

ЗМІНА ПОКАЗНИКІВ ЧЕРВОНОЇ КРОВІ СОБАК У ПРОЦЕСІ СТУПІНЧАСТОЇ ВИСОКОГІРНОЇ АКЛІМАТИЗАЦІЇ ТА НАСТУПНОЇ РЕАНІМАЦІЇ ПІСЛЯ ТРИВАЛОЇ КЛІНІЧНОЇ СМЕРТІ

І. І. Лановенко, Л. О. Савельєва

Відділ гіпоксичних станів Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Питання про кисневу недостатність організму досі залишається однією з центральних проблем фізіології, патології, клініки.

Слід відзначити, що клініка приділяє все більше уваги питанню гіпоксії, у зв'язку з тим, що цей стан спостерігається при великій кількості захворювань і лежить в основі багатьох проявів патологічного процесу.

Одним з найпоширеніших видів гіпоксії є гіпоксична гіпоксія, що найбільш яскраво проявляється в умовах зниженого парціального тиску кисню. Типовим прикладом гострої форми гіпоксичної гіпоксії є гірська хвороба.

Численні дослідження, присвячені гірській хворобі [2, 8, 14, 16, 17], дозволили досить повно розкрити механізм цього патологічного процесу й розробити засоби її запобігання. Профілактичні заходи ґрунтуються на тому, що у осіб, які тривалий час перебувають на висотах, виникають стійкі зміни кровотворної, серцево-судинної, дихальної систем. Ці дослідження дали можливість М. М. Сиротиніну [9, 10] обґрунтувати метод ступінчастої акліматизації до високогірного клімату. Суть його полягає в постійному, ступінчастому підйомі на висоту, з перебуванням на кожному рівні підйому протягом п'яти-шести днів. Висота підйому регулюється залежно від загального стану організму. Як показали дослідження співробітників лабораторії М. М. Сиротиніна [4, 5], ступінчаста акліматизація є не тільки засобом профілактики гірської хвороби, але й фактором, що посилює резистентність організму до різного роду екстремальних впливів.

Беручи участь у високогірних експедиціях Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР (1969—1970 рр.) під керівництвом академіка АМН М. М. Сиротиніна, ми вивчали динаміку змін основних показників червоної крові в процесі ступінчастої акліматизації, а потім у цих же собак під час оживлення після тривалої клінічної смерті.

Методика досліджень

Досліди проведені на десяти собаках у Києві та на Ельбрусі, в процесі ступінчастої високогірної акліматизації: селище Терскол—2100 м, Льодова база—3700 м, Приют Одинадцяти—4200 м. На кожній з відзначених висот тварини перебували протягом п'яти—восьми днів, після чого були спущені знову в селище Терскол.

Після прибуття в Київ на цих же собаках, що пройшли попередню акліматизацію в умовах високогір'я, були проведені досліди по оживленню після клінічної

смерті тривалістю від 18 до 24 хв, викликаній гострою крововтратою. Оживлення проводили методом штучного кровообігу з використанням венозного насоса автожєктора СБ-3 й організму живого донора, розроблених у лабораторії М. М. Сиротиніна [1]. У процесі реанімації і в постреанімаційний період також вивчали динаміку основних показників червоної крові.

Ми досліджували такі показники червоної крові: кількість еритроцитів і ретикулоцитів, гемоглобін крові й показник гематокриту. Кров для дослідів брали з передньої додаткової вени передньої кінцівки.

Еритроцити підраховували в камері Горяєва. Гемоглобін визначали ціангемоглобіновим методом за Драбкіним—Кросбі—Кеннемом [16]. Ретикулоцити підраховували в мазках крові, пофарбованих суправітально 1%-ним розчином брильянт-крезил-блау.

Гематокрит визначали шляхом центрифугування в гематокритних трубочках при 3000 об/хв на протязі 30 хв. Крім цих основних показників, обчислювали математичні показники червоної крові: кольоровий показник (КП): середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті (СВЕ) — ПГ; середню концентрацію в одному еритроциті (СКЕ) — %; середній об'єм одиничного еритроцита (СОЕ) — мк^3 .

