

ХАРАКТЕРИСТИКА КИСНЕВИХ ПАРАМЕТРІВ КРОВІ У СОБАК В УМОВАХ ЗНИЖЕННЯ ПАРЦІАЛЬНОГО ТИСКУ КИСНЮ У ВДИХУВАНОМУ ПОВІТРІ

М. М. Середенко

Відділ вікової фізіології Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ

Підхід до процесів надходження, транспорту і споживання кисню з позицій єдиної системи регулювання кисневого режиму організму [7—10] дозволив оцінити роль основних функціональних систем (зовнішнього дихання, кровообігу та еритроцитарної системи крові) у підтриманні певних параметрів кисню на різних етапах його пересування в організмі, з'ясувати співвідношення цих параметрів між собою та споживанням кисню. Між тим, незважаючи на давність вивчення проблеми кисневої недостатності, роль змін кисневих параметрів артеріальної та змішаної венозної крові з точки зору їх співвідношення з метаболічною потребою організму в умовах нестачі кисню з'ясовано ще недостатньо. Проте для здійснювання окисного метаболізму в організмі повинно підтримуватися певне співвідношення між кількістю споживаного кисню та кисню, що доставляється до тканин, між рівнем обміну та кисневим резервом змішаної венозної крові тощо.

Крім того, наявність даних щодо вмісту кисню в артеріальній та змішаній венозній крові разом із даними по хвилинному об'єму кровообігу дає можливість розрахувати загальне споживання кисню організмом, яке у звичайних умовах певною мірою може характеризувати потребу тканин у кисні. Цінність цих даних полягає ще в тому, що вони одержані незалежно від величин газообміну, які визначаються за допомогою класичної методики Дуглас — Холдена або інших методів, так чи інакше пов'язаних із визначенням об'ємів і газового складу вдихуваного та видихуваного повітря.

Вивчаючи під керівництвом Н. В. Лауер у складі групи дослідників (Н. В. Лауер, С. М. Вишняк, М. М. Когановська, Ю. В. Семенов та М. М. Середенко) питання, пов'язані з регулюванням кисневого режиму організму при зниженні парціального тиску кисню у вдихуваному повітрі у тварин на різних етапах онтогенетичного розвитку, ми перш за все взяли собі за мету дати характеристику в цих умовах кисневих параметрів артеріальної та змішаної венозної крові та їх співвідношення з рівнем окисного метаболізму в динаміці адаптації до гіпоксії. У цьому повідомленні мова буде йти тільки про тварин середнього віку, який є еталоном для порівняння з аналогічними показниками тварин інших вікових груп.

Методика досліджень

Досліди проведені на 17 безпородних собаках двох — п'яти років, які перебували у стані наркотичного сну, викликаного внутрішнім введенням хлоралоли у дозі 70—85 мг сухої речовини на 1 кг ваги, що у переважній більшості випадків забезпе-

чувало досить добрий і тривалий сон тварини. Собакам вводили поліетиленовий катетер через зовнішню яремну вену у порожнину правого передсердя для взяття проб змішаної венозної крові, вставляли T-подібну скляну канюлю у загальну сонну артерію для взяття проб артеріальної крові, а також вводили інтратрахеальну трубку з клапанним пристроєм для взяття проб видихуваного та альвеолярного повітря.

Зниження парціального тиску кисню (pO_2) у вдихуваному повітрі досягали виготовленням сумішей азоту із зниженим у порівнянні з атмосферним повітрям вмістом кисню. Усі тварини були розподілені на три групи, причому собаки першої групи дишали на протязі 1 год сумішшю із приблизно 14,5% кисню, другої групи — з 10,9% кисню і третьої групи — з 7,8% кисню. У нормальних умовах, а також на 1, 5, 12, 25, 40 та 60-й хвилинах дихання газовою сумішшю брали проби артеріальної та змішаної венозної крові для визначення вмісту газів і кисневої ємності крові за допомогою мікрометоду на апараті Ван-Слайка (тип «АГК-2»). Потім обчислювали насичення киснем артеріальної (S_aO_2) та змішаної венозної (S_vO_2) крові, артеріо-венозну різницю за киснем ($F_{(a-v)}O_2$), коефіцієнт утилізації кисню із крові (KVO_2 ; за Еллінгером); використовуючи дані по хвилинному об'єму кровообігу, одержані М. М. Когановською за допомогою методу терморозведення у цих же тварин, обчислювали кількість кисню, що проходить в артеріальній (q_aO_2) та змішаній венозній (q_vO_2) крові за 1 хв (даль хвилинний транспорт O_2); віднімаючи величину хвилинного транспорту кисню змішаною венозною кров'ю з величини хвилинного транспорту кисню артеріальною кров'ю, визначали кількість кисню, яка надійшла за 1 хв із крові у тканини організму, тобто фактично споживання кисню.

Результати досліджень

Величини досліджуваних нами показників за нормальних умов наведені у табл. 1.

З цих даних видно, що киснева ємність крові становить, у середньому, 20,75 об%, що приблизно відповідає відомим літературним нормам для собак середнього віку: 20,0—21,0 об% [15], 18,0—23,0 об% [3], 21—23 об% [12] і нашим раніше одержаним даним [13] — 19,3—25,0 об%.

