запобігання виникненню серцевих розладів, слід використовувати формулу розрахунку кількості глюкози в грамах:

$$Гл (гр) = \frac{K^+_{плазми} - 4,2}{0,25} \times m_T \times 0,2 ,$$

де:  $K^+_{плазми}$  – вміст іонів  $K^+$  в плазмі пацієнта (ммоль/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

**Примітка.** 1 літр 10% р-ну глюкози містить 100 гр. глюкози. Доза інсулінузначається відповідно до співвідношення: 1 ОД інсуліну призначається на 4–5 гр глюкози.

**Приклад розрахунку:**

Після проведеної трансфузії еритроцитів у пацієнта в крові збільшився рівень  $K^+$  до 6,8 ммоль/л. Маса тіла пацієнта становить 78 кг.

Розраховуємо кількість глюкози, яку необхідно ввести пацієнту для зниження вмісту іонів  $K^+$  в плазмі, з метою запобігання виникненню серцевих розладів:

$$Гл (гр) = \frac{6,8 - 4,2}{0,25} \times 78 \times 0,2 \approx 162 \text{ гр (1600 мл 10\% р-ну глюкози)}$$

**Відповідь.** Для зниження іонів  $K^+$  в плазмі, з метою запобігання серцевих розладів у даного пацієнта необхідно ввести 1600 мл 10% р-ну глюкози та 30–40 ОД інсуліну (відповідно до співвідношення 1 ОД - на 4–5 гр глюкози).

12. Розрахунок кількості розчину альбуміну людини 10% (мл) для корекції онкотичного тиску, хронічної гіпоальбумінемії здійснюється за формулою:

$$Альб. 10\% = \frac{40 - Альб.факт.}{100} \times m_T \times 48 ,$$

де:  $Альб.факт.$  – фактичний показник вмісту альбуміну в плазми крові пацієнта (г/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

**Приклад розрахунку:**

Маса тіла пацієнта 80 кг; рівень альбуміну в плазмі 28 г/л.

Розраховуємо необхідний об'єм розчину альбуміну 10% для інфузії:

$$Альб. 10\% = \frac{40 - 28}{100} \times 80 \times 48 \approx 460 \text{ мл}$$

**Відповідь.** Розрахунковий об'єм розчину альбуміну людини 10% становить 460 мл.

12. Розрахунок лужних об'ємів розчинів для корекції, що застосовуються для корекції метаболічного ацидозу, здійснюється відповідно до формул Мелленхардта-Аструпа:

12.1. Розрахунок кількості 5% розчину  $NaHCO_3$  (мл) для корекції метаболічного ацидозу здійснюється за формулою:

$$5\% NaHCO_3 = \frac{BE \times m_T}{2} ,$$



- де:  $BE$  – величина показника дефіциту лугу (ммоль/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

12.2. Розрахунок кількості 8,4% розчину  $\text{NaHCO}_3$  (мл) для корекції метаболічного ацидозу здійснюється за формулою:

$$8,4\% \text{ NaHCO}_3 = \frac{BE \times m_T}{3},$$

- де:  $BE$  – величина показника дефіциту лугу (ммоль/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

12.3. Розрахунок кількості розчину трометамолу (мл) для корекції метаболічного ацидозу здійснюється за формулою:

$$\text{Трометамол} = BE \times m_T,$$

- де:  $BE$  – величина показника дефіциту лугу (ммоль/л);  
 $m_T$  – маса тіла пацієнта (кг).

**Примітка.** З метою запобігання розвитку метаболічного алкалозу рекомендується здійснювати інфузію содових розчинів в обсязі 1/2–1/3 від розрахованого.

Лужні розчини при наявності метаболічного ацидозу у пацієнта не використовують при наступних патологічних станах:

- порушення легеневої вентиляції на тлі підвищеного  $\text{Na}^+$ ;
- серцева недостатність;
- загальні набряки;
- еклампсія;
- кетоацидоз.

**Приклад розрахунку:**

Маса тіла пацієнта 75 кг;  $BE$  7 ммоль/л.

