

ЗМІНИ ОСНОВНИХ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ЩЕНЯТ ПУБЕРТАТНОГО ВІКУ ПРИ ЗНИЖЕННІ ПАРЦІАЛЬНОГО ТИСКУ КИСНЮ В ПОВІТРІ

М. М. Когановська

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

Вивчення процесу становлення та розвитку механізмів, що регулюють кисневий режим організму [8—11], поставило перед нами завдання охарактеризувати роль системи кровообігу в регуляції кисневого режиму на основних етапах онтогенетичного розвитку. У цьому відношенні пубертатний період викликає особливий інтерес, як перехідний етап онтогенезу, протягом якого за відносно короткий строк відбувається перетворення юнацького організму на дорослу особу.

В літературі є небагато відомостей про стан системи кровообігу у людей та у тварин у період статевого дозрівання. Ці дані стосуються переважно частоти серцевих скорочень і артеріального тиску. Є лише поодинокі повідомлення про хвилинний об'єм крові у юнаків та дівчат і майже зовсім нема даних про величину об'ємної швидкості крові у пубертатних щенят.

З досліджень, проведених різними авторами на юнаках і дівчатах, а також на щенятах шести-семи місячного віку, можна побачити, що в пубертатному періоді, поряд з рисами, які об'єднують їх з дорослими тваринами, зберігаються ще і деякі особливості, притаманні більш ранньому періоду онтогенезу, а саме — більш частий пульс, більший хвилинний об'єм крові, віднесений до ваги тіла, або до його поверхні, нижчий артеріальний тиск і загальний периферичний опір судинної сітки [1, 3, 4, 5, 7, 13, 15].

З усіх гемодинамічних показників особливе значення для характеристики кисневого режиму організму має хвилинний об'єм крові, тому що саме він визначає величину хвилинної доставки кисню тканинам, що є істотним для задоволення досить інтенсивного споживання кисню в цьому віці.

Вивчення функціонального стану системи кровообігу в умовах дихання атмосферним повітрям не може дати однак відповіді на питання, наскільки здатний організм у пубертатному віці утримувати адекватну споживанню доставку кисню в змінених умовах навколишнього оточення, як наприклад при зниженні парціального тиску кисню (pO_2) в повітрі. Зниження pO_2 являє собою те навантаження, яке дає можливість виявити значення системи кровообігу, як одного з регуляторів кисневого режиму організму.

У цьому дослідженні ми вивчали вікові особливості реакції системи кровообігу на зниження pO_2 в навколишньому середовищі, сталість цієї реакції та її значення для регулювання кисневого режиму організму в пубертатний період.

Досліди проведені на 19 дорослих тваринах, вагою від 8,5 до 24 кг (контроль) і на 25 щенятах пубертатного віку, вагою від 5,5 до 18 кг. Досліджувані тварини перебували під хлоралозовим наркозом. Дорослі собаки одержували внутрішньо 70—80 мг/кг, а щенята 80—110 мг/кг хлоралози. Під наркозом робили трахеотомію, вводили катетер у праве передсердя і датчик з термістором у дугу аорти, вводили канюлю для вимірювання артеріального тиску у стегнову артерію і для забору проб — у сонну. Дослідження починали через 30—40 хв після закінчення операції.

Частоту серцевих скорочень (ЧС) і артеріальний тиск (АТ) визначали безперервно за допомогою електроманометра з тензодатчиком і реєстрували на ЕПП-09. Хвилинний об'єм крові визначали методом терморозведення і криву терморозведення записували на ЕПП-09 одночасно з ЧС і АТ. Загальний периферичний опір (ЗПО) обчислювали за формулою
$$\text{ЗПО} = \frac{\text{АТ} \cdot 60 \cdot 1333}{\text{МОК}} \text{ дин} \cdot \text{см}^{-5} \cdot \text{сек}^{-1}.$$

На цьому ж собачі визначали хвилинний об'єм дихання (ХОД) і альвеолярну вентиляцію (АВ), газовий склад видихуваного повітря (С. М. Вишняк), вміст та насичення киснем артеріальної крові (М. М. Середенко), вміст гемоглобіну та кількість еритроцитів (Ю. В. Семенов).