Таблиця 1
Нормальні показники кисневих параметрів крові у наркотизованих собак середнього віку

Киснева ємність крові (об%)	F_aO_2 (об%)	S_aO_2 (%)	F_vO_2 (%)	S_vO_2 (%)	$F_{(a-v)}O_2$ (об%)	KVO_2 (%)	q_aO_2 (мл/кг/хв)	q_vO_2 (мл/кг/хв)	$q_{(a-v)}O_2$ (мл/кг/хв)
20,75± ±0,70	19,26± ±0,67	92,9± ±1,0	13,27± ±0,76	63,5± ±2,1	5,99± ±0,38	31,61± ±2,16	24,21± ±1,76	16,93± ±1,72	7,27± ±0,46

Показники вмісту кисню в артеріальній (F_aO_2) та змішаній венозній (F_vO_2) крові також приблизно збігаються із даними інших дослідників, одержаними на наркотизованих собаках. Так, наприклад, наводять дані про коливання F_aO_2 у межах 16,93—23,38 об%, а F_vO_2 — у межах 8,01—17,58 об% [14], або відповідно 12,5—24,3 об% і 5,5—17,5 об% [22], 16,6—18,4 об% і 9,6—14,5 об% [16], 20—22 об% і 13—15 об% [12]. За нашими раніше одержаними даними [13], F_aO_2 перебуває у межах 18,6—22,8 об%, а F_vO_2 — 10,0—16,0 об%.

Відповідно до цього з літературними нормами узгоджуються й наші дані по насиченню киснем артеріальної та змішаної венозної крові. Так, середня величина S_aO_2 у наших дослідках, що становила 92,9%, в основному, укладається у межі коливань цього показника, що наведено в літературі: 87—97% [14], 73—92% [23], 72—87% [16], 90—93% [12], а також у наших раніше проведених дослідках [13] — 88—98%. Середня ж величина S_vO_2 — 63,5% — при порівняно широких індивідуальних коливаннях знаходиться у відповідності з даними [15] — близько 60—67%, [3] — близько 65—66%, [19] — $66 \pm 2,6\%$ та ін.

Тут слід вказати на те, що деяка розбіжність між згаданими кисне-

вими параметрами, наведені в літературі, биною наркотичні більш сильнодіючі бітал, пантопон + лоза та ін.), або

Приблизно т і в наших дослід 2,80—10,80 об% [16], 8—10 об%

Наявності д коефіцієнт утилі новила в наших показника у соб 22—43%, або тро

Щодо хвилин нозною кров'ю, (що вище аналог новив, у середнь пояснити тим, що лінного об'єму к допомогою метод раніше. Слід відз тодами розведен принципом Фіка дом розведення і середню велич кров'ю — 24,2 мл

Цим, власне, личини $q_{(a-v)}O_2$ жаними методом кисню, у середнь С. М. Вишняк, од 6,03 мл/кг/хв.

Зміни основн бак при диханні дені у табл. 2 і на

Видно що пе зовими сумішами киснем артеріаль було виражено т міш. Відносна ст ріальній крові пр хання сумішшю, близько 80—84% близько 62—65% ни дихання кожн

Можна відзн ший момент впл параметрами арт прикінці гіпоксич

Згадані змін нозної різниці за ня сумішами, бід хідним рівнем і

ними параметрами, особливо щодо нижчих величин F_aO_2 і S_aO_2 , які наведені в літературі, і нашими даними, очевидно, зумовлена більшою глибиною наркотичного стану тварини, яка залежить або від введення більш сильнодіючих наркотичних речовин чи їх комбінацій (пентобарбітал, пантопон+ефір, морфій+уретан+хлоралоза, поламідон+хлоралоза та ін.), або від вищої (80—120 мг/кг) дози хлоралози.

Приблизно такі ж величини артеріо-венозної різниці за киснем, як і в наших дослідях, наводять для наркотизованих собак і інші автори: 2,80—10,80 об% [14], 4,0—11,2 об% [22], 2,8—6,2 об% [23], 3,2—7,0 об% [16], 8—10 об% [12] і т. д.

Наявність даних за $F_{(a-\bar{v})}O_2$ і F_aO_2 дала можливість обчислити коефіцієнт утилізації кисню із крові. Середня величина KVO_2 , що становила в наших дослідях 31,61%, перебуває в межах коливань цього показника у собак за літературними даними [2] — 18—35% та [20] — 22—43%, або трохи вище, ніж у дослідях [25] — 25%.

Щодо хвилинного транспорту кисню артеріальною та змішаною венозною кров'ю, (відповідно 24,21 і 16,93 мл/кг/хв), то ці показники дещо вище аналогічних даних, наведених в літературі [5], де q_aO_2 становив, у середньому, 20,3 мл/кг/хв, а $q_{\bar{v}}O_2$ — 14,0 мл/кг/хв. Це можна пояснити тим, що при обчисленні наших даних включені показники хвилинного об'єму кровообігу (ХОК), визначені М. М. Когановською за допомогою методу терморозведення, а не за принципом, Фіка, як було раніше. Слід відзначити, що, як правило, показники ХОК, одержані методами розведення, звичайно більші, ніж величини ХОК, визначені за принципом Фіка [21, 24, 25, 29]. До речі, визначаючи у собак ХОК методом розведення індикатора, одержали таку ж, як і в наших дослідях, середню величину хвилинного транспорту кисню артеріальною кров'ю — 24,2 мл/кг/хв [26].

