

Лекція № 11

ФІЗІОЛОГІЯ СИСТЕМИ КРОВІ

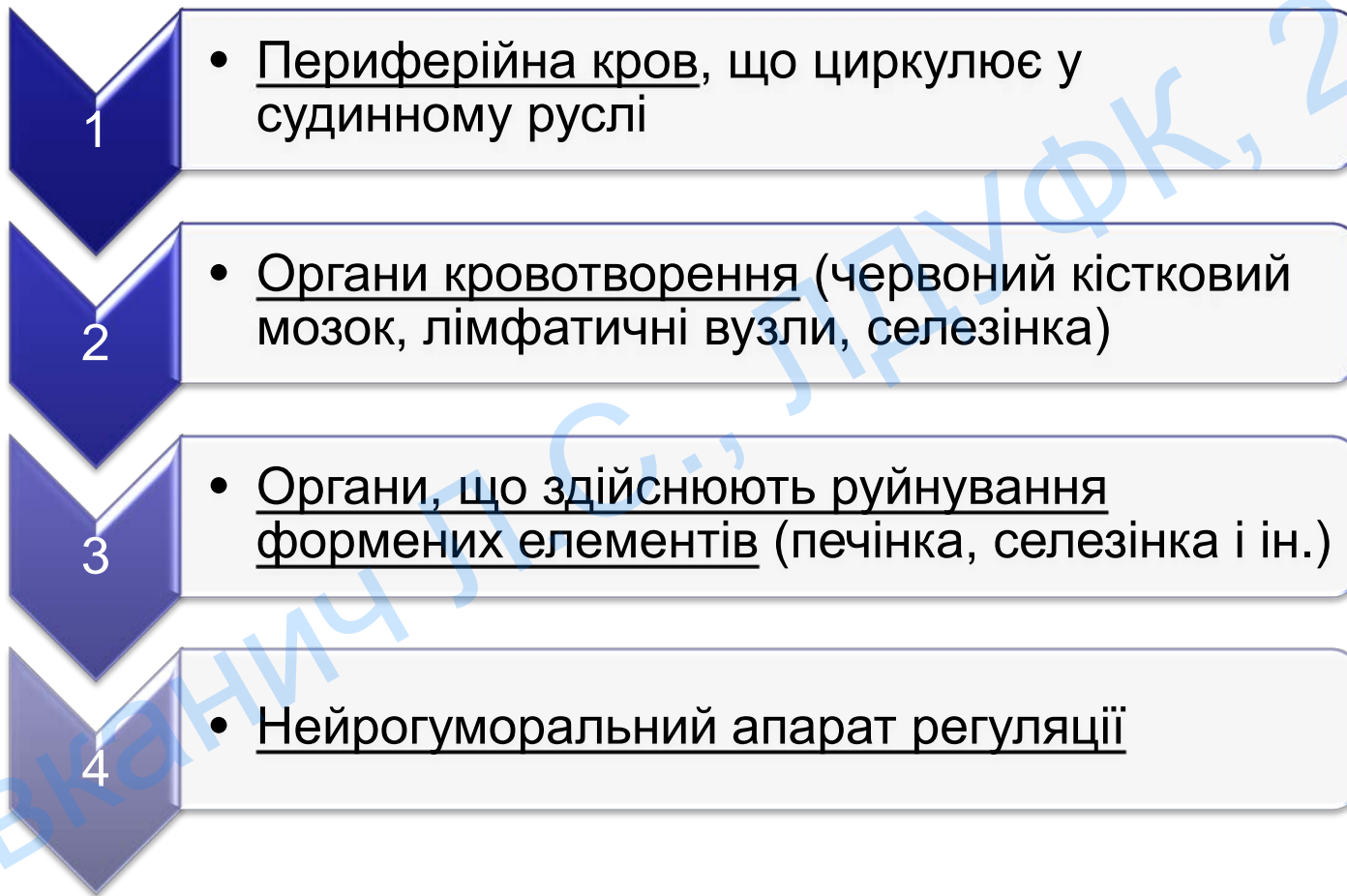
1. Склад та основні функції крові.
2. Фізико-хімічні властивості крові.
3. Фізіологія формених елементів крові.
4. Механізм згортання крові.
5. Групи крові. Переливання крові.
6. Зміни в крові при м'язовій роботі. Регуляція системи крові.

The background of the slide is a microscopic image of a blood smear. It shows numerous red blood cells (erythrocytes) which are small, round, and pinkish-red. There are also several white blood cells (leukocytes) visible, characterized by their larger size and distinct, dark purple nuclei. One white blood cell in the lower center has a multi-lobed nucleus, typical of a neutrophil. Another one in the lower right has a more rounded nucleus. The overall appearance is that of a standard peripheral blood smear.

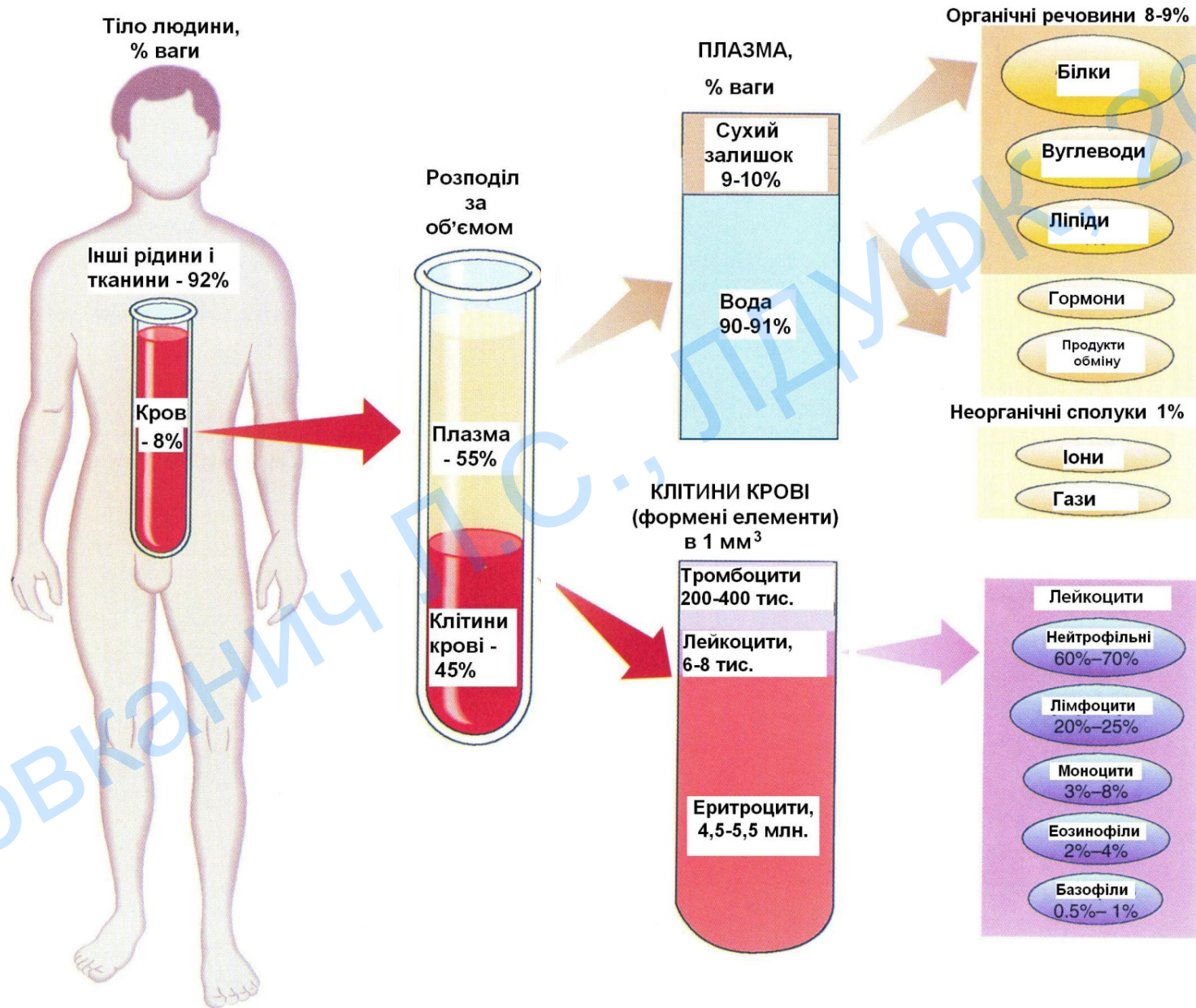
СКЛАД ТА ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ КРОВІ

Вовканич Л.С., ДУФК, 2020

СИСТЕМА КРОВІ (ЗА Г.Ф.ЛАНЧОМ)



СКЛАД КРОВІ



СКЛАД ПЛАЗМИ КРОВІ

Білки крові

Альбуміни (4,5%)

- створення онкотичного тиску (30 мм. рт. ст.);
- транспорт ряду речовин (альбуміни)

Глобуліни (2,8-3,1%)

- підтримання кислотно-лужної рівноваги;
- забезпечують певну в'язкість крові;

Фібриноген (0,4%)

- формування емульгуючих властивостей;
- забезпечення зсідання крові (фібриноген);
- формування імунітету (гама-глобуліни).

Органічні речовини

Азотисті (АК, сечова кислота, сечовина (20 мг%), креатин (2-3 мг%), аміак).

- поживні речовини
- продукти обміну

Безазотисті (глюкоза (80-120 мг%, 4-6мМ), молочна кислота (9-12 мг%, 0,3-0,7 мМ))

- підтримання кислотно-лужної рівноваги

Неорганічні речовини

Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ,
 PO_4^- , HCO_3^-

- створення осмотичного тиску,
- підтримання кислотно-лужної рівноваги

ФУНКЦІЇ КРОВІ

1. Транспортна

- **дихальна** функція - кисень та вуглекислий газ
- **трофічна** функція (функція **живлення**) - поживні речовини (глюкоза, амінокислоти, поліпептиди, жири, вітаміни і ін.
- **видільна** (екскреторна) функція - кінцеві продукти обміну речовин (аміак, сечовина, сечова кислота).
- **регуляторна** функція - гормони та інші БАР.
- **терморегулююча** функція - тепло.