Досліди проведені у дві серії. В першій серії — собаки та щенята пубертатного віку дихали гіпоксичною газовою сумішшю, яка містила в середньому 14,5% O_2 в азоті на протязі години. В другій серії тваринам обох вікових груп давали більш гостру гіпоксичну суміш, яка містила 7,8% O_2 на протязі такого ж періоду часу.

Таблиця 1

Основні гемодинамічні показники дорослих собак і щенят пубертатного віку в умовах дихання атмосферним повітрям (середні дані)

Показник	Кількість тварин	Дорослі	Кількість тварин	Пубертатні
ХОК/кг, мл	10	123	17	169
ЧС, в 1 хв	11	133	18	182
СО/кг, мл	11	1,10	17	0,95
АТ, мм рт. ст.	12	141	17	122
СІ, л/м ²	12	2,32	16	3,32
ГЕ, л	11	2,08	16	1,64
КП, мл	10	0,69	15	0,66
ЗПО, дин · см ⁻⁵ · сек ⁻¹	12	6100	12	4520

У всіх піддослідних тварин перед подачею гіпоксичних сумішей декілька раз визначали основні гемодинамічні показники в умовах дихання атмосферним повітрям. Було показано, що в порівнянні з дорослими собаками для пубертатних щенят характерний більш частий пульс, нижчий артеріальний тиск, більший ХОК/кг і СІ л/м² і менший ЗПО (табл. 1). Слід зауважити, що середні величини ЗПО обчислювали окремо для собак і щенят, вагою до 10 кг і більше, тому що для собак малої ваги, незалежно від віку, характерний високий загальний периферичний тиск.

При зменшенні вмісту кисню в повітрі до 14,5%, pO_2 артеріальної крові у щенят знизилося з 85 до 53 мм рт. ст. на першій хвилині гіпоксії і до 42—41 мм рт. ст. у дальшому, тоді як у дорослих собак вдихання цієї ж газової суміші викликало менш гостре зниження pO_2 артеріальної крові, від 80 мм рт. ст. за нормальних умов до 53—50 мм рт. ст. при гіпоксії. При цьому були зареєстровані такі зміни основних гемодинамічних показників у щенят у порівнянні з дорослими собаками.

Як у дорослих собак, так і у щенят зміни хвилинного об'єму крові були спрямовані (після невеликого початкового підвищення) в бік його зменшення.

У дорослих собак початкове збільшення ХОК в середньому на 13% утримувалося протягом 5 хв гіпоксії, а потім ХОК починав знижуватися, і протягом усього гіпоксичного періоду його величина становила в середньому 80—85% від вихідної величини.

На відміну від дорослих тварин збільшення ХОК у щенят в середньому на 5% спостерігалось тільки на першій хвилині гіпоксії. Вже через 5 хв ХОК становив 90% від початкової величини, а потім він помітно знижувався і протягом всього гіпоксичного періоду його величина становила 74—63% від вихідної величини.

Збільшення частоти пульсу відзначалося в обох групах тварин вже на першій хвилині гіпоксичного періоду на 10—15%. Проте, на відміну від дорослих собак, у яких це прискорення утримувалося протягом кількох хвилин, у щенят на п'ятій хвилині гіпоксії ЧС поверталася до норми. Потім, до кінця гіпоксичного періоду і у дорослих собак і у щенят ЧС не відхилялася істотно від норми.

Систолічний об'єм (СО) не збільшувався ні у дорослих тварин, ні у щенят. Протягом гіпоксичного періоду СО до деякої міри зменшувався у щенят більш виразно, ніж у дорослих собак.

Зміни АТ виявляли загальну тенденцію до зниження у собак обох вікових груп. У дорослих собак АТ мало відрізнявся від норми і його найбільше зниження не перевищувало 10% від вихідної величини. У щенят АТ зберігався на вихідному рівні тільки протягом 5—10 хв гіпоксичного періоду, потім він досить різко знижувався і через 30 хв гіпоксії становив близько 80%, а через 60 хв — тільки 75% від вихідної величини.