Цим, власне, можна також пояснити й більш високі абсолютні величини $q_{(a-\bar{v})}O_2$ у порівнянні з величинами споживання кисню, одержаними методом Дуглас — Холдена. За нашими даними, споживання кисню, у середньому, дорівнює 7,27 мл/кг/хв, тоді як за даними С. М. Вишняк, одержаними на цих же собаках класичною методикою — 6,03 мл/кг/хв.

Зміни основних кисневих параметрів крові у досліджених нами собак при диханні газовими сумішами із зниженим вмістом кисню наведені у табл. 2 і на рис. 1 і 2.

Видно що перехід із дихання атмосферним повітрям на дихання газовими сумішами позначився на зниженні вмісту кисню і насичення киснем артеріальної та змішаної венозної крові, причому це зниження було виражено тим різкіше, чим менше кисню вміщувала газова суміш. Відносна стабілізація рівню насичення киснем відбувалася в артеріальній крові приблизно на 5—12 хв, а у венозній — на 12—25 хв дихання сумішшю. Показники S_aO_2 коливалися при 14,5% O_2 у суміші близько 80—84%, при 10,9% O_2 — близько 73—77% при 7,8% O_2 — близько 62—65%. Характерно деяке підвищення S_aO_2 наприкінці години дихання кожною сумішшю, більш виражене при 14,5% O_2 і 7,8% O_2 .

Можна відзначити також менш різке зниження $F_{\bar{v}}O_2$ і $S_{\bar{v}}O_2$ у перший момент впливу гіпоксичних сумішей в порівнянні з аналогічними параметрами артеріальної крові і, навпаки, більш значне їх падіння наприкінці гіпоксичного періоду.

Згадані зміни F_aO_2 і $F_{\bar{v}}O_2$ зумовили і відповідні зміни артеріо-венозної різниці за киснем. Так, $F_{(a-\bar{v})}O_2$ знижувалася на початку дихання сумішами, бідними на кисень, потім вирівнювалася приблизно із вихідним рівнем і підвищувалася наприкінці гіпоксичного періоду. Про-

Таблиця 2

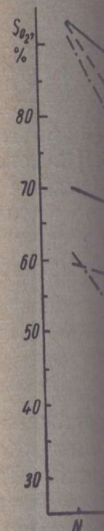
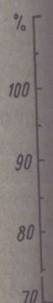
Зміни кисневих параметрів крові у собак середнього віку при диханні газовими сумішами із різним вмістом кисню

Показник	% O ₂ у газовій суміші	Норма	Хвилини дихання газовою сумішшю					
			1	5	12	25	40	60
F_aO_2 (об%)	14,5	19,82	18,19	17,66	17,28	16,93	17,34	17,97
	10,9	19,90	17,20	17,22	16,74	16,63	15,97	16,56
	7,8	18,15	14,75	13,06	12,70	12,53	12,44	13,31
S_aO_2 (%)	14,5	95,0	85,8	84,2	83,8	80,8	84,5	85,9
	10,9	92,7	79,1	78,9	77,2	76,8	73,6	74,2
	7,8	91,5	73,3	64,8	61,8	61,6	61,3	66,9
F_vO_2 (об%)	14,5	15,00	13,70	13,14	12,14	12,26	12,47	11,43
	10,9	12,83	12,21	11,45	10,06	9,97	9,08	8,82
	7,8	12,27	9,64	8,19	7,58	6,81	7,31	7,37
S_vO_2 (%)	14,5	69,8	66,4	62,9	58,4	57,9	60,9	54,6
	10,9	60,6	56,3	52,3	45,8	45,7	41,0	39,3
	7,8	61,4	47,8	40,1	36,9	33,6	36,2	36,9
$F_{(a-v)}O_2$ (об%)	14,5	4,82	4,49	4,52	5,15	4,68	4,87	6,57
	10,9	7,07	4,99	5,77	6,68	6,66	6,90	7,74
	7,8	5,88	5,11	4,87	5,12	5,72	5,14	5,94
KVO_2 (%)	14,5	25,1	25,0	25,5	30,3	28,1	27,9	36,6
	10,9	35,9	28,5	33,7	40,7	40,6	44,1	47,6
	7,8	32,8	34,5	37,4	40,4	44,5	41,0	44,7
q_aO_2 (мл/кг/хв)	14,5	26,92	26,01	26,25	22,47	23,32	22,16	18,60
	10,9	20,83	18,68	19,35	18,29	16,81	15,73	15,68
	7,8	25,30	22,65	19,60	17,25	15,55	15,20	15,45
q_vO_2 (мл/кг/хв)	14,5	20,29	19,53	19,52	15,86	16,94	16,01	11,82
	10,9	13,51	13,28	12,88	11,01	10,16	8,98	8,47
	7,8	17,55	15,40	13,10	10,35	8,55	9,05	8,90
$q_{(a-v)}O_2$ (мл/кг/хв)	14,5	6,63	6,49	6,73	6,61	6,34	6,16	6,78
	10,9	7,33	5,41	6,48	7,28	6,65	6,75	7,21
	7,8	7,75	7,25	6,65	6,90	7,00	6,15	6,55