2. Гомеостатична

- підтримання водно-сольового балансу кислотно-лужної рівноваги, концентрації речовин тощо.).

3. Захисна

- знешкодження збудників захворювань та чужорідних білків, тобто рідинний і клітинний **імунітет** та захист від витікання крові – зсідання крові)

The background of the slide is a grayscale microscopic image of numerous red blood cells. The cells are roughly spherical and densely packed, with some showing a central pallor. A dark blue horizontal band is superimposed over the center of the image, containing the title text in white.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ

Вовканич Л.С., ІДУФК, 2020

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРОВІ

Густина (питома вага)

- крові – 1,060-1,064 г/мл
- плазми – 1,025-1,030 г/мл
- клітин – 1,085-1,090 г/мл

Суспензивні властивості (ШОЕ)

- чол. – 4-6 мм/год
- жін. – 6-10 мм/год.

В'язкість

- плазми – 1,7-2,2 ум. од.
- крові – 5,0 ум. од.

Кислотно-лужна реакція (pH)

- артеріальна кров – pH 7,40
- венозна кров – pH 7,35

Осмотичний і онкотичний тиск

- Осмотичний тиск – 7,3 атм. (5600 мм. рт. ст.)
- Онкотичний тиск – 0,5 атм. (30 мм. рт. ст.)

КИСЛОТНО-ЛУЖНА РЕАКЦІЯ КРОВІ

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

➤ артеріальна кров – **pH 7,40**

➤ венозна кров – **pH 7,35** (CO_2 , кислі продукти обміну)

Коливання pH крові:

➤ алкалоз (залужнення) – 7,8-7,9

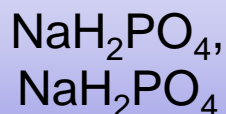
➤ ацидоз (закислення) – 6,9-7,0 (напр. фізичні навантаження)

Буферні системи

Карбонатна



Фосфатна



Білки крові

Гемоглобінова

(75% загальної
ємності)

кислі резерви – протидіють алкалозу (залужненню)

лужні резерви – протидіють ацидозу (закисленню)

ОСМОТИЧНИЙ І ОНКОТИЧНИЙ ТИСК КРОВІ

Осмотичний тиск (неорганічні речовини + білки) – 7,3 атм. (5600 мм. рт. ст.)

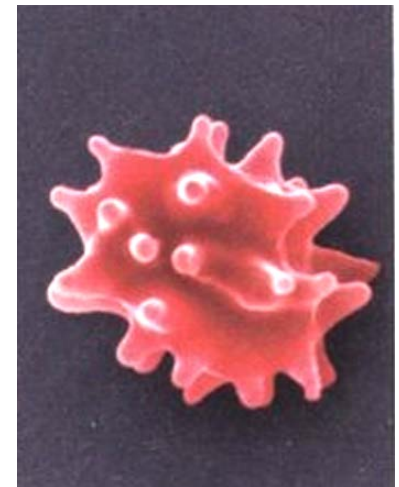
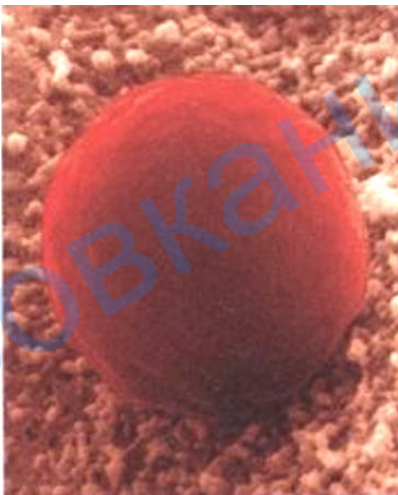
Онкотичний тиск (білки плазми крові) – 0,5 атм. (30 мм. рт. ст.)

Розчини
(за осмотичним тиском)

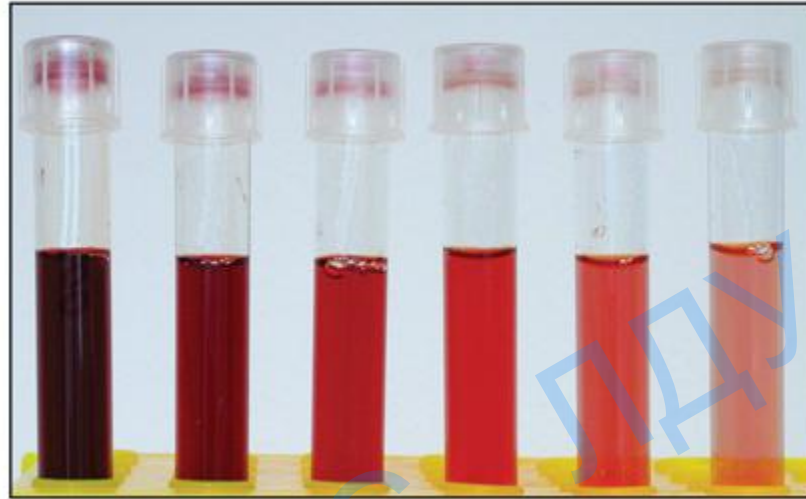
Гіпотонічні
(менший, ніж у плазмі)
< 0,9% NaCl

Ізотонічні
(як у плазмі крові)
= 0,9% NaCl

Гіпертонічні
(більший, ніж у плазмі)
> 0,9% NaCl



РІЗНОВИДИ ГЕМОЛІЗУ



Гемоліз

осмотичний

механічний

фізіологічний

хімічний

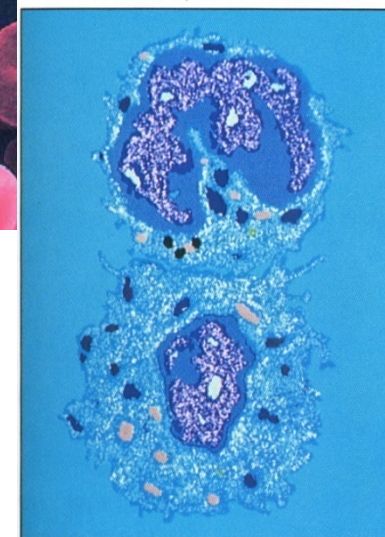
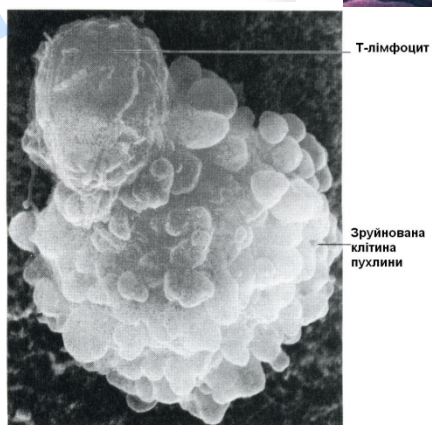
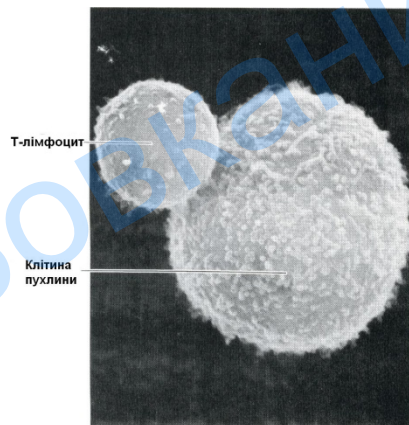
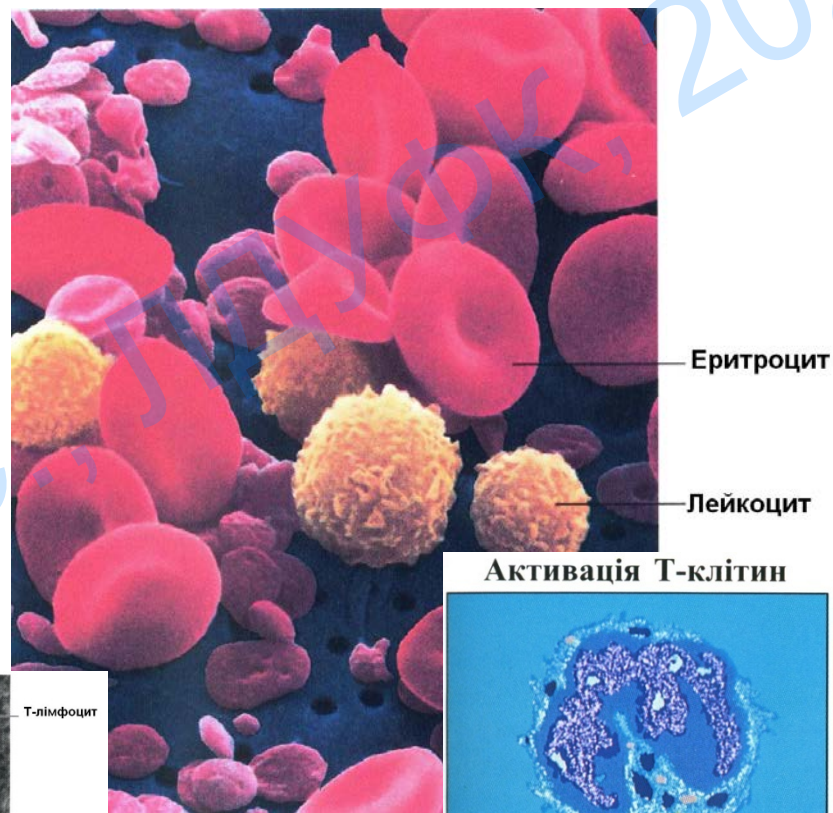
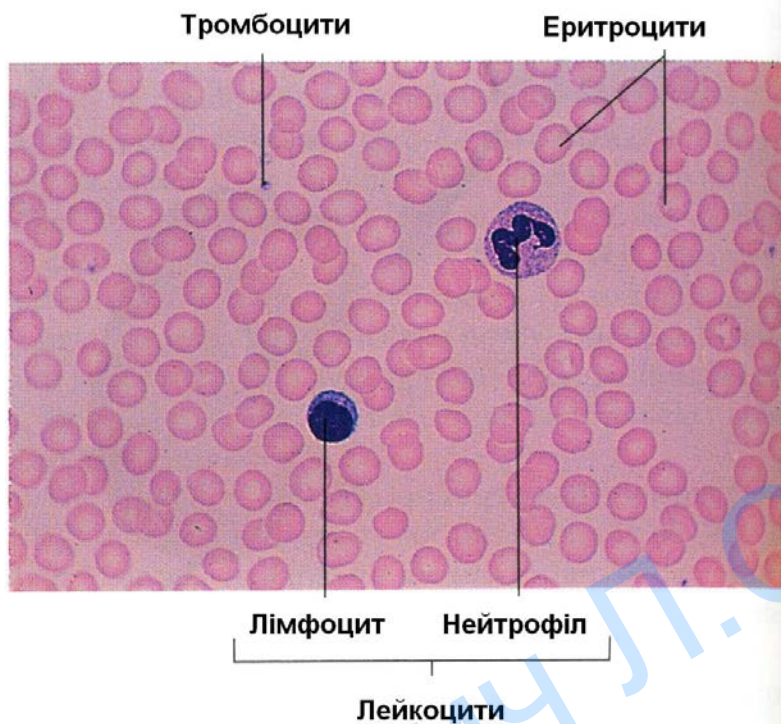
термічний



