ФІЗІОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНСЬКОЇ РСР, 1969, т. XV, № 2

ДО ПИТАННЯ ПРО РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КИСНЕВОГО РЕЖИМУ ОРГАНІЗМУ В РАННЬОМУ ВІЦІ

Н. В. Лауер

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

Розвиток на Україні одного з найважливіших аспектів вивчення фізіології — проблема віку — пов'язана з іменем видатного радянського вченого О. О. Богомольця.

Протягом життєвого циклу, особливо інтенсивно в період дифференцировки органів і тканин, розвитку та збільшення маси тіла в організмі відбуваються багатоманітні структурні, біохімічні і функціональні перетворення. Яскравим прикладом цього може служити внутріутробний період, коли розвиваються і включаються не тільки функції, що обслуговують у цей час потреби організму, як, наприклад, серцево-судинна система, але відбувається й посилена підготовка у відповідності з майбутнім функціонуванням клітин, органів і механізмів їх регуляції, як це здійснюється щодо травної системи, легеневого дихання тощо.

Дивним за масштабом перебудов і здатністю організму до адаптації є перехід під час народження від внутріутробного до позаутробного життя. Навколишнє рідке середовище з постійною високою температурою змінюється повітряним середовищем з низькою і нестійкою температурою. За кілька хвилин змінюється напрямок системного кровоструменя, газообмін, здійснюваний поза організмом, переноситься в організм, у легені, функціонального значення набуває мале коло кровообігу. На фоні наростаючого збільшення інтенсивності метаболізму організм новонародженого бере на себе найважливішу життєву місію — постачання киснем. Ще порівняно протягом довгого часу після народження залежно від виду на всіх рівнях в організмі відбуваються складні зміни окремих фізіологічних одиниць, і удосконалення складних функціональних систем.

Однією з найважливіших у життєвому відношенні функціональних систем є система регулювання кисневих режимів організму, уявлення про яку було висунуто і розвивається в останні роки в нашій лабораторії [6—10].

Поєднуючи в собі легеневе дихання, кровообіг і кисеньтранспортну функцію крові, ця система у відповідності з кисневим запитом регулює інтенсивність режиму надходження, транспорту і споживання кисню, інтегральними показниками яких є два найважливіших кисневих параметри — кількості кисню, що надходять за одиницю часу в легені, альвеоли, дифундують у кров, транспортуються артеріальною і змішаною венозною кров'ю, а також зміни напруження кисню на всьому шляху його просування в організмі.

Підхід до регуляц
від умов зовнішнього
режиму організму вн
ного дослідження, ко
ливий інтерес. Крім
в онтогенезі дихання,
регуляцією, особливу
безпосередній зв'язок
зовнішнім диханням,
регулюють надходжен
також і кількісні співв
ванням кисню і між са
метри змішаної вено
кровообігу. Великий
кисневих режимів орг

У зв'язку з метод
ньо або посередньо п
у ранньому віці.

Сконструйований
(що не створює при н
з автоматичним апара
ваного повітря і засто
го вібросу шляхом те
підійти до з'ясування
організму раннього ві

У зв'язку з тим,
ливіших факторів рег
ціональне навантажен
вання у фізіології. Кр
до гіпоксії, як стану,
вить і самостійний ін

У вищих ссавців з
кисню реагує дихання
(у інтактних і слабо
легеневої вентиляції п
кисню в повітрі на 1,5
з даними про зміни і
женні або підвищенні
рт. ст. [16, 19, 24].

Довго вважали, щ
роджуваних тварин не
вітрі змінами хвилинно
сучасних методів дослі
утробного життя з на
що вже у перші годи
нестачі кисню хоч і н
ції, що за величиною

Проте наявність в
морфологічну і функц
хеморецепторів, не від
тримувати в гіпоксичн
високому рівні та ко
торної відповіді може
цепторних апаратів д
новленої після цього л

Підхід до регуляції газообміну з точки зору змінюваного (залежно від умов зовнішнього середовища, стану організму тощо) кисневого режиму організму висуває багато проблем, що потребують спеціального дослідження, кожна з яких становить для вікової фізіології особливий інтерес. Крім питань, пов'язаних безпосередньо з розвитком в онтогенезі дихання, гемодинаміки і крові з їх нейро-гуморальною регуляцією, особливу увагу привертають механізми, що здійснюють безпосередній зв'язок між потребами метаболізму, з одного боку, і зовнішнім диханням, гемодинамікою і кров'ю, тобто функціями, які регулюють надходження і транспорт кисню, з іншого. Мало вивчені також і кількісні співвідношення між кисневими параметрами та споживанням кисню і між самими параметрами. Не досліджені кисневі параметри змішаної венозної крові та їх роль у регуляції дихання і кровообігу. Великий інтерес становлять особливості регулювання кисневих режимів організму залежно від віку при стресових станах.