те, залежно від ступеня зниження вмісту кисню у газовій суміші ступінь змін $F_{(a-v)}O_2$ був різним. При 14,5% O₂ цей показник дуже незначно знижувався на 1—5 хв, потім коливався близько нормального рівня, підвищуючись лише на 60 хв дихання цієї сумішшю. При 10,9% O₂ $F_{(a-v)}O_2$ після значного початкового зменшення вже на 12 хв майже досягала вихідного рівня та перевищила його наприкінці гіпоксичного періоду. При 7,8% O₂ артеріо-венозна різниця за киснем тільки на 25 хв підвищилася до початкового рівня і практично залишалася на ньому до самого кінця експерименту.

Утилізація кисню крові також неоднаково змінювалася у тварин при диханні різними газовими сумішами. Так, при 14,5% O₂ в суміші KVO_2 у перші хвилини не змінювався, трохи підвищувався (на 10—15%) на 12—40 хв і тільки на 60 хв набагато перевищував вихідний рівень. При 10,9% O₂ після зниження на 1—5 хв KVO_2 підвищувався на 13% на 12 хв, а з 40 хв — вже значною мірою (на 23—32%) перевищу-

вав норму. Суміш KVO_2 , який, пост-
експозиції переваж

Рис. 1
зміни
при д
ліній)Рис. 2
у соба
14,5%

Нарешті, ан-
що усі три газов
протязі години з
ної венозної кро
14,5% O₂ знижу
3%, на 25—40 х
(на 1—5 хв на

вав норму. Суміш із 7,8% O_2 вже з 1 хв позначалася на підвищенні KU_{O_2} , який, поступово збільшуючись, наприкінці годинної гіпоксичної експозиції перевищував вихідну величину на 36%.

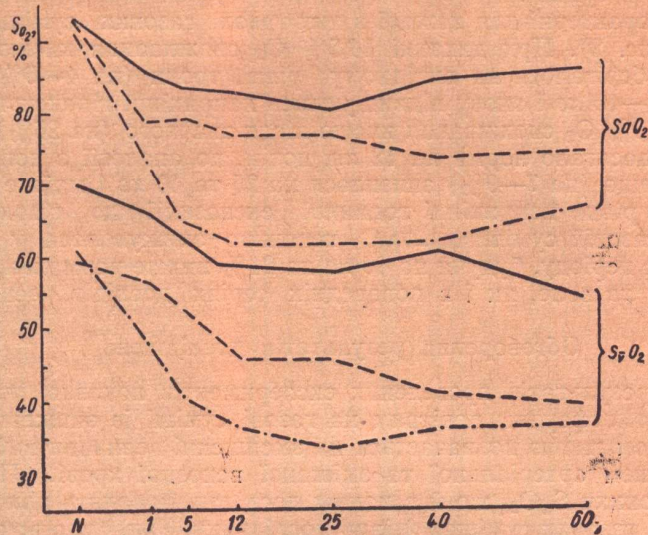


Рис. 1. Зміни насичення киснем артеріальної (S_aO_2) та змішаної венозної (S_vO_2) крові у собак середнього віку при диханні газовими сумішами із 14,5% O_2 (суцільні лінії), 10,9% O_2 (переривчасті лінії) та 7,8% O_2 (штрихпунктирні лінії).

По горизонталі — хвилини дихання газовою сумішшю

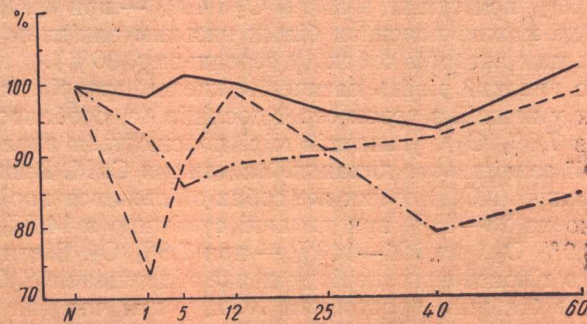


Рис. 2. Зміни споживання кисню (у процентах від норми) у собак середнього віку при диханні газовими сумішами із 14,5% O_2 (суцільна лінія), 10,9% O_2 (переривчаста лінія) та 7,8% O_2 (штрихпунктирна лінія).

Нарешті, аналіз показників системного транспорту кисню показав, що усі три газові суміші, збіднені киснем, привели до прогресуючого на протязі години зниження хвилинного транспорту артеріальної та змішаної венозної крові. Проте, якщо q_aO_2 у собак при диханні сумішшю із 14,5% O_2 знижувався у порівняно незначній мірі (на 1—5 хв — на 2—3%, на 25—40 хв — на 13—18%), то при 10,9% O_2 — більш різкіше (на 1—5 хв на 7—10%, на 25—40 хв — на 19—24%) та ще більше —

при 7,8% (на 1—5 хв — на 10—23%, на 25—40 хв — на 38—40%). Приблизно аналогічний характер мали й зміни $q_{\bar{v}}O_2$, тільки ступінь зниження цього показника був більше вираженим, ніж такі ж зміни q_aO_2 при тій же газовій суміші.