ЗПО виявив тенденцію до збільшення як у дорослих тварин, так і щенят. Проте у дорослих собак у перші хвилини гіпоксичного періоду ЗПО знижувався в середньому до 78% від вихідної величини і лише потім починав підвищуватися, а у щенят пубертатного віку ЗПО починав збільшуватися з першої ж хвилини, досягав максимуму (126% від вихідної величини) на 20-й хвилині, а потім внаслідок деяких коливань ЗПО встановлювався на рівні, вище норми (табл. 2).

Вживання більш різкої суміші з 7,0% O_2 , призводило до більш чіткого зниження pO_2 артеріальної крові. У собак середнього віку pO_2 артеріальної крові знижувалося від 66 до 39 мм рт. ст. у перші хвилини гіпоксії і в дальшому до 32 мм рт. ст. (в середньому). У щенят вдихання цієї ж газової суміші викликало зниження pO_2 артеріальної крові від 87 до 44 мм рт. ст. на першій хвилині і 27—28 мм рт. ст. в дальшому, тобто більш стрімко, ніж у середньому віці.

У цих умовах вікові особливості в реакції гемодинаміки на одногодинну гіпоксію зберігали той самий характер, але були більш виразними.

Тоді як ХОК у дорослих собак, збільшившись на п'ятій хвилині гіпоксичного періоду в середньому на 14%, зберігався в межах норми протягом півгодини і тільки потім починав знижуватися, досягаючи на 60-й хвилині гіпоксичного періоду 76% від норми, у щенят пубертатного віку ХОК зовсім не збільшувався. Вже через 5 хв його величина становила в середньому 90% від вихідної і потім на протязі всього гіпоксичного періоду — близько 80% норми.

ЧС у дорослих собак, збільшившись на першій хвилині гіпоксичного періоду в середньому на 10%, залишалася збільшеною протягом півгодини. У щенят, після невеликого початкового прискорення пульсу, вже через 5 хв ЧС мало відрізнялася від вихідної і потім при невеликих коливаннях зберігалася в межах норми до кінця.

СО зменшувався у тварин обох вікових груп.

Вікові особливості змін АТ виявлялися в тому, що у дорослих собак АТ в перші хвилини гіпоксії збільшувався в середньому на 13% і через 20 хв повертався до норми; зниження АТ починалося після 40 хв гіпоксичного періоду.

Таблиця 2

Зміни основних гемодинамічних показників у собак середнього і щенят пубертатного віку при вдиханні газової суміші з 14,5% O₂ (середні дані)