Усі цифрові дані оброблені варіаційно-статистичним методом з допомогою критерію Ст'юдента [6].

Результати досліджень

Дані про зміни червоної крові в процесі ступінчастої акліматизації представлені на рис. 1, а середні статистичні показники зведені в табл. 1.

Дані, одержані при дослідженні собак у Києві до акліматизації, були прийнятні за вихідні. Кількість еритроцитів становила $6,07 \pm 0,15 \text{ млн/мм}^3$, гемоглобін крові — $14,88 \pm 0,22 \%$, гематокрит — $43 \pm 0,6\%$, ретикулоцити — $9 \pm 0,4\%$, КП — $1,06 \pm 0,2$, СВЕ — $25 \pm 0,5$ ПГ; СКЕ — $34 \pm 1\%$; СОЕ — $73 \pm 2 \text{ мк}^3$. З наведених даних видно, що досліджувані показники крові перебували в межах фізіологічної норми.

Після переїзду в Терскол (висота 2100 м) і перебування там на протязі п'яти днів збільшились усі показники. Але достовірним було

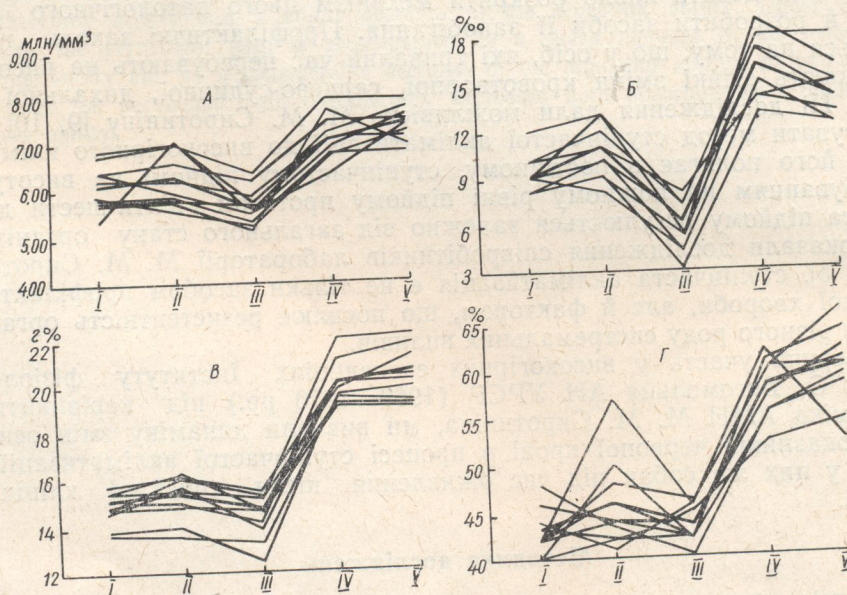


Рис. 1. Динаміка показників червоної крові в процесі високогірної ступінчастої акліматизації.

А — еритроцити; Б — ретикулоцити; В — гемоглобін; Г — гематокрит. I — Київ (норма), II — Терскол, III — Льодова База; IV — Приют Одинадцяти, V — Київ (після акліматизації).

Динаміка показників червоної крові

Етапи дослідження

Київ (норма)
Терскол
Висота 2100 м
акліматизації)
Льодова База
Висота 3700 м
акліматизації)
Терскол
Після спуску
4200 м (32
матизації)
Київ (після
зації)

Етапи дослідження

Київ (норма)
Терскол
Висота 2100 м
акліматизації)
Льодова База
Висота 3700 м
акліматизації)
Терскол
Після спуску
4200 м (32
матизації)
Київ (після
зації)

лише збільшення кількості еритроцитів ($11 \pm 0,5\%$).