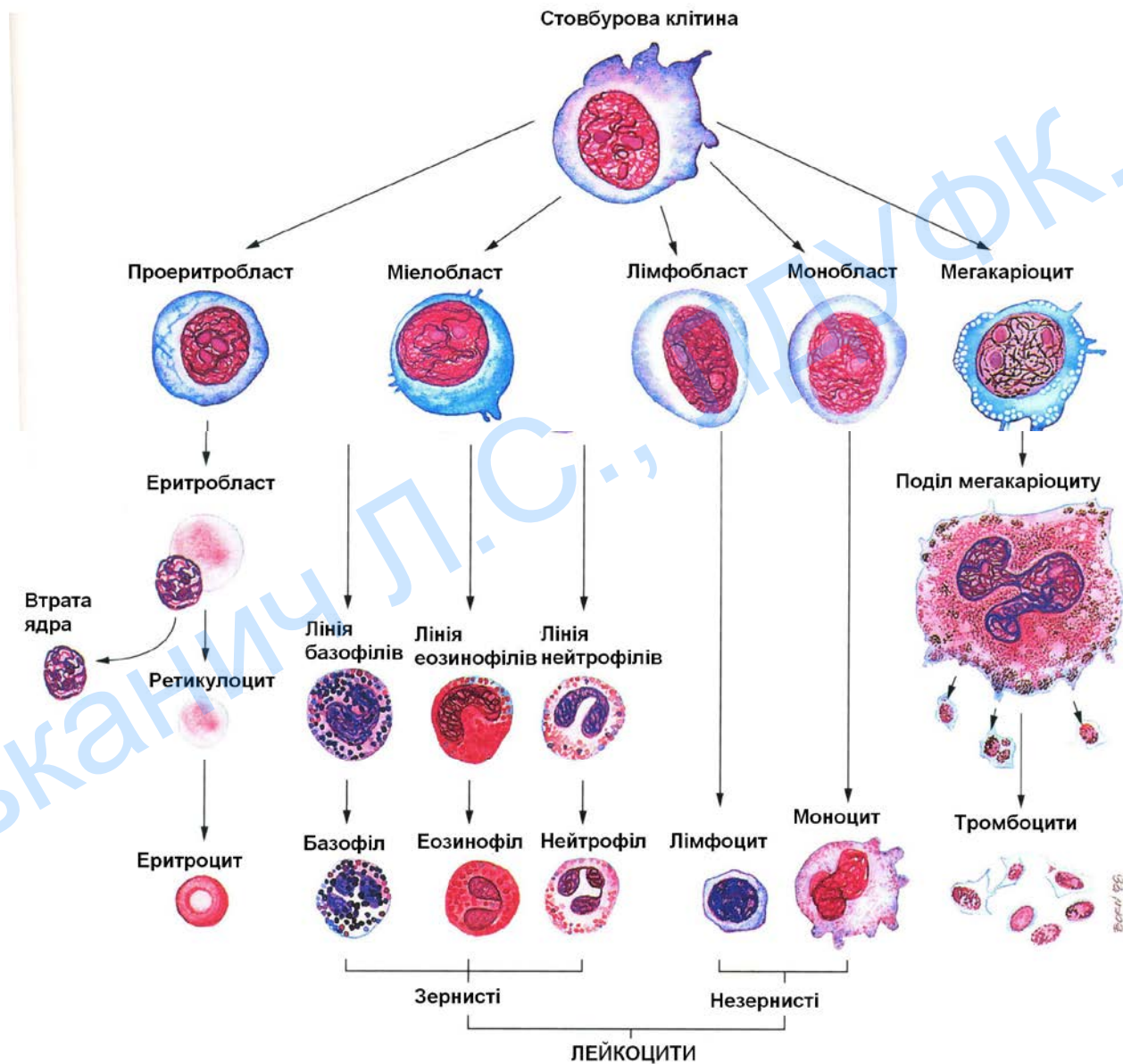
ФІЗІОЛОГІЯ ФОРМЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ

Вовканич Л.С., ЛДУФК, 2020

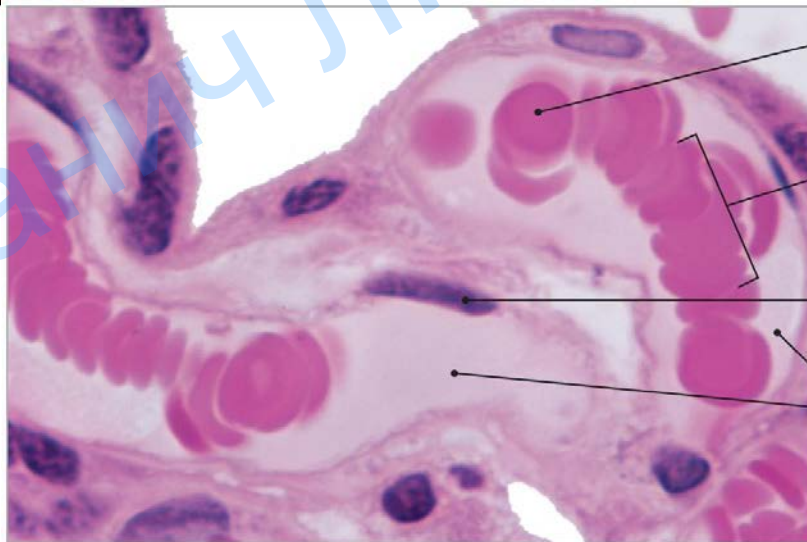
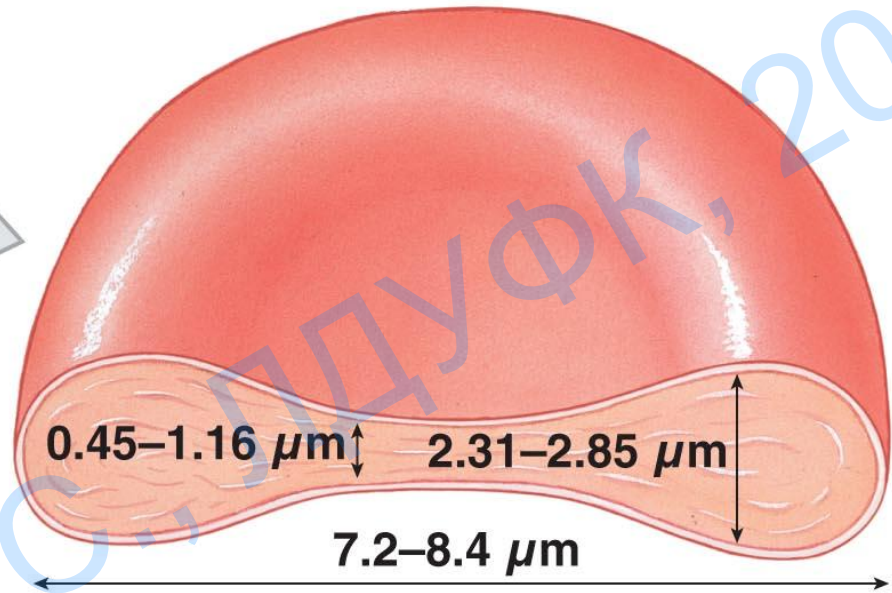
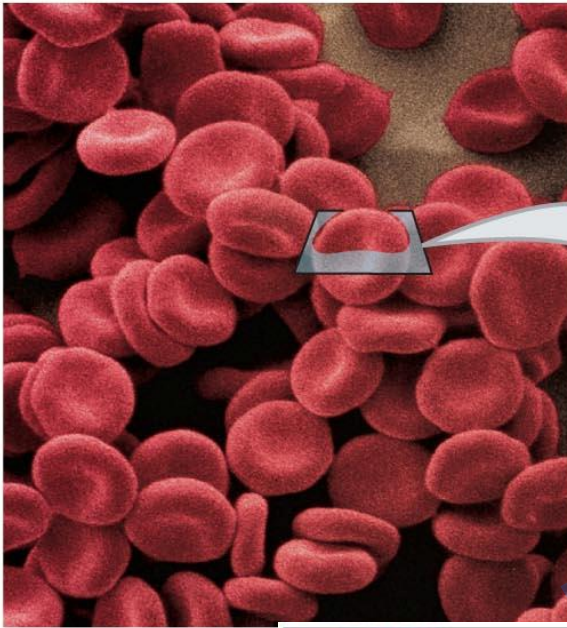
ФІЗІОЛОГІЯ ФОРМЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ



ФІЗІОЛОГІЯ ФОРМЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОВІ



ЕРИТРОЦИТИ



Еритроцит

Стовпчик
еритроцитів

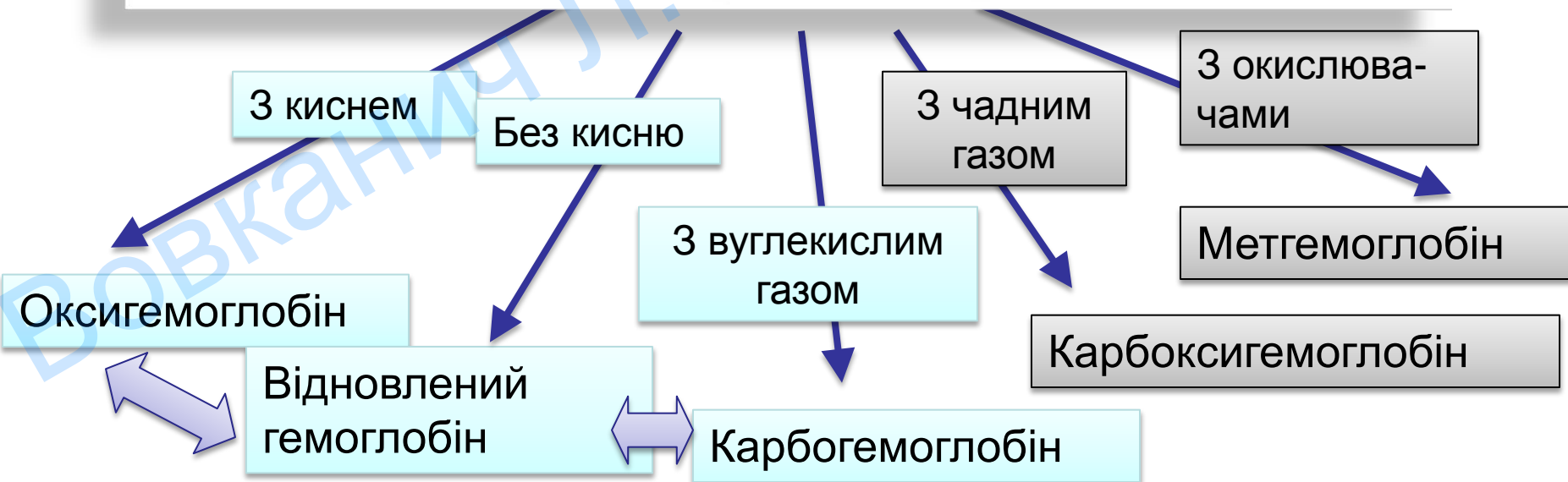
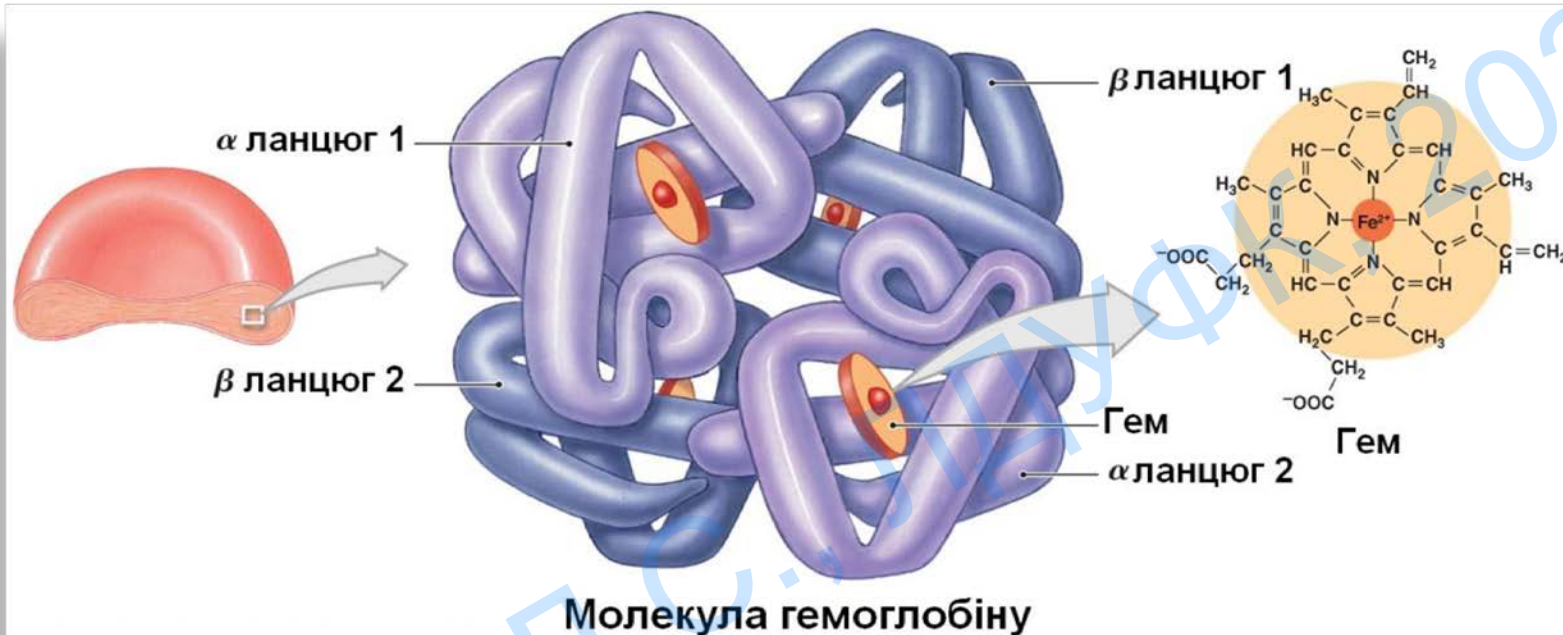
Ядра клітин
ендотелію

Кров'яні
пластинки

ЕРИТРОЦИТИ

Форма	Двоввігнутий диск
Діаметр	7-8 мкм
Вміст	Без'ядерні, заповнені гемоглобіном
Кількість	4,5 (жін.) – 5,5 (чол.) млн. у мм ³
Зміни кількості	Еритропенія (анемія) ↔ Еритроцитоз
Час циркулювання	до 120 днів
Методики дослідження	Підрахунок у камері Горяєва Автоматичні лічильники Визначення кольорового показника Визначення Hb (140-158 г/л, 14%, 7-8,1 мМ, 70-82 од. Салі) Визначення ШОЕ (4-10 мм/год) Визначення осмотичної резистентності
Функції	Транспорт газів – O ₂ і CO ₂

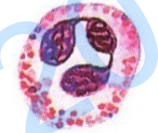
ГЕМОГЛОБІН



ЛЕЙКОЦИТИ

Форма	Округла, часто аморфна з виростами (діапедез)
Діаметр	5-30 мкм
Вміст	Мають ядро, зернисті – гранули, здатні до амебоїдного руху
Кількість	6-8 тис. у мм ³
Зміни кількості	Лейкопенія (5 тис.) ↔ Лейкоцитоз (10 тис.)
Час циркулювання	від 2-4 до 10-15 днів
Методики дослідження	Підрахунок у камері Горяєва Визначення лейкоцитарної формули Функціональні проби
Функції	Імунний захист організму, знешкодження токсинів