Показник	Вік	Норма	Піксичний період, хв											
			1	5	12	20	25	30	35	40	45	50	55	60
ХОК мл/кг	Д	127	144	144	119	107	115	102	104	110	—	100	91	105
	П	156	164	140	120	111	114	103	108	108	109	94	97	97
ЧС, за 1 хв	Д%	100	113	113	94	84	90	80	82	86	—	79	72	82
	П%	100	105	90	77	71	73	66	69	69	70	60	62	62
СО/кг, мл	Д	125	142	144	129	129	126	128	126	123	122	120	123	125
	П	184	202	184	186	184	178	181	182	181	183	180	152	190
АТ мм рт. ст.	Д%	100	113	115	103	103	101	102	101	98	97	96	98	100
	П%	100	110	100	101	101	97	98	99	98	100	98	83	103
ЗПО дин·см ⁻⁵ ·сек ⁻¹	Д	1,03	1,03	1,04	0,95	0,85	0,93	0,82	0,83	0,91	0,97	—	0,74	0,85
	П	0,86	0,86	0,79	0,65	0,63	0,65	0,66	0,64	0,60	0,63	0,53	0,60	0,57
АТ мм рт. ст.	Д%	100	100	101	92	82	90	80	81	88	94	62	72	82
	П%	100	100	92	97	73	76	77	75	70	73	—	70	66
ЗПО дин·см ⁻⁵ ·сек ⁻¹	Д	153	151	150	143	142	143	138	142	142	140	—	142	140
	П	118	119	118	116	108	97	96	96	95	96	92	92	88
ЗПО дин·см ⁻⁵ ·сек ⁻¹	Д%	100	99	98	94	93	94	90	93	93	91	—	93	91
	П%	100	101	100	98	91	82	81	81	80	81	78	78	75
ГЕ, л	Д	5250	4600	4030	5500	5800	5530	6180	6000	5630	—	—	7050	6000
	П	4350	4830	5400	5400	5800	4500	4950	4950	5500	5000	4870	—	4500
ГЕ, л	Д%	100	88	77	105	110	106	117	114	107	—	—	134	114
	П%	100	111	124	124	133	103	114	114	126	115	112	—	103
КП/кг, мл	Д	2,45	2,83	2,83	1,90	1,80	1,80	1,80	1,80	1,72	—	—	—	1,65
	П	1,75	2,05	2,05	1,77	1,69	1,69	1,69	1,69	1,48	—	—	—	1,15
КП/кг, мл	Д%	100	115	115	78	73	73	73	73	70	—	—	—	68
	П%	100	117	117	101	97	97	97	97	85	—	—	—	66
q _a O ₂ мл/кг/хв	Д	0,86	0,67	0,67	0,98	1,01	1,01	1,01	1,01	1,05	—	—	—	1,08
	П	0,57	0,55	0,54	0,54	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	—	—	—	0,56
q _t O ₂ мл/кг/хв	Д%	100	78	78	114	117	117	117	117	122	—	—	—	125
	П%	100	96	96	95	91	91	91	91	93	—	—	—	98
q _t O ₂ мл/кг/хв	Д	26,0	26,2	26,2	22,5	23,3	23,3	23,3	23,3	22,2	—	—	—	18,6
	П	29,4	26,2	20,6	18,4	17,0	17,0	17,0	17,0	16,0	—	—	—	15,3
q _t O ₂ мл/кг/хв	Д%	100	97	97	84	87	87	87	87	83	—	—	—	69
	П%	100	89	70	63	58	58	58	58	54	—	—	—	52
q _t O ₂ мл/кг/хв	Д	6,6	6,5	6,7	6,6	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	—	—	—	6,8
	П	8,5	7,1	6,8	6,8	7,3	7,3	7,3	7,3	7,5	—	—	—	7,3
q _t O ₂ мл/кг/хв	Д%	100	98	101	100	95	95	95	95	94	—	—	—	103
	П%	100	84	80	80	86	86	86	86	88	—	—	—	80

Таблиця 3

Зміни показників гемодинаміки у собак середнього і щенят пубертатного віку при вдиханні газової суміші з 7,8% O₂ (середні дані)