Наступним етапом було переїзд на цій висоті в Терскол (висота 2100 м). Дослідження на цій висоті показали, що у всіх досліджуваних собак відбувся збільшення показників червоної крові (до $6 \pm 0,5\%$, $p < 0,05$).

В процесі подальшої акліматизації на цій висоті нормалізувалися показники червоної крові.

Дослідження тижневого періоду

Таблиця 1
Динаміка показників червоної крові в процесі ступінчастої високогірної
акліматизації (Терскол—Ельбрус)

Етапи дослідження	Досліджувані показники ($M \pm m$; p) $n=10$			
	Еритроцити, млн/мм ³	Гемоглобін, г%	Гематокрит, %	Ретикулоцити, ‰
Київ (норма)	$6,07 \pm 0,15$	$14,88 \pm 0,22$	$43 \pm 0,6$	$9 \pm 0,4$
Терскол	$6,25 \pm 0,19$	$15,11 \pm 0,26$	46 ± 1	$11 \pm 0,5$
Висота 2100 м (5 днів акліматизації)	$<0,5$	$<0,5$	$<0,05$	$<0,001$
Льодова База	$5,66 \pm 0,10$	$14,40 \pm 0,29$	$43 \pm 0,6$	$6 \pm 0,5$
Висота 3700 м (14 днів акліматизації)	$<0,05$	$<0,5$	—	$<0,001$
Терскол	$7,04 \pm 0,43$	$20,02 \pm 0,31$	58 ± 1	$16 \pm 0,6$
Після спуску з висоти 4200 м (32 дні аклі- матизації)	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$
Київ (після аклімати- зації)	$7,28 \pm 0,10$	$20,46 \pm 0,38$	60 ± 1	$14 \pm 0,7$
	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$

Етапи дослідження	Досліджувані показники ($M \pm m$; p) $n=10$			
	КП	СВЕ ПГ	СКЕ %	СОЕ мм ³
Київ (норма)	$1,06 \pm 0,02$	$25 \pm 0,5$	34 ± 1	73 ± 2
Терскол	$1,03 \pm 0,03$	$25 \pm 0,4$	34 ± 1	76 ± 3
Висота 2100 м (5 днів акліматизації)	$<0,5$	—	—	$<0,5$
Льодова База	$1,01 \pm 0,03$	$25 \pm 0,4$	$33 \pm 0,6$	78 ± 1
Висота 3700 м (14 днів акліматизації)	$<0,2$	—	$<0,5$	$<0,2$
Терскол	$1,12 \pm 0,03$	29 ± 1	$36 \pm 0,6$	87 ± 2
Після спуску з висоти 4200 м (32 дні аклі- матизації)	$<0,2$	$<0,001$	$<0,5$	$<0,001$
Київ (після аклімати- зації)	$1,08 \pm 0,02$	28 ± 1	$34 \pm 0,5$	85 ± 2
	$<0,5$	$<0,001$	—	$<0,001$

лише збільшення гематокриту ($46 \pm 1\%$; $p < 0,05$) і кількості ретикулоцитів ($11 \pm 0,5\%$; $p < 0,001$).

Наступним етапом акліматизації була Льодова База (висота 3700 м). Дослідження були проведені через вісім днів після перебування на цій висоті (14 днів акліматизації, починаючи з дня прибуття в Терскол). Тут ми, перш за все, звернули увагу на ту особливість, що у всіх без винятку собак спостерігались різною мірою виражені ознаки гірської хвороби (млявість, апатія, відсутність апетиту тощо). В червоній крові при цьому було виявлено зменшення всіх досліджуваних показників, причому це зменшення було достовірним не тільки до рівня, спостережуваного в сел. Терскол, але навіть і по відношенню до вихідного рівня. Особливо знизилась кількість ретикулоцитів (до $6 \pm 0,5\%$; $p < 0,001$) і еритроцитів (до $5,66 \pm 0,10$ млн/мм³; $p < 0,05$).

В процесі дальшої акліматизації загальний стан собак повністю нормалізувався, що свідчило про стійку адаптацію організму до висоти.