Нейтрофіл



Еозинофіл



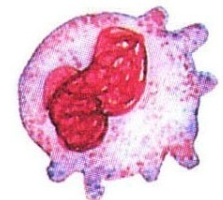
Базофіл



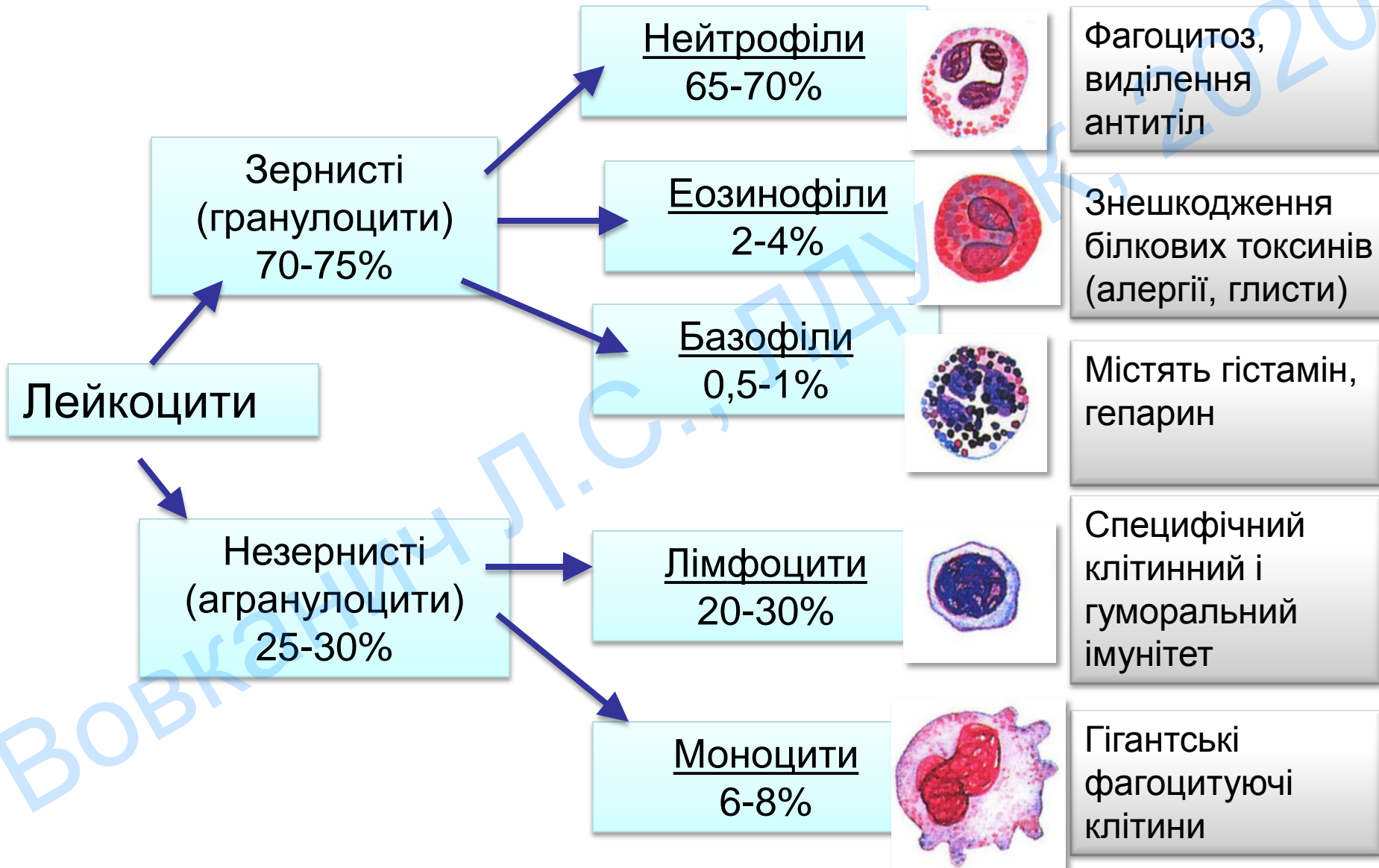
Лімфоцит



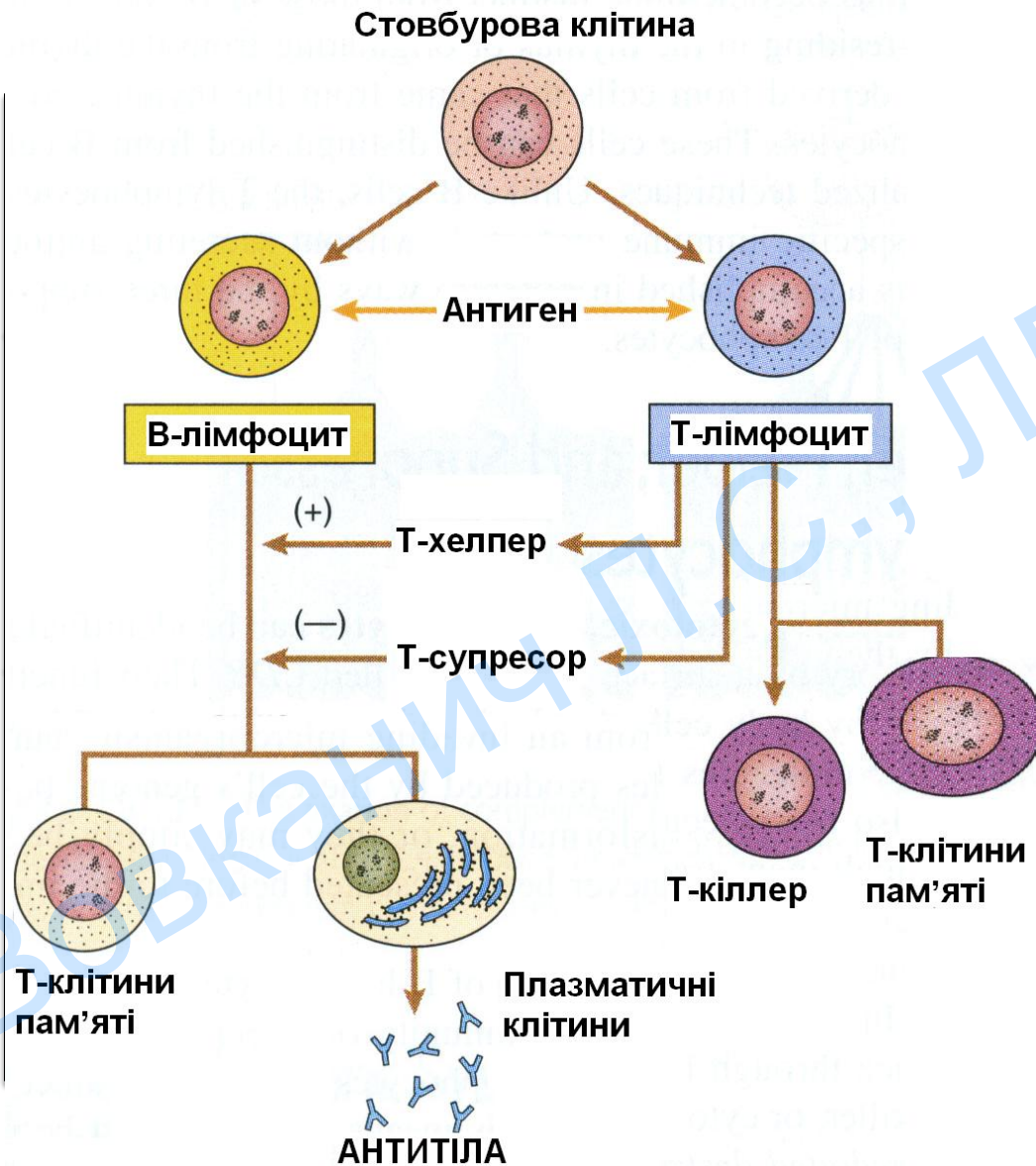
Моноцит



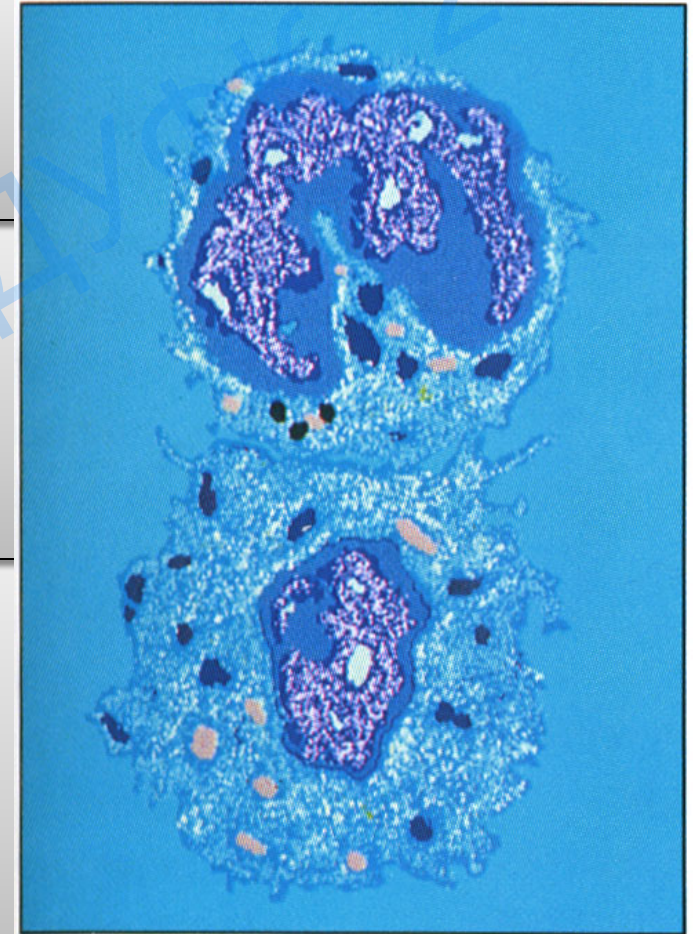
ЛЕЙКОЦИТАРНА ФОРМУЛА



ІМУНІТЕТ



Активация Т-клітин



ТРОМБОЦИТИ

Форма	Овальна або кругла
Діаметр	2-5 мкм
Вміст	Без'ядерні, містять гранули з серотоніном, тромбопластином
Кількість	200-400 тис. у мм ³
Зміни кількості	Тромбопенія ↔ Тромбоцитоз
Час циркулювання	5-11 днів
Методики дослідження	Підрахунок у камері Горяєва Функції – визначення часу кровотечі
Функції	Гемостаз – адгезія до пошкоджених ділянок стінки судин, активація згортання крові