Показник	Вік	Норма	Гіпоксичний період, хв											
			1	5	12	20	25	30	35	40	45	50	55	60
ХОК <i>мл/кг</i>	Д	135	145	153	137	131	138	117	118	109	109	104	102	103
	П	183	165	154	148	145	158	145	145	144	—	151	148	145
ЧС за 1 хв	Д%	100	107	101	97	87	102	87	100	81	81	77	76	76
	П%	100	90	84	81	79	86	79	79	79	—	83	81	79
Д	Д	137	164	157	160	163	158	166	155	155	136	136	131	132
	П	180	211	190	173	170	174	177	182	186	185	180	181	180
Д%	Д	100	120	115	117	119	115	121	113	113	99	99	96	96
	П%	100	117	106	96	94	97	98	101	103	103	100	100	100
СО/кг, <i>мл</i>	Д	1,00	0,91	0,98	0,86	0,85	0,89	0,72	0,65	0,70	0,80	—	0,79	0,71
	П	0,97	0,78	0,93	0,89	0,87	0,97	0,88	0,85	0,82	0,86	—	0,93	0,74
Д%	Д	100	91	98	86	85	89	72	65	70	80	—	79	71
	П%	100	80	96	92	90	100	91	88	84	89	82	96	76
АТ <i>мм рт. ст.</i>	Д	136	145	154	143	137	133	133	137	132	121	114	108	109
	П	126	125	127	113	104	110	109	111	112	113	111	111	108
Д%	Д	100	107	113	105	100	98	96	100	97	89	84	80	80
	П%	100	99	101	90	83	87	87	88	89	90	88	88	86
ЗПО <i>дин · см⁻⁵ · сек⁻¹</i>	Д	5600	5900	6000	6000	6500	5700	7180	7550	7550	6600	6150	1120	5650
	П	4100	4630	4650	4500	4500	4430	4500	4300	4450	4450	4850	4500	4620
Д%	Д	100	100	107	113	110	102	128	135	135	118	110	110	101
	П%	100	113	119	113	110	108	109	105	108	108	118	109	113
ГЕ, <i>л</i>	Д	2,12	1,85	1,74	1,74	—	1,32	—	—	—	—	—	—	—
	П	1,76	1,70	2,12	2,12	—	2,44	—	—	2,16	—	—	—	1,37
Д%	Д	100	87	82	82	—	62	—	—	123	—	—	—	—
	П%	100	97	120	120	—	138	—	—	—	—	—	—	78
КП, <i>мл</i>	Д	0,85	0,24	0,77	0,77	—	0,72	—	—	—	—	—	—	—
	П	0,62	—	0,44	0,44	—	0,56	—	—	0,57	—	—	—	0,61
Д%	Д	100	39	71	91	—	85	—	—	—	—	—	—	—
	П%	100	19,6	17,3	17,3	—	90	—	—	92	—	—	—	98
q _a O ₂ /кг, <i>мл</i>	Д	25,3	22,7	19,6	17,3	—	15,6	—	—	15,2	—	—	—	15,5
	П	29,5	24,0	18,7	14,8	—	14,7	—	—	15,8	—	—	—	14,2
Д%	Д	100	90	78	69	—	62	—	—	60	—	—	—	61
	П%	100	81	63	50	—	50	—	—	53	—	—	—	48
q _t O ₂ <i>мл/кг/хв</i>	Д	7,8	7,3	6,6	6,9	—	7,0	—	—	6,2	—	—	—	6,6
	П	8,7	8,6	7,6	6,5	—	6,7	—	—	6,6	—	—	—	6,7
Д%	Д	100	93	84	88	—	90	—	—	79	—	—	—	85
	П%	100	99	87	74	—	77	—	—	76	—	—	—	77

У щенят не було початкового збільшення АТ і зниження його починалося вже через 12 хв дихання гіпоксичною сумішшю.

Щодо змін ЗПО, то хоч при різкому ступені гіпоксії у дорослих собак не виявлялося початкового зниження ЗПО, слід все ж відзначити, що у щенят він почав збільшуватися вже з першої ж хвилини гіпоксії, досягав максимуму (119% від норми) на п'ятій хвилині і після цього зберігався на досить сталому рівні, трохи вище норми, до кінця гіпоксичного періоду (табл. 3).

Таким чином можна прийти до висновку, що ХОК у щенят пубертатного віку, незважаючи на його більш високі показники в нормі, менш стійкий за умов гіпоксії і знижується протягом гіпоксичного періоду більшою мірою, ніж у дорослих собак. Прискорення пульсу було короткочасним і нестійким. СО зменшувався більш виразно, ніж у дорослих тварин. Щенята пубертатного віку не збільшували при гіпоксії АТ і не були спроможні зберігати його величину на вихідному рівні. Тенденція до зниження АТ при гіпоксії в пубертатному періоді онтогенезу виявлялася більш різко, ніж у дорослих тварин. У щенят була також відзначена більш виразна тенденція до збільшення ЗПО.

Вивчення системи кровообігу, як одного з регуляторів кисневого режиму організму, привертає увагу до питання, яким чином зміни основних гемодинамічних параметрів при зниженні pO_2 в повітрі впливають на доставку кисню тканинам і як складаються взаємовідношення між кровоструменем, що приносить цей кисень, і споживанням кисню.

Порівняння величини хвилинної доставки кисню кровоструменем тканинам у дорослих собак і у щенят пубертатного віку показало, що, незважаючи на більш інтенсивну доставку кисню тканинам в умовах дихання атмосферним повітрям, при зниженні pO_2 в повітрі доставка кисню тканинам у щенят зменшується більш різко, ніж у дорослих тварин і стає меншою, ніж у дорослих.