Дослідження крові на 30—32-й день акліматизації, після двотижневого перебування на Приюті Одинадцяти (висота 4200 м), вия-

вило значне збільшення кількості ретикулоцитів ($16 \pm 0,6\%$), еритроцитів ($7,04 \pm 0,43$ млн/мм³), гемоглобіну ($20,02 \pm 0,31$ г%) і гематокриту ($58 \pm 1\%$). В усіх випадках збільшення достовірне ($p < 0,001$). На цьому етапі акліматизації нами також виявлене достовірне збільшення СВЕ (29 ± 1 ПГ; $p < 0,001$) і СОЕ (87 ± 2 мм³; $p < 0,001$). Слід відзначити, що серед ретикулоцитів переважали незрілі (I і II) форми, це особливо було виражено в початковий період акліматизації.

Дослідження, проведені через тиждень після повернення в Київ, показали, що зміни в периферичній крові собак, які виникли під час перебування на Ельбрусі, зберігаються і після повернення на низину.

На рис. 2 наведені результати досліджень, виражені в процентах по відношенню до вихідного рівня. Кількість еритроцитів збільшилась на 20%, кількість ретикулоцитів — на 56%, гемоглобін крові збільшився на 38%, гематокрит — на 39%.

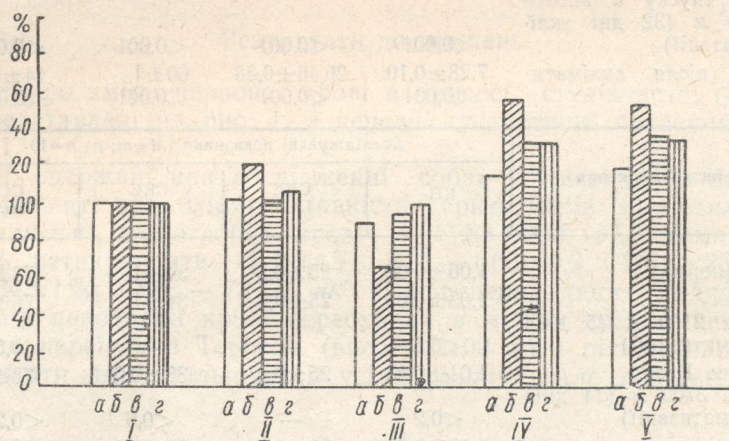


Рис. 2. Зміни показників червоної крові в процесі високогірної ступінчастої акліматизації.

a — еритроцити; б — ретикулоцити; в — гемоглобін; г — гематокрит.
I — Київ (норма), II — Терскол, III — Льодова База, IV — Приют Одинадцяти, V — Київ (після акліматизації).

На акліматизованих собаках в лабораторії М. М. Сиротиніна були проведені досліди по оживленню після тривалої клінічної смерті, викликаній гострою крововтратою. Цікаво було простежити зміни червоної крові в процесі оживлення і в післяреанімаційний період.

Вихідні дані, одержані при дослідженні крові у собак безпосередньо перед дослідом, у стані наркозу, мало чим відрізнялись від показників, одержаних при дослідженні собак у Києві після акліматизації (табл. 1), крім кількості ретикулоцитів (на цей час відзначалось їх зниження).

Кількість еритроцитів становила $7,14 \pm 0,14$ млн/мм³, ретикулоцитів — $13 \pm 0,59\%$, гемоглобін крові становив $19,54 \pm 0,42$ г%, гематокрит — $59 \pm 0,5\%$.

Отже, можна було зробити висновок, що адаптивні зміни, які виникали в результаті акліматизації, до часу проведення дослідів по оживленню повністю збереглися.