Дуже характерні для кожної з цих трьох газових сумішей зміни $q_{(a-\bar{v})}O_2$ (рис. 2). При диханні 14,5% O_2 споживання кисню загалом практично зберігалось на вихідному рівні, трохи (на 4—6%) знижуючись на 25—40 хв і знову підвищуючись наприкінці гіпоксичного періоду. При 10,9% O_2 споживання кисню після значного (на 26%) зниження на 1 хв досягало норми на 12 хв, потім, по аналогії з попередньою сумішшю, дещо (на 7—9%) знизилось на 25 та 40 хв і майже досягало початкового рівня наприкінці годинної експозиції до гіпоксії. При 7,8% O_2 у газовій суміші $q_{(a-\bar{v})}O_2$ невинно знижувалося у динаміці гіпоксичного періоду, будучи на 40 хв на 21% нижче нормального рівня, проте на 60 хв воно, як і в попередніх серіях дослідів, дещо підвищилось.

Обговорення результатів досліджень

Аналіз результатів проведених експериментів показав, що перехід з дихання атмосферним повітрям на газові суміші із зниженим парціальним тиском кисню позначається на зменшенні величини вмісту й насичення киснем артеріальної та змішаної венозної крові. Приблизно такі ж показники S_aO_2 , що й в наших дослідах, наводять при приблизно таких же газових сумішах й інші дослідники. Так, було показано [6], що при прогресуючому зниженні вмісту кисню у газовій суміші до 12,5% S_aO_2 у собак середнього віку знижувалося до 83—81%, при дальшому зниженні від 11,5 до 8,8% $O_2S_aO_2$ падало до 78—70%, а від 8,5% O_2 — нижче 60%. За іншими даними [17], при диханні собак сумішшю із 10—8% $O_2S_aO_2$ знижувалося приблизно до 72—67%, або, у середньому, до 74,6% також при 10% O_2 [18], або до 71—30% при диханні 7,0—6,5 O_2 [1]. Дещо менші величини S_aO_2 були відзначені в інших дослідах [19]: 69% при суміші з 11,5% O_2 і 49% — при 8,0% O_2 . Правда, у певній мірі це можна пояснити більш низьким вихідним рівнем S_aO_2 у досліджених цим автором собак (у середньому, 86%).

Порівняно високий рівень насичення киснем артеріальної крові, що спостерігалось у кожній з трьох серій дослідів (а, особливо, при диханні сумішшю із 7,8% O_2), у значній мірі пояснюється вираженим посиленням функції зовнішнього дихання. За даними С. М. Вишняк, хвилинний об'єм дихання (ХОД) у цих же собак збільшився порівняно з нормою приблизно на 28—41% при диханні сумішшю з 14,5% O_2 , на 54—66% — при 10,9% O_2 і на 124—143% — при 7,8% O_2 . Відзначене наприкінці годинного гіпоксичного періоду деяке підвищення S_aO_2 , очевидно, пояснюється ще більшим зростанням ХОД у цей час (на 60 хв ХОД при диханні сумішшю з 14,5% O_2 перевищив норму на 75%, при 10,9% O_2 — 100% і при 7,8% O_2 — на 162%).

Зменшення показників вмісту кисню в артеріальній та змішаній венозній крові, більш помітне при різкій гіпоксії, привело до зниження хвилинного транспорту кисню кров'ю. Значну роль у цьому зниженні b_aO_2 і $q_{\bar{v}}O_2$ відіграє зменшення хвилинного об'єму кровообігу (М. М. Когановська) у цих собак, особливо виражене у другій половині годинної гіпоксичної експозиції та при диханні сумішами з більш різким зниженням вмісту кисню.

Відзначене зниження ХОК після початкового короткочасного його підвищення при диханні усіма трьома газовими сумішами, що зумовило, незважаючи на виражене посилення функції зовнішнього дихання, зменшення доставки тканинам кисню з артеріальною кров'ю, все ж не

привело до значного, особливо при повітрі, включенні збільшення утилізації, в чому сприяє відносно низькому рівню споживання кисню транспорту.

Цікаво, що при диханні артеріальною кров'ю не змінювалося вмісту кисню сумішшю із 10,9% O_2 знижувалося, при 7,8% O_2 та при зменшувалося. При споживанні кисню на падіння споживання при зниженні S_aO_2 зниження споживання [17]. Навпаки таке сумішшю із 11,5% рівня насичення к

Окремо слід сказати про те, що при 26% O_2 зміни сумішшю із 10,9% O_2 чини зниження цієї суміші при 7,8% O_2 не виявлено. Справа в тому, що при зниженні вмісту кисню в крові різкого падіння S_aO_2 це явище не виявлено. При 10,9% O_2 — у п'яті хв і в чотирьох окремих дослідів іноді реєструвалося зниження S_aO_2 ксичною сумішшю факт значного, але не має місце на 1 хв при зниженні pO_2 і, в деяких гіпоксії. Це явище, очевидно, пояснюється тим, що при диханні газовими сумішами найбільше посилення функції зовнішнього дихання з одного боку, з другого, — підвищення вмісту кисню в крові.