Велике значення для функціональної характеристики системи гемодинаміки мають співвідношення між величиною хвилинного кровоструменя і споживання кисню (ГЕ). Одержані дані свідчать про те, що у щенят пубертатного віку ГЕ за нормальних умов менший, ніж у дорослих тварин, тобто однакову кількість кисню тканини пубертатного щеняти одержують з меншої кількості циркулюючої крові (табл. 1).

При вдихуванні суміші, яка містить 14,5% кисню і у дорослих собак, і у щенят в перші хвилини гіпоксії в деяких випадках спостерігалося невелике збільшення ГЕ, що вказує на менш економні співвідношення між кровоструменем і споживанням кисню на початку гіпоксичного періоду.

При більш гострій гіпоксії (вдихання газової суміші з 7,8% O_2) збільшення ГЕ у щенят пубертатного віку досягає свого максимуму на 12—25-й хвилинах гіпоксії, після чого настає більш різке його зменшення.

Отже, незважаючи на більш сприятливі співвідношення між величиною кровоструменя і споживанням кисню у щенят в умовах дихання атмосферним повітрям, зниження pO_2 , у вдихуваному повітрі призводить не тільки до різкого зниження доставки кисню тканинам, але й до погіршення взаємовідношень між хвилинним об'ємом крові і споживанням кисню.

Зіставлення величин співвідношення між хвилинною доставкою і споживанням кисню у дорослих собак і у пубертатних щенят показало, що за нормальних умов хвилинна доставка кисню у щенят була більшою, ніж його споживання в 4,4—3,6 рази, тоді як у дорослих собак — у чотири-п'ять раз. При вдиханні гіпоксичної суміші це співвідношення

зменшилось у собак обох вікових груп. Проте, якщо порівняти співвідношення між доставкою і споживанням кисню у дорослих собак і у щенят, то можна побачити, що у щенят зменшення цього відношення менш помітно, ніж у дорослих собак.

Дані, одержані в цьому дослідженні на щенятах, підтверджують одержані нами раніше відомості про зміни в системі кровообігу, які настають в юнацькому організмі при зниженні pO_2 в повітрі [4].

Обслідування юнаків та дівчат 16—17 років протягом їх двотижневого перебування в горах показало, що зниження pO_2 в повітрі (с. Терскол — 2000 м над рівнем моря) викликало у них деяке уповільнення частоти пульсу, зниження артеріального тиску, зменшення хвилинного об'єму крові (визначеного за формулою Старра, модифікованою для дитячого віку Пугіною) і збільшення периферичного опору прекапілярів.

Велике значення для оцінки реакції системи гемодинаміки на гіпоксичний подразник має сила і тривалість його дії, а також метод, за допомогою якого визначали хвилинний об'єм крові. В раніше проведених нами дослідженнях на пубертатних щенятах [6], гіпоксичний подразник подавали окремими поштовхами, причому сила подразнення поступово збільшувалася. У цих дослідах тварини вдихували ряд газових сумішей, у яких вміст O_2 /хв поступово знижувався (16,2; 12,4; 9,6; 7,5 та 5,5%). Кожну суміш тварина вдихувала протягом 5хв. Хвилинний об'єм крові визначали прямим методом Фіка. Така модель гіпоксії була вигідна для визначення величин порогового і максимального подразнення. Було показано, що для щенят пубертатного віку характерний більш високий поріг гіпоксичної дії, необхідний для збільшення хвилинного об'єму крові, і що він збільшується у щенят менш інтенсивно, ніж у дорослих собак. Проте, ця модель дослідження не давала можливості виявити динаміку реакції кровоструменя на гіпоксію та її стійкість протягом досить довгого періоду. Для цього був необхідний такий метод визначення хвилинного об'єму крові, який давав би можливість багаторазового вимірювання його протягом експерименту. Такі переваги має метод терморозведення, який за останні роки набув визнання в багатьох лабораторіях [2, 14, 16, 17].