В процесі оживлення після перенесеної клінічної смерті проби крові брали на початку оживлення на третій — п'ятій хвиликах, що звичайно відповідало періоду відновлення серцевої діяльності; в середині оживлення на 10—15-й хвиликах (після відновлення дихання);

Таблиця 2

Зміни показників червоної крові в процесі реанімації в післяреанімаційному періоді

Показники червоної крові	Етапи дослідження				
	Період оживлення		Післяреанімаційний період		
	I	II	III	IV	V
				3-4 год	8-9 год
					24 год
					6 діб

Таблиця 2

Зміни показників червоної крові в процесі реанімації в післяреанімаційному періоді

Показники червоної крові		Етапи дослідження									
		Період оживлення					Післяреанімаційний період				
		I	II	III	IV	V	3-4 год	8-9 год	24 год	6 дів	
Гемоглобін	n	9	8	8	8	8	8	8	3	3	
	M	19,54	18,36	17,30	17,30	17,42	15,89	17,24	19,47	19,90	
	$\pm m$	0,42	0,40	0,36	0,32	0,39	0,59	0,89	0,26	0,43	
	$p <$		0,05	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	—	0,5	
	$p_1 <$					—	0,5	0,2			
Гематокрит	n	9	8	8	8	8	8	8	3	3	
	M	59	55	51	50	51	45	48	57	60	
	$\pm m$	1,5	2	1	0,7	0,7	1	2	1,5	1	
	$p <$		0,2	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	—	—	
Еритроцити	n	9		8		8	8	8	3	3	
	M	7,14		6,21		6,42	5,21	6,18	7,13	7,28	
	$\pm m$	0,14		0,19		0,16	0,44	0,30	0,31	0,21	
	$p <$			0,01		0,01	0,001	0,01	—	0,5	
	$p_1 <$					0,05	—	0,02			
Ретикулоцити	n	9				8	8	8	3	3	
	M	13				12	10	12	14	16	
	$\pm m$	0,5				0,4	1,0	0,8	0,3	0,3	
	$p <$					0,05	0,01	0,1	—	0,001	
	$p_1 <$					0,5	0,5	0,02			

I — вихідні дані (наркоз), II — відновлення серцевої діяльності, III — відновлення дихання, IV — відновлення рогіткових рефлексів, V — через 30 хв після припинення кровообігу, p_1 — вірогідність різниці (між собаками, що загинули і вижили).

наприкінці оживлення, перед закінченням штучного кровообігу (після відновлення рогівкових рефлексів).

В післяреанімаційний період проби брали через 30 хв після припинення штучного кровообігу; на третій-четвертій годинах «другого життя», на восьмій-дев'ятій годинах, а у тривало виживших собак — через добу й через шість діб. Одержані дані наведені в табл. 2.

Всі досліді по оживленню проводились, в міру можливості, в однаковому режимі.

У відповідності з цим нами зареєстровані однонаправлені зміни червоної крові. Встановлено, що в процесі реанімації спостерігалось зменшення усіх досліджуваних показників, яке ми пояснюємо розведенням крові оживлюваного собаки в системі штучного кровообігу кров'ю собаки-донора.

У післяреанімаційний період характерною особливістю було те, що у собак, які надалі тривало вижили, й у собак, які загинули при загальному зниженні досліджуваних показників, динаміка цих показників була різною.

У собак, що загинули, тенденції до нормалізації показників червоної крові не спостерігалось, тоді як у собак, що тривало вижили, через 3—4 год після реанімації спостерігалась більш сприятлива динаміка цих змін. Вже у цей період ми відзначали достовірну різницю кількості еритроцитів і ретикулоцитів у собак, які тривало вижили, у порівнянні з досліджуваними показниками у собак, що загинули. Кількість гемоглобіну й гематокрит також були вищі у собак, що тривало вижили. Але ця різниця не була достовірною.

Паралельно у собак, які тривало вижили, спостерігався більш сприятливий клінічний перебіг післяреанімаційного періоду. Через 24 год після оживлення усі досліджувані показники майже повністю нормалізувались (у цей період клінічний стан цих собак мало чим відрізнявся від норми). Дослідження крові через тиждень показало посилення еритропоезу, про що свідчило збільшення кількості ретикулоцитів до $16 \pm 0,3\%$ ($p < 0,001$), а також еритроцитів — $7,28 \pm 0,21$ млн/мм³ і гемоглобіну — до $19,90 \pm 0,43$ г%.