Розраховуємо необхідний об'єм 5% розчину  $\text{NaHCO}_3$  для корекції метаболічного ацидозу:

$$5\% \text{ NaHCO}_3 = \frac{7 \times 75}{2} \approx 260 \text{ мл}$$

Розраховуємо необхідний об'єм 8,4% розчину  $\text{NaHCO}_3$  для корекції метаболічного ацидозу:

$$8,4\% \text{ NaHCO}_3 = \frac{7 \times 75}{3} \approx 175 \text{ мл}$$

Розраховуємо кількість розчину трометамолу для корекції метаболічного ацидозу:

$$\text{Трометамол} = 7 \times 75 \approx 525 \text{ мл}$$

**Відповідь.** Розрахункові об'єми розчинів, що використовуються для корекції метаболічного ацидозу становлять: для 5%  $\text{NaHCO}_3 \approx 260$  мл; для 8,4%  $\text{NaHCO}_3 \approx 175$  мл; трометамолу  $\approx 525$  мл.

13. Для виявлення гемолітичної анемії розраховують коефіцієнт Lorie (KL) за формулою:

- де:  $Hb$  – величина показника концентрації гемоглобіну в крові пацієнта (г/л);  
 $БЛРБ_{непр.}$  – величина показника рівня непрямого білірубину в плазмі крові пацієнта (мкмоль/л).

**Примітка.** Нормальне значення показника  $KL$  становить 8–12. Значення показника  $KL < 8$  свідчить про наявність у пацієнта гемолітичної анемії.

**Приклад розрахунку:**

Концентрація гемоглобіну у венозній крові пацієнта 70 г/л; рівень непрямого білірубину в плазмі крові 13,2 мкмоль/л.

Розраховуємо коефіцієнт Lorie:

$$KL = \frac{70}{13,2} \approx 5,3$$

**Відповідь.** Розрахункове значення коефіцієнта Lorie становить  $\approx 5,3$ , що свідчить про наявність у пацієнта гемолітичної анемії.

14. Ступінь інтоксикації у пацієнта оцінюють за допомогою інтегральних показників: ядерного індексу інтоксикації (ЯІІ), та коефіцієнта нейтрофіли / лімфоцити (відношення клітин неспецифічного і специфічного захисту). Адекватна математична модель дозволяє не тільки узагальнювати дані в одному показнику, а й виявляти найбільш важливі, що вимагають постійної корекції лабораторних показників стану хворого. Одержані показники інтоксикації об'єктивно відображають стан тяжкості конкретного захворювання. За даними інтегральних показників лейкоцитарної формули крові можна судити про наявність гострої або хронічної ендогенної інтоксикації, ефективності проведеного лікування, прогнозувати результат захворювання. За допомогою застосування інтегральних математичних показників лейкоцитарної формули периферичної крові можна розширити можливості отримання інформації про стан імунологічної реактивності організму взагалі.

Формула розрахунку ЯІІ:

$$ЯІІ = \frac{П + М + Ю}{С},$$

- де:  $П$  – вміст паличкоядерних нейтрофілів у крові пацієнта (%);  
 $М$  – вміст моноцитів у крові пацієнта (%);  
 $Ю$  – вміст юних нейтрофілів у крові пацієнта (%);  
 $С$  – вміст сегментоядерних нейтрофілів у крові пацієнта (%);

**Примітка.** Нормальне значення показника ЯІІ становить  $< 0,1$ .

Ступінь тяжкості ЯІІ:

- легкий – 0,1–0,3;
- середній – 0,3–1,0;
- тяжкий –  $> 1,0$ .

**Приклад розрахунку:**

Показники периферичної крові пацієнта: нейтрофіли паличкоядерні – 30; нейтрофіли юні – 0; нейтрофіли сегментоядерні – 45; моноцити – 4.

Розраховуємо показник ядерного індексу інтоксикації:

$$ЯІІ = \frac{30+4+0}{45} \approx 0,75$$

**Відповідь.** Розрахункове значення показника індексу ядерної інтоксикації становить  $\approx 0,75$ , що відповідає середньому ступеню тяжкості.

Коефіцієнт нейтрофіли / лімфоцити (КНЛ). У нормі коефіцієнт дорівнює 2,0.

Збільшення коефіцієнта:

- до 3,0 – легка ступінь інтоксикації;
- 3,0-4,0 – середня ступінь;
- > 4,0 – тяжка ступінь.

**Приклад розрахунку:**

Показники периферичної крові пацієнта: нейтрофіли – 86; лімфоцити – 10.