Аналогічне явище спостерігалось при 2—5 хв дихання і кисню знижувалося (М. С.), а потім підвищувалося. Ця роль у цьому процесі, пов'язані з процесами в органах та тканинах. Показано [11], що при швидко розвинутому гіпоксії із 6—7% O_2 , в процесі кровопостачання

привело до значного падіння рівня споживання кисню. Тут добре видно, особливо при більш різкому ступені зниження pO_2 у вдихуваному повітрі, включення іншого механізму забезпечення тканин киснем — збільшення утилізації кисню з притікаючої до тканин крові. Це багато в чому сприяє відносному затриманню або порівняно незначному зниженню рівня споживання кисню навіть при значному падінні хвилинного транспорту кисню кров'ю.

Цікаво, що при диханні сумішшю із 14,5% O_2 , коли насичення киснем артеріальної крові досягало 80—84%, споживання кисню практично не змінювалося на протязі всього гіпоксичного періоду, при диханні сумішшю із 10,9% O_2 , і при падінні S_aO_2 до 73—77% споживання кисню знижувалося незначною мірою, і тільки при диханні сумішшю із 7,8% O_2 та при зниженні S_aO_2 до 62—65% споживання кисню помітно зменшувалося. Приблизно такий же гіпоксемічний поріг зниження споживання кисню наводять й інші автори [28], які спостерігали початок падіння споживання кисню у наркотизованих також хлоразолою собак при зниженні S_aO_2 до 80—65% і менше. Не було відзначено істотного зниження споживання кисню і при диханні собак сумішшю із 10% O_2 [17]. Навпаки таке зниження спостерігали [19] навіть при диханні собак сумішшю із 11,5% O_2 , проте у цих дослідках гіпоксемія вже досягала рівня насичення кисню, який становив 69%.

Окремо слід сказати про незрозуміле на перший погляд явище різкого (на 26%) зменшення споживання кисню у собак на 1 хв дихання сумішшю із 10,9% O_2 . Правда, при ретельному аналізі можна відзначити зниження цього показника на 1 хв при 14,5% O_2 у суміші та на 5 хв при 7,8% O_2 у суміші, після чого відбувалося деяке його підвищення. Справа в тому, що в перші хвилини дихання газовими сумішами із зниженим вмістом кисню у ряді експериментів вдалося підмітити випадки різкого падіння споживання кисню. Так, при диханні сумішшю із 14,5% O_2 це явище було відзначено на 1 хв у двох випадках із п'яти, при 10,9% O_2 — у п'яти із шести, при 7,8% O_2 — у трьох випадках із шести на 1 хв і в чотирьох — на 5 хв. Причому зменшення цього показника в окремих дослідках доходило навіть до 35—55% від вихідної величини й іноді реєструвалося нами на 1 хв, іноді — на 5 хв дихання газовою гіпоксичною сумішшю. Можна гадати, виходячи з даних наших дослідів, що факт значного, але короткотривалого зменшення споживання кисню дійсно має місце на перших порах після переходу на дихання сумішами із зниженням pO_2 і, як видно, частіше трапляється при більш різких ступенях гіпоксії. Це тим більш цікаво, що саме на перших хвилинах дихання газовими сумішами у досліджуваних нами тварин спостерігалось найбільше посилення діяльності зовнішнього дихання і кровообігу, що, з одного боку, забезпечувало організм більшою кількістю кисню, а, з другого, — підвищувало потребу посилено функціонуючої м'язової тканини в кисні.

Аналогічне явище було відзначено раніше [4] у людей в перші 2—5 хв дихання газовими сумішами з 9,72—8,62% O_2 , коли споживання кисню знижувалося до 58—63% від вихідного рівня (розрахунок наш — М. С.), а потім підвищувалося до норми або більше. Можливо, головну роль у цьому відіграють по-різному виражені місцеві зміни газообміну, пов'язані певною мірою із змінами кровопостачання у різних органах та тканинах за умов кисневої недостатності, що швидко настала. Показано [11], що в умовах так званої гострої гіпоксемії, яка дуже швидко розвинулась, у наркотизованих собак при диханні сумішами із 6—7% O_2 , в перші хвилини здебільшого спостерігається посилення кровопостачання мозку та серцевого м'яза і зменшення кровопостачан-

ня у м'язах кінцівок, печінці, нирках, кишечнику. Вважають [11], що при цьому знижується споживання кисню мозком та м'язовою тканиною кінцівок. Природно, що це повинно позначитися й на зниженні загального рівня споживання кисню організмом.

Оскільки проби крові для аналізу брали на першій і п'ятій хвили- нах, а не частіше, це не дозволило зробити чіткого висновку про за- номірність цього, здається, дуже короткочасного явища. Випадковий збіг цього зниження споживання кисню майже у всіх тварин на 1 хв при диханні сумішшю із 10,9% O_2 призвів до прояву цього явища і в серед- ніх показниках при застосуванні згаданої суміші.