Обговорення результатів досліджень

За літературними даними [8, 11—14, 17], перебування на гірських висотах в умовах зниженого парціального тиску кисню викликає зміни червоної крові. Їх характер, на думку цих авторів, залежить як від висоти підйому й ступеня розрідження повітря, так і від тривалості перебування в цих умовах.

Наші дані про зміни червоної крові у собак у процесі високогірної ступінчастої акліматизації в цілому узгоджуються з даними інших авторів.

Зменшення кількості еритроцитів (відповідно й інших показників), спостережуване на Льодовій Базі (3700 м), мабуть, можна пояснити підвищенням їх руйнуванням в умовах зниженого парціального тиску кисню в повітрі. Напевне, перехід на слідуючий рівень був здійснений раніше, ніж у собак настала повна стійка акліматизація до попередньої висоти, а висота наступного рівня була дуже значною (2100—3700 м). Подібні спостереження були проведені Сиротиніним [8], Ужанським [11], Шумицькою [13]; Виноградовим та ін. [3]. Ці автори спостерігали зменшення кількості еритроцитів у крові у людей в перші дні їх перебування в горах.

Зміни показників червоної крові в процесі дальшої акліматизації свідчили про добру адаптацію до висоти.

Щодо наших даних і в післяреанімаційний період. Якщо зменшення даних після реанімації, пов'язане з розведенням крові штучного кровообігу кров'ю собаки-донора, тоді зміни показників еритроцитів, гемоглобіну, загальний стан оживлення, яка тривало вижила, показників червоної крові, шість діб деякі показники вихідний рівень, що

Сприятливий перебіг, швидка нормалізація, перенесли тривалу дію організму, а гіпоксії. У зв'язку з цим значали факт подовження сокогірної акліматизації.

Крім того, проявляється, в може мати важливе значення оживленого після тривалого

1. Адаменко Н. П. Патол. кровообр., Т. 1, 1960.
2. Барбашова З. И. М.—Л., 1960.
3. Виноградов Г. Г. Экспер. терапия, 1960.
4. Данилейко В. В. полета, моделируем.
5. Дударев В. П.—М., 1960.
6. Ойвин И. А.—Патол. кровообр., Т. 1, 1960.
7. Саркисян А. А. недостаточность. Гипоксия, 1960.
8. Сиротинин М. М. Сиротинин Н. И. терапия, К., 1958, 82.
9. Сиротинин Н. И. и другим способом.
10. Ужанский Я. Г. крови, Л., 1949.
11. Ужанский Я. Г. хания, К., Изд-во А. Шумицкая Н. М. рапия, К., 1958, 10.
12. Вассерман Л. J.—The don, 1925, 1.
13. Drabkin D., Сг лабораторные иссле.
14. Van Lier—Am.
15. (Van Lier) Ван цина», 1947.

Щодо наших даних про зміни червоної крові в процесі реанімації і в післяреанімаційний період, то, напевне, їх можна пояснити так. Якщо зменшення досліджуваних показників, спостережуване в процесі реанімації, пов'язане в основному з розведенням крові в системі штучного кровообігу, то в післяреанімаційному періоді зміни кількості еритроцитів, гемоглобіну та інших показників відображають загальний стан оживлюваного організму. За іншими даними, у тварини, яка тривало вижила, спостерігається тенденція до нормалізації показників червоної крові уже на 8—9-й год після оживлення, а через шість діб деякі показники червоної крові навіть дещо перевищують вихідний рівень, що свідчить про посилення еритропоезу.

Сприятливий перебіг відновного періоду після оживлення і, особливо, швидка нормалізація показників червоної крові у собак, що перенесли тривалу клінічну смерть, пояснюється підвищеною стійкістю організму, адаптованого до високогір'я, до повторного впливу гіпоксії. У зв'язку з цим слід вказати на авторів [7], які вперше відзначали факт подовження клінічної смерті (до 12 хв) під впливом високогірної акліматизації.