Розраховуємо КНЛ:  $\text{КНЛ} = \frac{86}{10} = 8,6$

**Відповідь.** Розрахункове значення КНЛ становить 8,6, що відповідає тяжкому ступеню інтоксикації.

15. У випадку запланованої великої крововтрати слід превентивно провести фармакологічну гемодилуцію (рекомендації ВООЗ, 1968). Розрахунок об'єму розчинів для гемодилуції проводиться відповідно до формули:

$$\text{ЗОРГ} = \frac{\text{Hb} - 100}{\text{Hb}} \times \text{ОЦК}_{\text{належн.}},$$

- де:  $\text{ЗОРГ}$  – загальний об'єм розчинів для гемодилуції (л);  
 $\text{Hb}$  – величина показника концентрації гемоглобіну в крові пацієнта (г/л);  
 $\text{ОЦК}_{\text{належн.}}$  – належний ОЦК пацієнта (л);

Розрахунок об'єму розчину альбуміну людини 10% (мл) для проведення гемодилуції:

$$\text{Альб. 10\%} = \text{ЗОРГ} \times 0,4.$$

Розрахунок об'єму розчину Рінгера (мл) для проведення гемодилуції:

$$\text{Р-н Рінгера} = \text{ЗОРГ} \times 0,6.$$

**Приклад розрахунку:**

Пацієнту з масою тіла 70 кг та початковим рівнем гемоглобіну 130 г/л планується планове оперативне втручання з прогнозованою великою крововтратою. Необхідно розрахувати об'єм розчинів для проведення планованої гемодилуції з метою запобігання розвитку циркуляторної гіпоксії.

Розраховуємо загальний об'єм розчинів для гемодилуції:  $\text{ЗОРГ} = \frac{70 \times 70 \times (130 - 100)}{130} \approx 1,13 \text{ л}$

Розраховуємо необхідний об'єм розчину альбуміну людини:  $\text{Альб. 10\%} = 1,13 \times 0,4 \approx 520 \text{ мл}$

Розраховуємо необхідний об'єм розчину Рінгера:  $\text{р-н Рінгера} = 1,13 \times 0,6 \approx 780 \text{ мл}$

**Відповідь.** Розрахункові об'єми розчинів, що використовуються для гемодилуції з метою запобігання розвитку циркуляторної гіпоксії становлять: альбуміну людини 10%  $\approx 520$  мл; розчину Рінгера  $\approx 780$  мл.

**Примітка.** Розрахований ЗОРГ слід вводити під контролем показника хвилинного об'єму крові (ХОК), або стежити за динамікою зміни центрального венозного тиску (ЦВТ). У випадку, коли на фоні зниження концентрації Нб спостерігається зниження ХОК, або стрімке збільшення ЦВТ слід припинити введення розрахованого ЗОРГ.

Розрахунок ХОК проводять відповідно до формули:

$$\text{ХОК} = \text{УО} \times \text{ЧСС},$$

де: УО – ударний об'єм крові;  
ЧСС – частота серцевих скорочень (уд/хв).

**Примітка.** Нормальне значення показника ХОК становить 4–6 л/хв.

**Приклад розрахунку:**

Показник ударного об'єму у пацієнта становить 60 мл, частота серцевих скорочень 76 уд/хв..

Розраховуємо показник хвилинного об'єму крові у пацієнта:  $\text{ХОК} = 60 \times 76 \approx 4,5 \text{ л/хв}$

**Відповідь.** Розрахункове значення хвилинного об'єму крові у пацієнта становить 4,5 л/хв

Розрахунок УО проводять відповідно до формули:

$$\text{УО} = 111,3 - (0,58 \times P_T - 0,29 \times AT_{\text{діаст.}}) - 9,4 \times \frac{L}{m},$$

де:  $P_T$  – пульсовий тиск;  
 $AT_{\text{діаст.}}$  – діастолічний артеріальний тиск (мм. рт. ст.);  
 $L$  – зріст пацієнта (см);  
 $m$  – маса тіла пацієнта (кг).

**Примітка.** Нормальне значення показника УО становить 55–90 мл.

**Приклад розрахунку:**

Пацієнт з масою тіла 70 кг та зростом 178 см. АТ 110/90 мм. рт. ст.

Розраховуємо ударний об'єм:  $\text{УО} = 111,3 - (0,58 \times 20 - 0,29 \times 90) - 9,4 \times \frac{178}{70} \approx 102 \text{ мл}$

16. У випадку, коли під час кровотечі проводилась інфузійна терапія, особливо під час операції, на тлі контролю діурезу справжній об'єм крововтрати ( $V_{\text{кр. справжн.}}$ ) необхідно розраховувати по методу А. М. Білоусова:

$$V_{\text{кр. справжн.}} = \text{ОЦК}_{\text{н/о.}} \times \frac{(\text{Нб}_{\text{н/інф. належн.}} - \text{Нб}_{\text{н/о}})}{\text{Нб}_{\text{н/о}}},$$