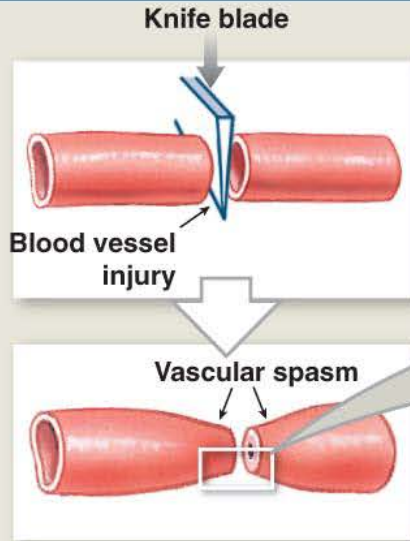


MEХАНІЗМ ЗГОРТАННЯ КРОВІ

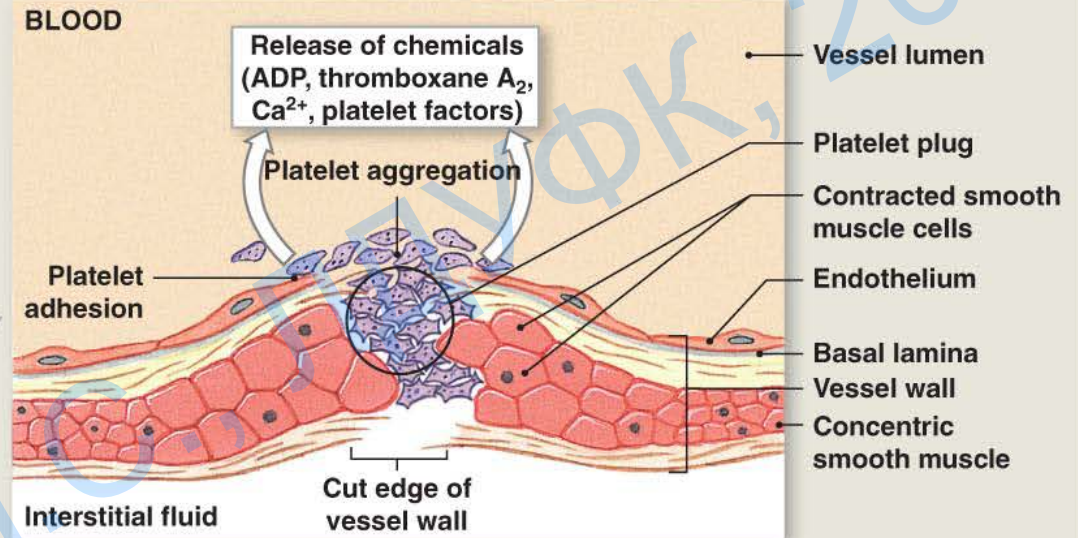


ЗУПИНКА КРОВОТЕЧІ

VASCULAR PHASE

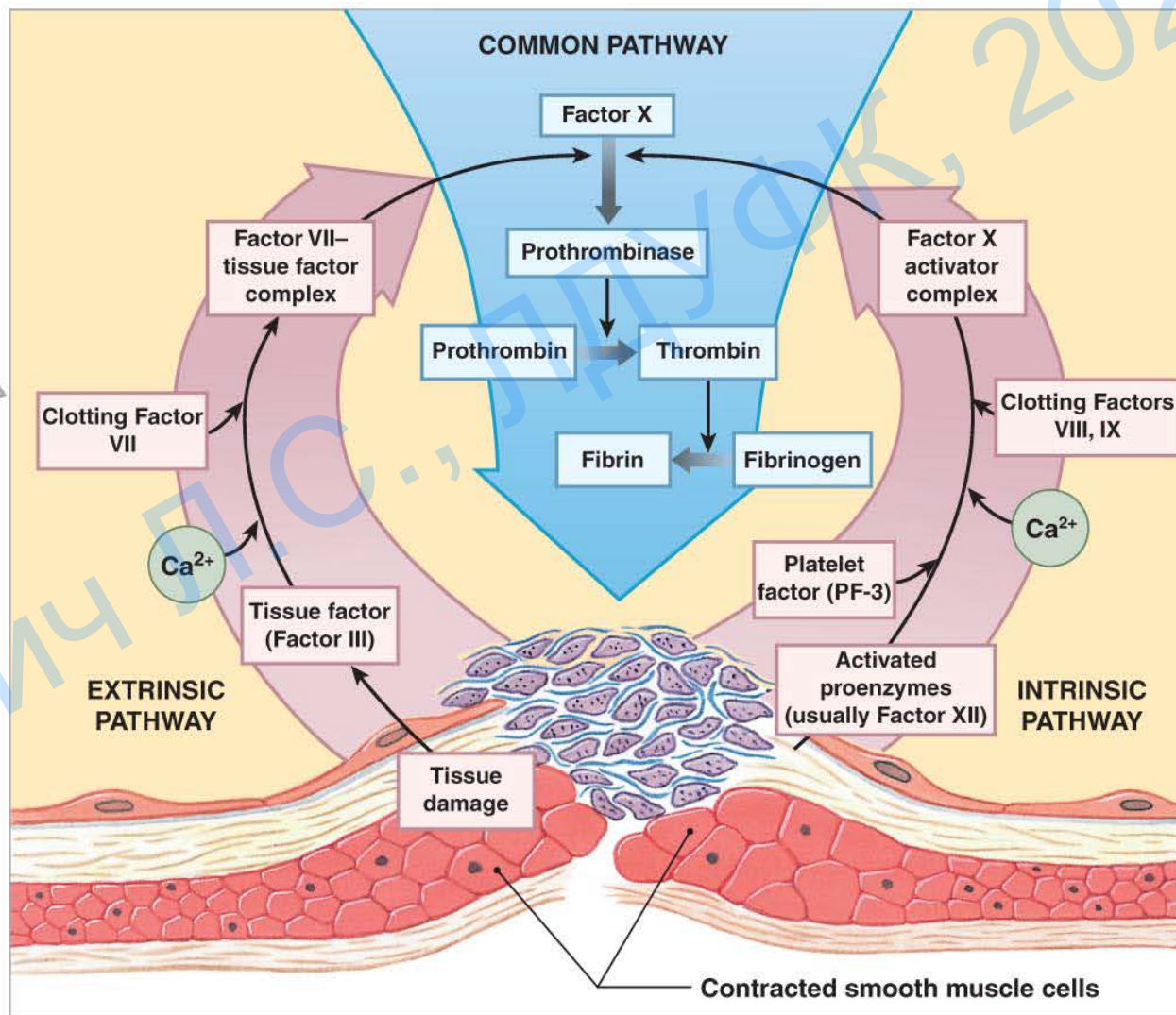
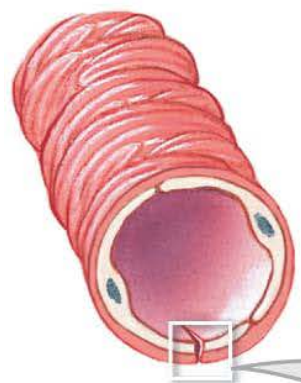


PLATELET PHASE



Вовканич Л

ЗУПИНКА КРОВОТЕЧІ



(a) The coagulation phase

МЕХАНІЗМ ЗГОРТАННЯ КРОВІ

Пошкодження судинної стінки

Первинний (судинно-тромбоцитарний) гемостаз

Адгезія (злипання) тромбоцитів

Виділення серотоніну, тромбоцятину

Звуження судин

Вторинний (коагуляційний) гемостаз

Тромбопластин

Ca

Протромбін

Тромбін

Фібриноген

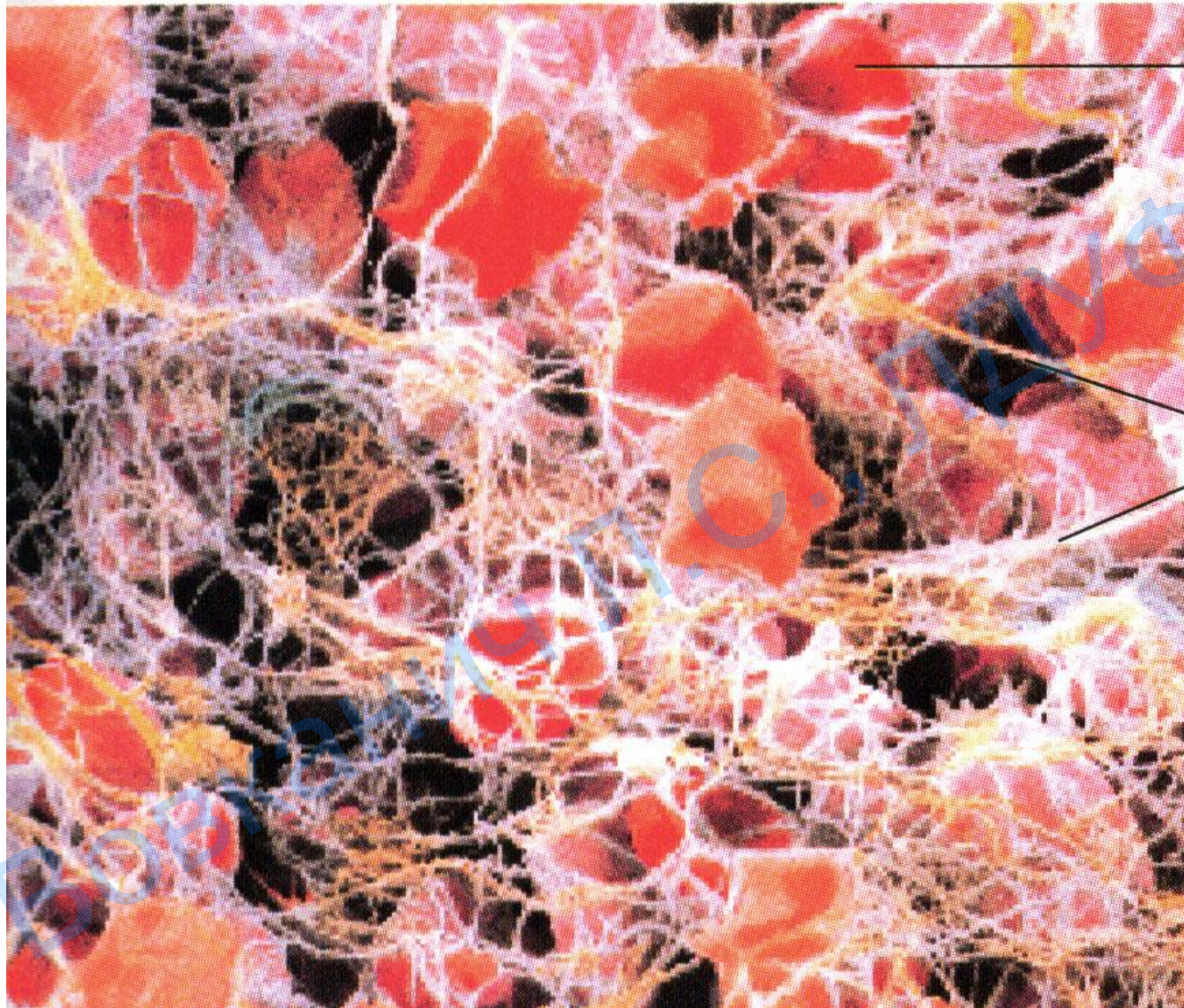
Фібрин

Фібрин-полімер

Ретракція фібрину

Припинення кровотечі

МЕХАНІЗМ ЗГОРТАННЯ КРОВІ



Еритроцити

Фібрин

sample

Anti-A

Anti-B

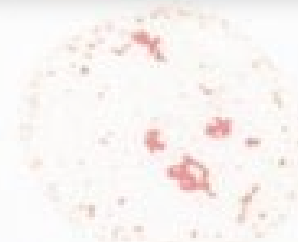
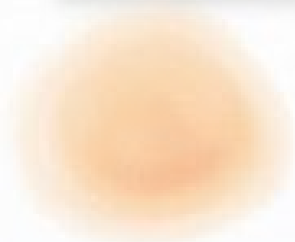
Anti-D

type

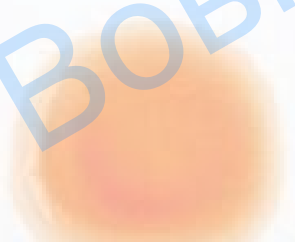


A⁺

ГРУПИ КРОВІ. ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ



AB⁺


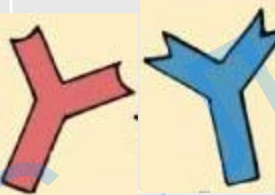
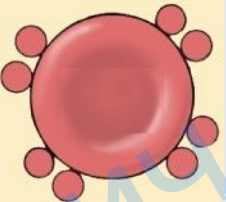