Одержані нами дані, як у цьому дослідженні, так і при обслідуванні юнаків і дівчат у Терсколі (1965) показали, що в жодному випадку не було компенсаторного посилення кровоструменя і хвилинна доставка кисню тканинам зменшувалася, незважаючи на збільшення артеріовенозної різниці за киснем [12].

Слід відзначити, що хоч за умов дихання атмосферним повітрям і ХОК і ЧС в пубертатному періоді більш високі ніж у дорослих тварин, при зниженні pO_2 в повітрі щенята перебувають у гіршому стані, ніж дорослі собаки. У щенят більш різко зменшується доставка кисню тканинам, ніж у дорослих тварин, і співвідношення між величинами кровоструменя і споживанням кисню стають менш економічними, тобто для одержання однакової кількості кисню у щенят крізь тканини має пройти більша кількість крові.

Більш високий хвилинний кровоструміль у нормі дає можливість навіть при більш різкому його зниженні під час гіпоксичного періоду зберегти в абсолютних цифрах близький за величиною до дорослих собак хвилинний об'єм крові. Так, якщо в першій серії дослідів середня величина ХОК у щенят становила 156 мл/кг/хв, а у собак середнього віку тільки 127 мг/кг/хв, то через годину вдихання газової суміші (14,5% O_2) ХОК/кг у щенят досягав у середньому 97—99 мл/кг/хв, що мало відрізнялось від величини ХОК/кг у дорослих собак при цьому ж

ступені гіпоксії (табл. 2). При більш різкій гіпоксії це не виявлялось з такою чіткістю. Все ж можна припустити, що подібно до тварин, які перебувають у ранньому періоді онтогенезу, пубертатні щенята в деякій мірі використовують для підвищення своєї стійкості до гіпоксії високі вихідні показники гемодинаміки.

Література

1. Барский О. Б.—Врач. дело, 1964, 1, 112.
2. Берштейн С. А.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1966, 12, 5, 649.
3. Израэлян Л. Г.—Анатомо-физиол. даты детского возраста, М., 1959.
4. Когановська М. М.—Мат. VIII научн. конфер. по возр. морфол. физиол. и биохимии, М., 1967.
5. Когановская М. М., Туранов В. В. — Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 3, 312.
6. Когановська М. М., Туранов В. В. Фізіол. журн. АН УРСР, 1966, 12, 5, 632.
7. Колчинская А. З.—Недостаток кислорода и возраст, К., 1964.
8. Лауэр Н. В., Колчинская А. З. — Нейрогуморальная регуляция в онтогенезе, Мат. симпозиума, К., 1964, 29.
9. Лауэр Н. В., Колчинська А. З.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 3, 290.
10. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.—О кислородном режиме организма и его регулировании в разные возрастные периоды, «Наука», Л., 1966.
11. Лауэр Н. В., Колчинская А. З. — В сб.: Кислородный режим организма и его регулирование, К., 1966.
12. Середенко М. М.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1969, 15, 1.
13. Шалков Н. А.—Вопр. физиол. и патол. дыхания у детей, Медгиз, 1957.
14. Helmreich E.—Physiol. des Kindesalters, Berlin, 1931, 5, 183.
15. Goodyer A., Huvos A., Eckhardt W., Ostberg R.—Circul. Res., 1959, 7, 432.
16. Fegler G.—Quart. J. Exper. Physiol., 1954, 39, 153.
17. Khalil H., Richardson T., Guyton A.—J. Appl. Phys., 1966, 21, 3.

Надійшла до редакції
15.I 1968 р.

ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЩЕНКОВ ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА ПРИ СНИЖЕНИИ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В ВОЗДУХЕ

М. М. Когановская

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

Резюме

Нами изучались возрастные особенности реакции системы кровообращения на снижение pO_2 во вдыхаемом воздухе, устойчивость этой реакции и ее значение для регулирования кислородного режима в пубертатном периоде развития организма.