де:  $V_{\text{кр. справжн.}}$  – справжній об'єм крововтрати (л);  
 $\text{ОЦК}_{\text{н/о.}}$  – об'єм циркулюючої крові після оперативного

- $Hb_{n/inf. належн.}$  – втручання, розрахований за методом Сидори В.Д. (л);  
 – належна концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта після інфузії (г/л);
- $Hb_{n/o}$  – концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта після оперативного втручання, визначена під час, або після зупинки кровотечі та стабілізації гемодинаміки (г/л).

$$Hb_{n/inf. належн.} = Hb_{поч.} - (0,5K \times Hb_{поч.}),$$

- де:  $K$  – коефіцієнт об'ємного балансу;  
 $Hb_{n/inf. належн.}$  – належна концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта після інфузії (г/л);  
 $Hb_{поч.}$  – початкова концентрація Hb у периферичній венозній крові пацієнта (г/л);

$$K = \frac{V_{inf.} - (\text{діурез.} + \text{фізіологічні втрати рідинного сектору})}{OЦК_{факт.}},$$

- де:  $V_{inf.}$  – об'єм виконаної інфузії (л);  
 $K$  – коефіцієнт об'ємного балансу;  
 $OЦК_{факт.}$  – фактичний об'єм циркулюючої крові, розрахований за шоківим індексом (л);  
 $OЦК_{n/o}$  – об'єм циркулюючої крові після оперативного втручання, розрахований за методом Сидори В.Д. (л);

#### Приклад розрахунку:

Пацієнт з масою тіла 70 кг.

Дані до оперативного втручання: АТ = 100/60 мм рт. ст.; ЧСС = 80 уд/хв., концентрація гемоглобіну = 105 г/л.

Дані після оперативного втручання: об'єм інфузії = 2 л, фіксований діурез = 150 мл, АТ = 90/70 мм. рт. ст., ЧСС = 84 уд/хв., концентрація гемоглобіну = 68 г/л, гематокрит = 0,23.

Лікар повинен дати відповідь на два головних питання: який об'єм крововтрати був під час операції і, чи показана гемотрансфузія?

Розраховуємо необхідні допоміжні дані:

Вагова частина гематокриту після оперативного втручання (відповідно до таблиці) – 17,7.

Об'єм циркулюючої крові після оперативного втручання, розрахований за методом Сидори В.Д. – 3,95 л.

Фактичний об'єм циркулюючої крові, розрахований за шоківим індексом =  $OЦК_{належн.}$  ( $70 \times 70 = 4,9$  л) – дефіцит  $OЦК$  відповідно до ІІІ.

Показник шоківого індексу до оперативного втручання становив 0,8, що відповідає дефіциту  $OЦК$  в 0,5 л.

Звідси, фактичний  $OЦК = 4,9$  л – 0,5 л = 4,4 л.

Якщо у даному випадку використати модифіковану формулу Мооге, то об'єм крововтрати = 1,55 л. Але цей розрахунок не є об'єктивним тому, що він не враховує обсяги інфузії і діурезу під час операції.

Тому, для об'єктивної оцінки істинної крововтрати необхідно використовувати метод А.М. Білоусова, що враховує об'єми інфузії і діурезу.

Розраховуємо коефіцієнт об'ємного балансу:

$$K = \frac{(2 - 0,15)}{4,4} \approx 0,42$$

Розраховуємо належну концентрацію гемоглобіну у периферичній венозній крові пацієнта після інфузії:

$$Hb_{n/inf.} = 105 - (0,5 \times 0,42 \times 105) \approx 83 \text{ г/л}$$

Розраховуємо справжній об'єм крововтрати:

$$V_{кр. \text{ справжн.}} = 3,95 \times \frac{(83 - 68)}{68} \approx 0,87 \text{ л}$$

**Відповідь.** Отже, за рахунок гемодилуції концентрація гемоглобіну в крові пацієнта зменшилась на 22 г/л, а в результаті крововтрати – лише на 15 г/л.

Відповідно до об'єктивних розрахунків справжній об'єм крововтрати **становить 870 мл** або **15% від ОЦК**, що відповідає крововтраті I ступеня за Marino. Незважаючи на концентрацію гемоглобіну, яка після оперативного втручання становила 68 г/л, **показань до застосування еритроцитовмісних компонентів кров немає**. Більш того, в разі нехтування даним фактом і необгрунтованого введення еритроцитовмісних компонентів крові, виникає пряма загроза розвитку післятрансфузійного ускладнення – волемічного перевантаження.