O⁻

ГРУПИ КРОВІ. ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ

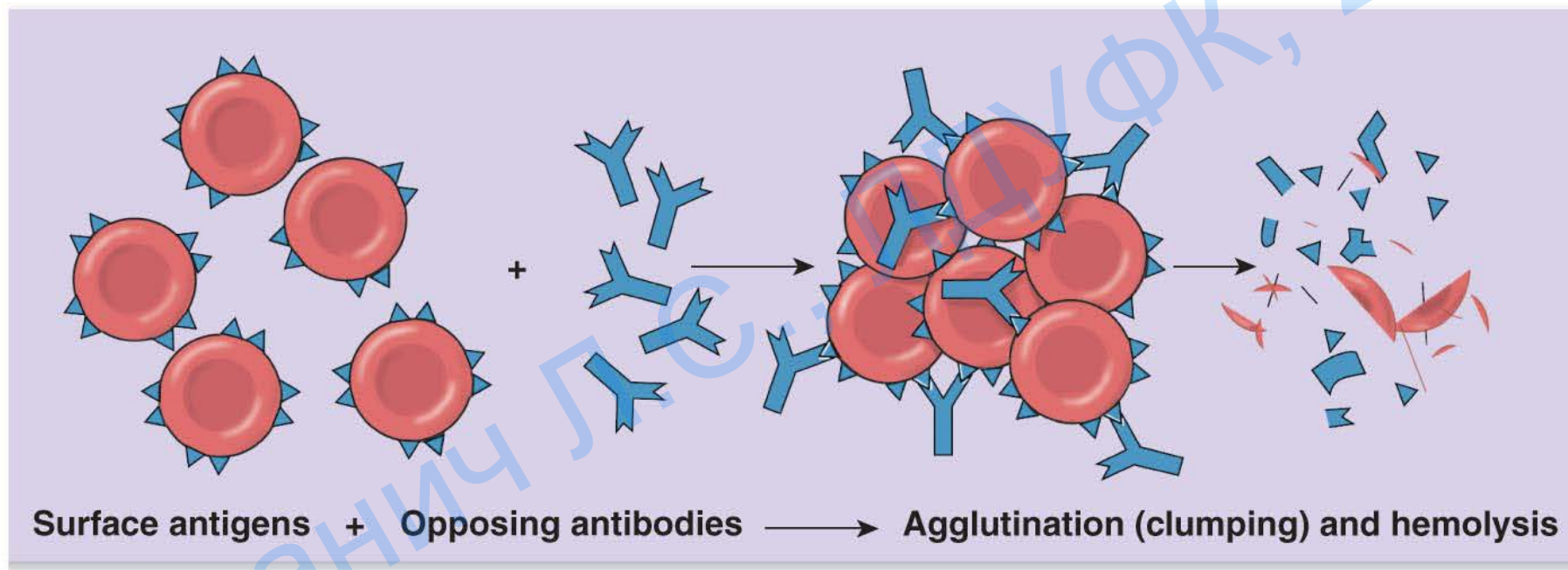
Система Ландштейнера (ABO)

Система Ландштейнера-Вінера (Rh⁺)

Група	Аглютиногени	Аглютиніни	
		a	b
I (0)	---		
II (A)	A		
III (B)	B		
IV (AB)	AB		- - -

Група	Аглютиноген
Rh ⁻	---
Rh ⁺	D

АГЛЮТИНАЦІЯ

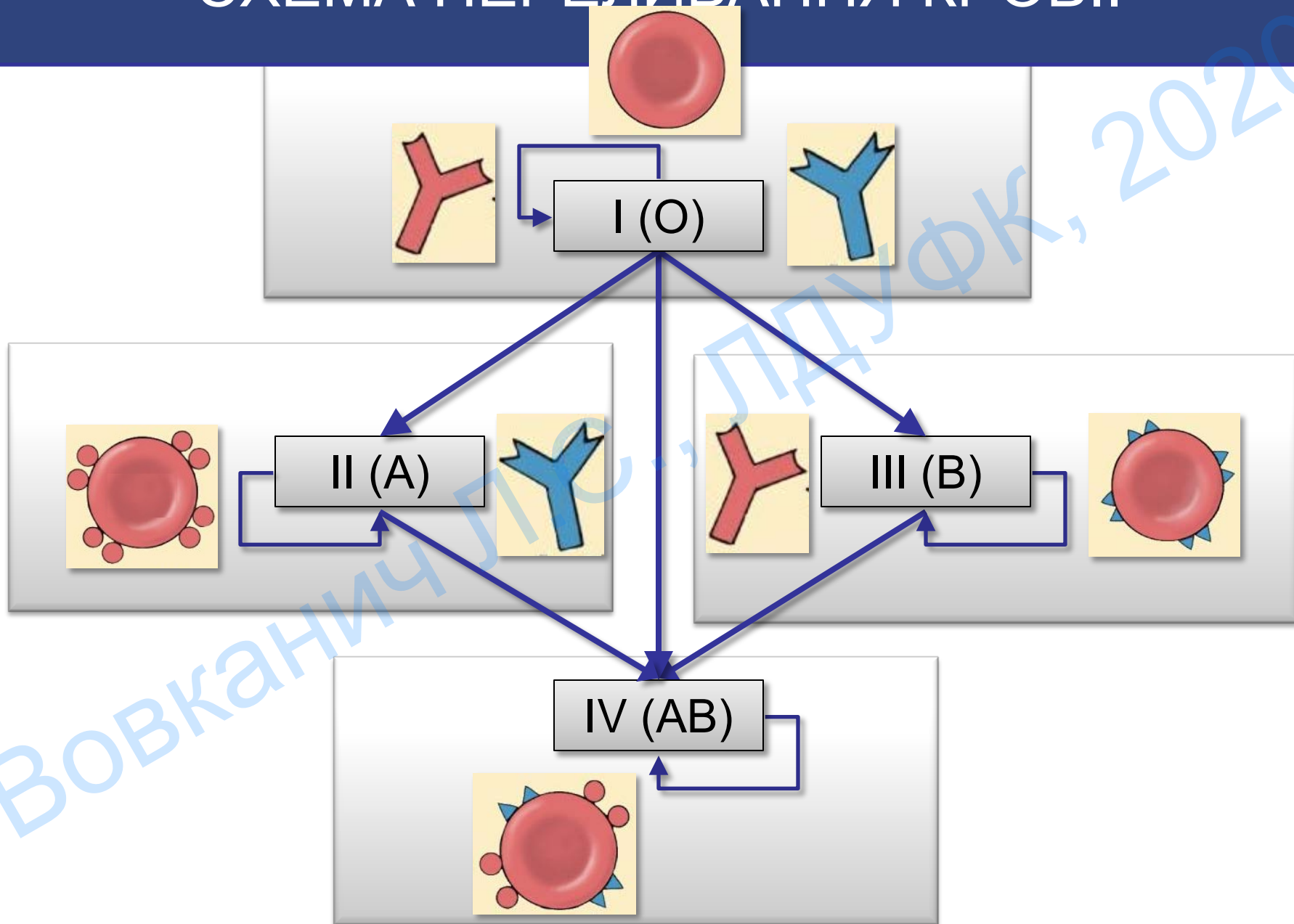


Донор

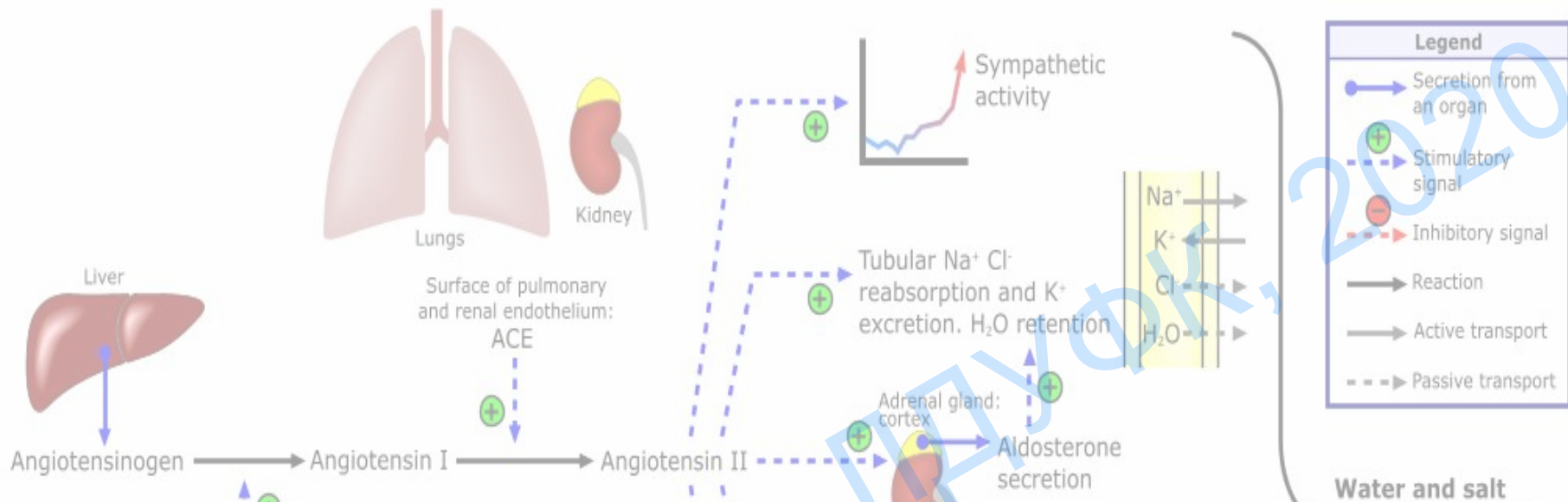
Реципієнт

Аглютинація

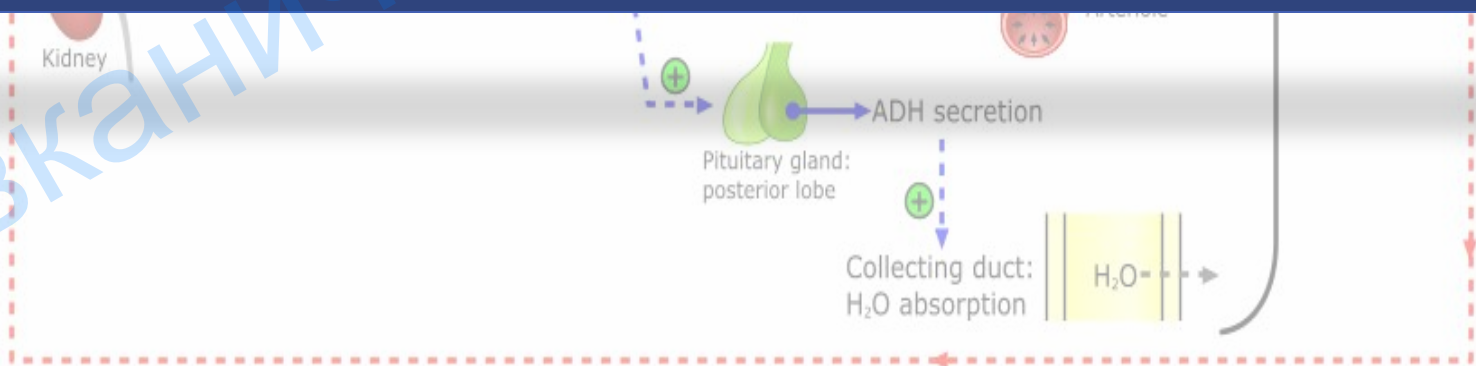
СХЕМА ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ.