Отже, проведені експерименти показали, що перехід з дихання атмосферним повітрям на дихання газовими сумішами із зниженим вмі- стом pO_2 позначився у наркотизованих собак середнього віку перш за все на зниженні вмісту і насичення киснем артеріальної і змішаної ве- нозної крові. Проте, помітне посилення функції зовнішнього дихання дозволило зберегти певний, хоча й знижений рівень цих кисневих пара- метрів артеріальної крові. Спостережуване в динаміці цього періоду прогресуюче зменшення хвилинного об'єму кровообігу призвело до про- гресуючого зниження транспорту кисню артеріальною та змішаною ве- нозною кров'ю. Незважаючи на це, споживання кисню організмом, особливо при менш різких ступенях зниження pO_2 у газових сумішах, практично зберігалось або незначно знижувалось у порівнянні з вихід- ним рівнем, що значною мірою було зумовлено більш високою, ніж у нормі, утилізацією кисню тканинами з притікаючої до них крові. В окремих випадках, особливо при більш різкому зниженні pO_2 у газових сумішах, вдалося відзначити короткочасне початкове зменшення спожи- вання кисню з дальшим його підвищенням до або майже до вихідного рівня. Цей останній факт, мабуть, заслуговує особливої уваги.

Література

1. Блинова А. М., Ардашникова Л. И., Аронова Г. Н., Волл М. М.— Бюлл. exper. биол. и мед., 1944, 17, 6, 47.
2. Блинова А. М., Павловская С. В. — В сб.: Влияние высокой температу- ры на животный организм и организм человека, М.—Л., 1934, 1, 94.
3. Западнюк И. П., Западнюк В. И., Захария Е. А.—Лабораторные жи- вотные, их разведение, содержание и использование в эксперименте, К., 1962.
4. Кандрор И. С., Шик Л. Л. — В сб.: К регуляции дыхания, кровообращения и газообмена, М., 1948, 189.
5. Когановська М. М., Туранов В. В.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 3, 307.
6. Лауэр Н. В., Колчинская А. З., Туранов В. В.—В сб.: Кислородная недостаточность, К., 1963, 147.
7. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.—Нейро-гуморальная регуляция в онто- генезе, Матер. симпози., К., 1964, 29.
8. Лауэр Н. В., Колчинська А. З.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 3, 289.
9. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.—В сб.: Регуляция вегетативных и ани- мальных функций в онтогенезе, М.—Л., 1966, 81.
10. Лауэр Н. В., Колчинская А. З. — В сб.: Кислородный режим организма и его регулирование, К., 1966, 3.
11. Маршак М. Е., Ардашникова Л. И., Аронова Г. Н., Блинова А. М., Волл М. М.—В сб.: К регуляции дыхания, кровообращения и газообмена, М., 1948, 65.
12. Назаренко А. І.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1967, 13, 6, 774.
13. Середенко М. М. — Возрастные особенности реакции старческого организма на недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе. Автореф. дисс., К., 1965.
14. Смирнская Е. М.—Архив патол., 1946, 8, 1—2, 12.
15. Сыркина П. Е.—Газовый анализ в медицинской практике, М., 1956.
16. Albers C., Usinger W.—Pflüg. Arch., 1956, 263, 2, 201.
17. Antognetti P. F., Bandiera G., Balestreri R., Marcenaro A.—Arch. «E. Maragliano» patol. e clin., 1959, 15, 5, 1505.
18. Кадзухиро Я.—Japan Circulat. J., 1965, 29, 7, 627.

19. Cain S. M.—Amer.
20. Eppinger E.—L
21. Evonuk E., Im
- Physiol., 1961, 16, 2,
22. Kenney R. A., N
- 1—2, 27.
23. Lewis B. M., Go
24. MacIntyre W. J.,
25. Moore J. W., Kin
- J. Physiol., 1929, 89,
26. Murray J. F., Go
27. Nagy S., Tarnol
- 4, 379.
28. Pasargiklian M
- ringhelli G., De
29. Pritchard W. H.
- 1955, 46, 939.

ХАРАКТЕРИСТИКА В УСЛОВИЯХ СНИ

Отдел возрастной

В опытах на 17 со-
козом (70—85 мг/кг),
при даче животным для
на протяжении 60 мин.

Показано, что дых-
жения содержания и
крови, выраженном тем-
динамике гипоксического
кровообращения привело
риальной и смешанной
да тканям, потребление
снижения pO_2 во вдых-
понижалось по сравнению
валось повышением ути-
более значительном сни-
женное первоначальное
усиления функции внеш-
с реакциями перераспре-
пающими при резком сни-

CHARAC- IN DOGS UNDER

Department of Age
A

In experiments on
85 mg/kg) the author st-
the animals were given
oxygen for respiration d