Крім того, проведені дослідження показали, що стан червоної крові може мати важливе значення в комплексній оцінці стану організму, оживленого після тривалої клінічної смерті.

Література

1. Адаменко Н. П., Колпаков Е. В., Янковский В. Д.—Вопр. физиол. и патол. кровообр., Тернополь, 1959, 3.
2. Барбашова З. И.—В кн. Акклиматизация к гипоксии и ее физиол. механизмы, М.—Л., 1960.
3. Виноградов Г. И., Грутман М. И., Гюллинг Э. В.—Патол. физиол. и exper. терапия, 1962, 6, 27.
4. Данилейко В. И.—Медико-биол. анализ действия exper. условий космич. полета, моделируемых в условиях наземной лабор., Автореф. канд. дисс., К., 1961.
5. Дударев В. П.—Физиол. журн. АН УССР, 1963, 5, 676.
6. Ойвин И. А.—Патол. физиол. и exper. терапия, 1960, 4, 76.
7. Саркисян А. А., Хачатрян С. А., Захарян А. Б.—В кн.: Кислородная недостаточность. Гипоксия и адаптация к ней. Изд-во АН УССР, К., 1963.
8. Сиротинин М. М.—Життя на висотах і хвороба висоти, К., 1939.
9. Сиротинин Н. Н.—В кн.: Физиол. и патол. дыхания. Гипоксия и оксигенотерапия, К., 1958, 82.
10. Сиротинин Н. Н.—В кн.: Матер. конфер. по пробл. адаптации, тренировки и другим способом повышения устойчивости организма. Винница, 1962, 3.
11. Ужанский Я. Г.—Роль разрушения эритроцитов в механизме регенерации крови, Л., 1949.
12. Ужанский Я. Г.—В сб.: Тез. докл. научн. конфер. по физиол. и патол. дыхания, К., Изд-во АН УССР, 1955, 196.
13. Шумицкая Н. М.—В кн.: Физиол. и патол. дыхания. Гипоксия и оксигенотерапия, К., 1958, 10.
14. Barcroft J.—The respiratory function of the blood. Press Cambridge Univ., London, 1925, 1.
15. Drabkin D., Crosdy W., Sannan R.—Цит. за Йордан Тодоров. Клинич. лабораторные исследования, София «Медицина и физкультура», 1966, 287.
16. Van Liere—Am. J. Physiol., 1936, 116, 290.
17. (Van Liere) Ван Лир—Аноксия и влияние ее на организм, М., «Медицина», 1947.

Надійшла до редакції
2.VIII 1971 р.

CHANGE IN INDICES OF RED BLOOD IN DOGS IN THE PROCESS
OF STEP ALPINE ACCLIMATIZATION AND SUBSEQUENT REANIMATION
AFTER LONG CLINICAL DEATH

I. I. Lanovenko, L. A. Savelieva

*Department of Hypoxia States, the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev*

Summary

Changes were studied in some indices of peripheral red blood (quantity of erythrocytes and reticulocytes, blood hemoglobin, hematocrite and mathematical indices) in the process of step Alpine acclimatization on Elbrus (Terskol — 2100 m, Ledovaya Baza — 3700 m, Priyut Odinnadtsati — 4200 m) and with subsequent reanimation after long clinical death from acute blood loss. As a result of 32-day acclimatization a trustworthy change occurred in a number of erythrocytes, reticulocytes, hemoglobin and hematocrite value as well as in the average content of hemoglobin in a separate erythrocyte and average volume of a single erythrocyte. On the basis of the investigations the authors made a conclusion that the Alpine acclimatization is a factor favourably affecting restoration of important functions of the organism during reanimation after long clinical death. On the other hand the changes in peripheral red blood should be taken into account when estimating the state of the reanimated organism.