Вовканич Л.С., ЛДУФК, 2020



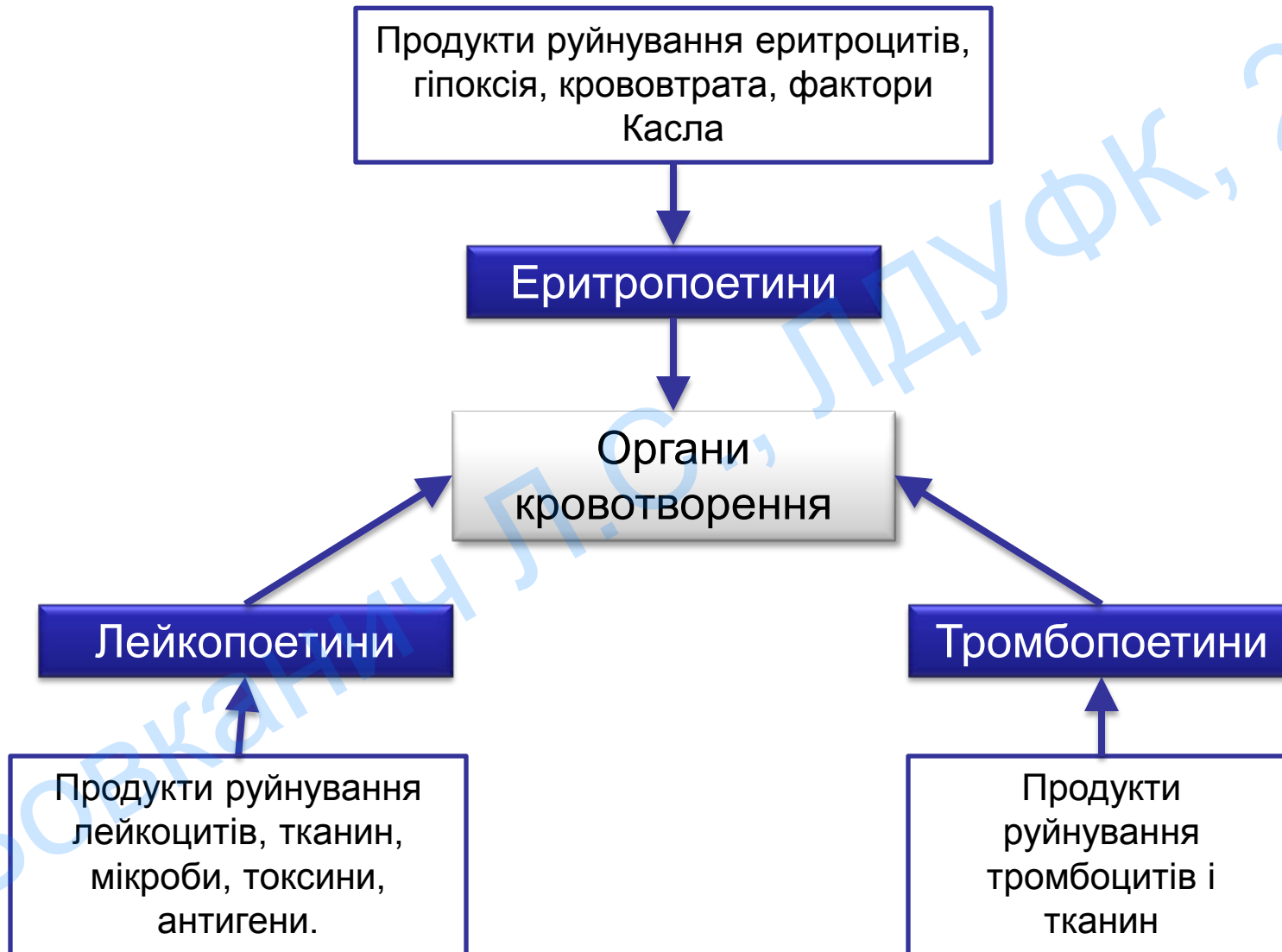
ЗМІНИ В КРОВІ ПРИ М'ЯЗОВІЙ РОБОТІ. РЕГУЛЯЦІЯ СИСТЕМИ КРОВІ



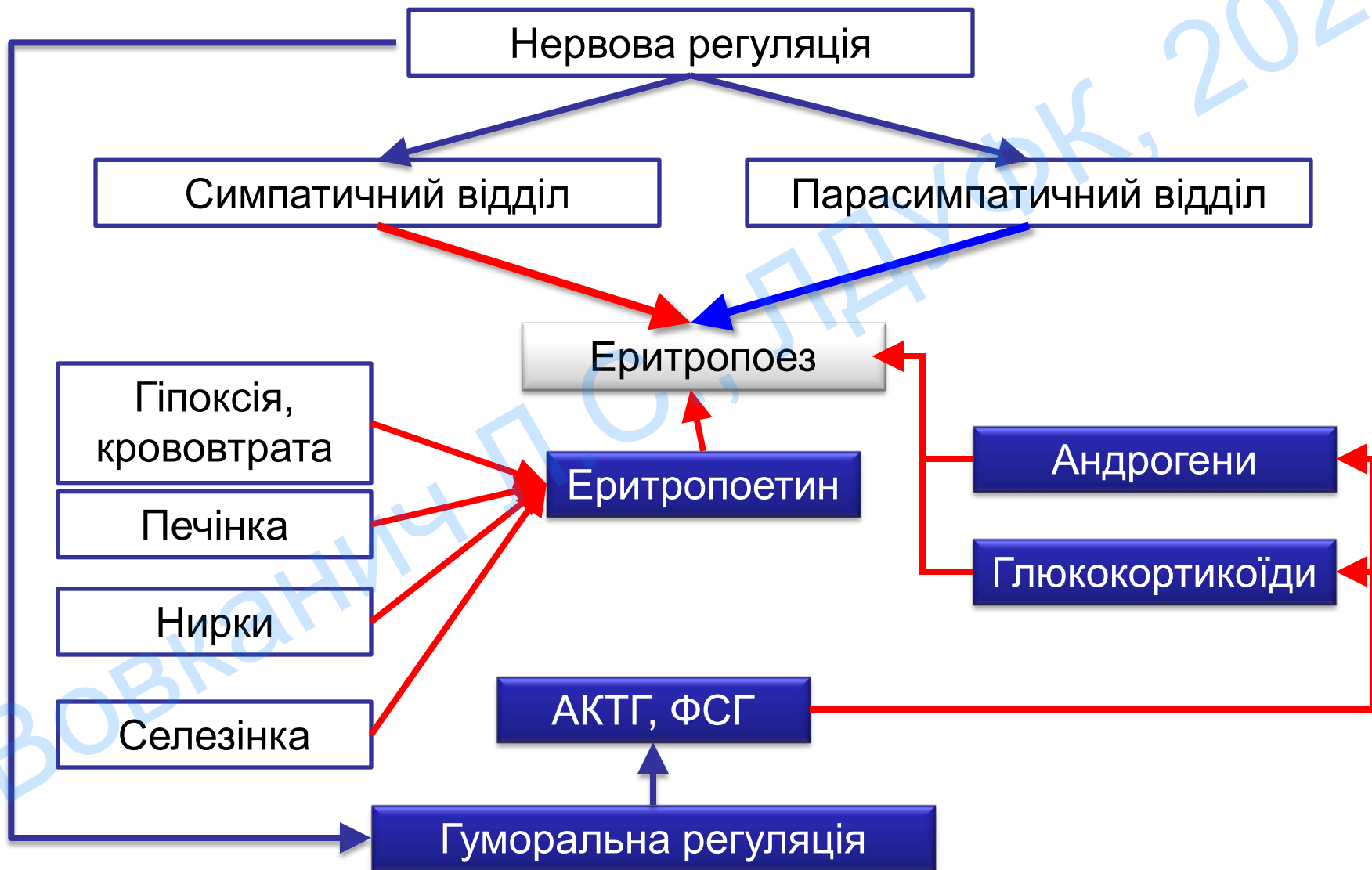
ЗМІНИ В КРОВІ ПРИ М'ЯЗОВІЙ РОБОТІ

Зміни	Короткочасна потужна робота	Тривала виснажлива робота
Еритроцити	Еритроциоз (депо)	Еритропенія
Лейкоцити	Лейкоцитоз, фази лімфоцитарна (12 тис.) нейтрофільна (18 тис.)	Лейкоцитоз, фази інтоксикаційна (30 тис.)
Тромбоцити	Тромбоцитоз	Тромбоцитоз
pH	Ацидоз (до 0,2 од.)	Незначні зміни
В'язкість і густина	Невелике зрост. (депо)	Зростання
Глюкоза	Норма або підвищення	Зниження (до 50 мг%)
Молочна кислота	Підвищення (200 мг%)	Підвищення
Креатин	---	Підвищення (6,4 мг%)
Сечовина	---	Підвищення (40 мг%)

РЕГУЛЯЦІЯ СИСТЕМИ КРОВІ. ФОРМЕНІ ЕЛЕМЕНТИ



РЕГУЛЯЦІЯ ЕРИТРОПОЕЗУ



РЕГУЛЯЦІЯ СИСТЕМИ КРОВІ. ОБ'ЄМ КРОВІ