Опыты проведены на щенках шести-семи месяцев и на взрослых собаках (контроль), находящихся под хлоралозовым наркозом. Гипоксическое состояние создавалось вдыханием смеси азота с 14,5 или 7,8% O_2 в течение часа. Определяли частоту сердцебиений (ЧС), артериальное давление (АД), минутный объем крови (МОК) и рассчитывали систолический объем (СО) и общее периферическое сопротивление прекапилляров (ОПС). МОК определяли методом терморазведения с записью кривой терморазведения на ЭПП-09, одновременно с регистрацией ЧП и АД. На этих же животных одновременно изучали легочную и альвеолярную вентиляцию и газообмен (С. М. Вишняк), содержание и процент насыщения кислородом крови (М. М. Середенко), а также содержание гемоглобина и количество эритроцитов крови (Ю. В. Семенов).

Было показано, что у щенков пубертатного возраста в нормальных условиях более частый пульс, больший минутный объем крови, отнесенный к весу или поверх-

ности тела, меньшее артериальное давление и более низкое периферическое сопротивление прекапилляров, чем у взрослых животных. В соответствии с более интенсивным кровотоком у щенков, количество кислорода, доставляемое тканям артериальной кровью за единицу времени, у них больше, чем у взрослых собак, что соответствует и более интенсивному потреблению кислорода в этот период онтогенеза. Взаимоотношения между величиной минутного объема крови и потреблением кислорода складываются таким образом, что в нормальных условиях ткани щенков получают одинаковое количество кислорода из меньшего объема протекающей крови, чем взрослые животные.

При снижении pO_2 в воздухе как у взрослых собак, так и у щенков МОК после небольшого его увеличения в первые минуты гипоксии падал ниже исходного уровня. Однако у щенков, в отличие от взрослых собак это увеличение было незначительным и наблюдалось при слабой степени гипоксии только в течении одной-двух минут. Затем МОК начинал уменьшаться и через час его величина составляла 74—63% от нормы. При более резкой гипоксии МОК у щенков снижался сразу же после начала вдыхания гипоксической газовой смеси. Учащение пульса у щенков также оказалось нестойким. В отличие от взрослых собак у щенков АД при гипоксии не сохранялось близким к исходному, и снижение АД было у них значительно более выражено, чем у взрослых животных. ОПС увеличивалось более заметно чем у собак. Изучение роли минутного кровотока в транспорте кислорода показало, что, несмотря на более интенсивную у щенков доставку кислорода тканям артериальной кровью, при дыхании атмосферным воздухом, при снижении pO_2 в воздухе доставка кислорода падает у них более резко, чем у взрослых собак. Соотношения между величиной МОК и потреблением кислорода становятся менее экономичными.

Полученные данные указывают на то, что в пубертатном периоде развития организма изменения гемодинамических показателей при снижении pO_2 в воздухе не имеют существенного компенсаторного значения и можно предположить, что, подобно животным более раннего периода онтогенеза, пубертатные щенки наряду со снижением интенсивности потребления кислорода используют в какой-то степени для повышения устойчивости к гипоксии высокие исходные показатели гемодинамики.

CHANGES IN HEMODYNAMICAL INDICES IN PUPPIES OF PUBERTAL AGE AT LOWERING THE PARTIAL PRESSURE OF OXYGEN IN THE AIR

М. М. Когановская

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

Summary

The age peculiarities in the reaction of the circulation system at lowering pO_2 in inspiratory air were studied in puppies at the age of 6—7 months (pubertal period). It was shown that puppies of pubertal age in the norm are distinguished from adult dogs by a higher pulse rate, greater minute blood volume in relation to the body weight (minute blood volume — MBV was determined by the method of thermodilution), by a lower arterial pressure and total peripheral resistance (TPR). With the pO_2 drop in inspiratory air MBV in puppies increased inconsiderably during the first minutes of hypoxia and then decreased below the norm. An increase in the pulse rate was also unstable. The arterial pressure fell to a greater degree in puppies than in adult animals, but TPR increased. The obtained data show that in pubertal period the changes in the hemodynamic indices, with pO_2 drop in the air are of not essential compensative importance. Proceeding from this, one may suppose that, like the animals of earlier period of ontogeny, the pubertal puppies when adapting to hypoxia, alongside with lowering the intensity of oxygen consumption use to a certain degree the high initial indices of hemodynamics.