19. Cain S. M.—Amer. J. Physiol., 1965, 209, 3, 604.
20. Eppinger E.—Цит. по Блиновой А. М. и Павловской С. В., 1927, 1934.
21. Evonuk E., Imig C. J., Greenfield W., Eckstein J. W.—J. Appl. Physiol., 1961, 16, 2, 271.
22. Kenney R. A., Neil E., Schweitzer A.—J. Physiol. (London), 1951, 114, 1—2, 27.
23. Lewis B. M., Gorlin R.—Amer. J. Physiol., 1952, 70, 3, 574.
24. MacIntyre W. J., Pritchard W. H., Moir T. W.—Circulation, 1958, 18, 1139.
25. Moore J. W., Kinsman J. M., Hamilton W. F., Spurling R. G.—Amer. J. Physiol., 1929, 89, 331.
26. Murray J. F., Gold P., Johnson B. L.—J. Clin. Invest., 1963, 42, 7, 1150.
27. Nagy S., Tarnoki K., Petri J.—Acta physiol. Acad. Sci. Hung., 1965, 28, 4, 379.
28. Pasargiklian M., Binda G., Gastelfranco M., Cornia G., Chirringhelli G., De Matteis M., Luna F.—Folia cardiolo., 1956, 15, 6, 661.
29. Pritchard W. H., MacIntyre W. J., Moir T. W.—J. Lab. Clin. Med., 1955, 46, 939.

ХАРАКТЕРИСТИКА КИСЛОРОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРОВИ У СОБАК В УСЛОВИЯХ СНИЖЕНИЯ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ВО ВДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ

М. М. Середенко

Отдел возрастной физиологии Института физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Резюме

В опытах на 17 собаках среднего возраста, находящихся под хлоралозным наркозом (70—85 мг/кг), изучали характер изменения кислородных параметров крови при даче животным для дыхания газовых смесей азота с 14,5, 10,9 и 7,8% кислорода на протяжении 60 мин.

Показано, что дыхание гипоксическими газовыми смесями сказывалось на снижении содержания и насыщения кислородом артериальной и смешанной венозной крови, выраженном тем больше, чем резче была степень гипоксии. Наблюдаемое в динамике гипоксического периода прогрессирующее уменьшение минутного объема кровообращения привело к прогрессирующему снижению транспорта кислорода артериальной и смешанной венозной кровью. Несмотря на уменьшение доставки кислорода тканям, потребление кислорода организмом, особенно при менее резких степенях снижения pO_2 во вдыхаемом воздухе, практически сохранялось или незначительно понижалось по сравнению с исходным уровнем, что в определенной мере обуславливалось повышением утилизации кислорода из крови. В ряде случаев, особенно при более значительном снижении pO_2 в газовых смесях, удалось подметить кратковременное первоначальное уменьшение потребления кислорода на фоне значительного усиления функции внешнего дыхания и гемодинамики. Возможно, этот факт связан с реакциями перераспределения кровоснабжения различных органов и тканей, наступающими при резком снижении pO_2 во вдыхаемом воздухе.

CHARACTERISTIC OF BLOOD OXYGEN PARAMETERS IN DOGS UNDER CONDITIONS OF OXYGEN PARTIAL PRESSURE DROP IN INSPIRED AIR

М. М. Seredenko

Department of Age Physiology, the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR, Kiev

Summary

In experiments on 17 dogs of middle age being under chloralose narcosis (70—85 mg/kg) the author studied the character of change in blood oxygen parameters when the animals were given gaseous mixtures of nitrogen with 14.5%, 10.9% and 7.8% of oxygen for respiration during 60 minutes.

It is shown that respiration with hypoxic gaseous mixtures caused the decrease of oxygen content and arterial and mixed venous oxygen saturation. The decrease is the greater, the sharper is the hypoxia degree. The progressing decrease in the cardiac output observed in the dynamics of a hypoxic period resulted in a progressing drop of arterial and mixed venous oxygen transport. In spite of the drop in the oxygen supply of tissues, oxygen consumption by an organism, especially at less sharp degrees of pO_2 drop in inspired air, practically was the same or considerably lower as compared with the initial level, which to a certain extent was due to the increase in oxygen utilization from blood. In some cases, particularly at a more considerable drop of pO_2 in gaseous mixtures, the author succeeded in noticing short initial decrease in oxygen consumption against the background of essential strengthening of the function of respiration and hemodynamics. This fact is, possibly, connected with redistribution reactions in blood supply of different organs and tissues following a sharp drop of pO_2 in inspired air.

ПРО ПОРУШЕННЯ ВЕГЕТАТИВНОЇ

Г. Д. Дінаб

Відділ фізіології нейро

Колишні уявлення про важливість дихальних центрів, даними про досить давній часом вивчення мезенцефально-поніву, лімбічної системи, регуляції дихання. Сьогодні передньою комісурою, дорсальній частині мозку локалізується в окремому третього шара, в його вентральній частині і супраоптичної ділянки, так і пригнічення дихання в глибокому мозку. Проте, апаратів до вузької області, бути беззаперечною, ки гіпоталамуса вивчені авторами. За даними цієї дихання відіграє роль, гера та ін. [30]. Крім підвищенні дихальних уповільненні видихання — його частоту, стану гіпоталамуса, тальному пригніченняю Обергольцер, центра в довгастому мозку. Це узгоджується з впливом гіпоталамуса, чого є спостереження, подразненні гіпоталамуса, таламуса, аж до апное.

Питання про дихання мало уваги, наявність у хворих етіології, приступо