У зв'язку з методичними труднощами багато питань, безпосередньо або посередньо пов'язаних з цими проблемами, найменш вивчені у ранньому віці.

Сконструйований у нашій лабораторії малогабаритний спірограф (що не створює при наповненні повітрям великого додаткового опору) з автоматичним апаратом для відділення альвеолярної порції видихуваного повітря і застосування методу визначення показників серцевого викиду шляхом терморозведення дозволили нам експериментально підійти до з'ясування деяких аспектів регулювання кисневих режимів організму раннього віку в умовах нестачі кисню.

У зв'язку з тим, що кисневі параметри крові є одним з найважливіших факторів регуляції дихання і кровообігу, гіпоксія, як функціональне навантаження, дістала останнім часом широкого застосування у фізіології. Крім того, вивчення розвитку механізмів адаптації до гіпоксії, як стану, супровідному для багатьох захворювань, становить і самостійний інтерес для фізіології та клініки.

У вищих ссавців зрілого віку найбільш рано на зниження вмісту кисню реагує дихання. За нашими даними, при наростаючій гіпоксії (у інтактних і слабо наркотизованих хлоралозою собак) збільшення легеневої вентиляції починається порівняно рано, при зниженні вмісту кисню в повітрі на 1,5—2% [9]. Результати цих досліджень збігаються з даними про зміни імпульсної активності синусного нерва при зниженні або підвищенні pO_2 артеріальної крові усього на кілька *мм* рт. ст. [16, 19, 24].

Довго вважали, що новонароджені діти і багато видів незрілонароджуваних тварин не відповідають на зниження вмісту кисню в повітрі змінами хвилинного об'єму дихання. Але при застосуванні більш сучасних методів дослідження виявилось, що вони переходять до позаутробного життя з настільки зрілою функцією зовнішнього дихання, що вже у перші години після народження здатні мобілізувати при нестачі кисню хоч і нестійку реакцію збільшення легеневої вентиляції, що за величиною відповідає реакції дорослих [17, 18, 22, 23].

Проте наявність вентиляторної відповіді, що свідчить про певну морфологічну і функціональну зрілість дуги дихального рефлексу з хеморецепторів, не відбиває можливості організму раннього віку підтримувати в гіпоксичних умовах кисневі параметри на більш або менш високому рівні та компенсувати нестачу кисню. Величина вентиляторної відповіді може скоріше характеризувати чутливість хеморецепторних апаратів до гіпоксичного стимулу, тоді як рівень встановленої після цього легеневої вентиляції є інтегральним показником

не тільки p_aO_2, але й pCO_2, H^+ артеріальної крові і тканин, а також здатності дихального центра перебувати в цих умовах протягом більш або менш тривалого часу у стані підвищеної активності.

Як інтенсивність окислювального метаболізму, так і показники зовнішнього дихання з віком зазнають значних змін. Чим молодша тварина тим більші відносні (на *кг* ваги тіла) показники легеневої і альвеолярної вентиляції, а ритм дихальних циклів частіший. Ці результати, одержані на-

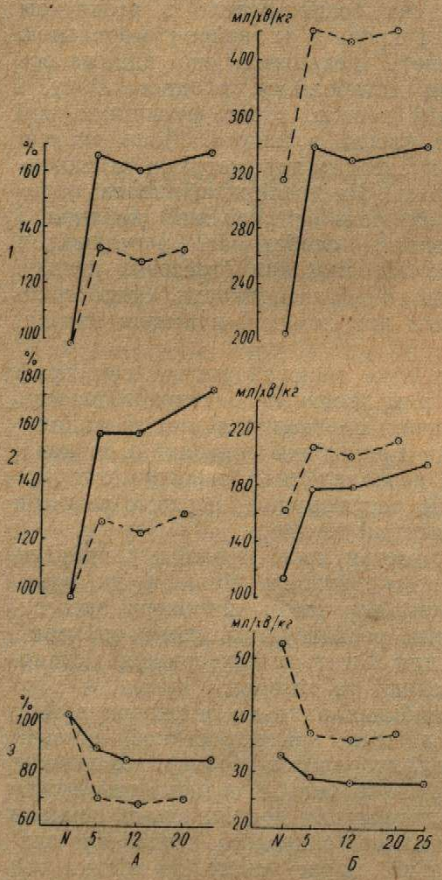

Рис. 1. Зміна легеневої вентиляції (*1*), альвеолярної вентиляції (*2*) і кількості кисню, вентильованого в легенях (*3*) при вдиханні суміші з 11,2% кисню у дорослих собак (суцільна лінія) і у щенят півтора — двомісячного віку (переривиста лінія).

А — у процентах до вихідних показників, *Б* — у *мл/хв/кг* (ваги тіла). По горизонталі — час вдихання гіпоксичної суміші в *хв*.

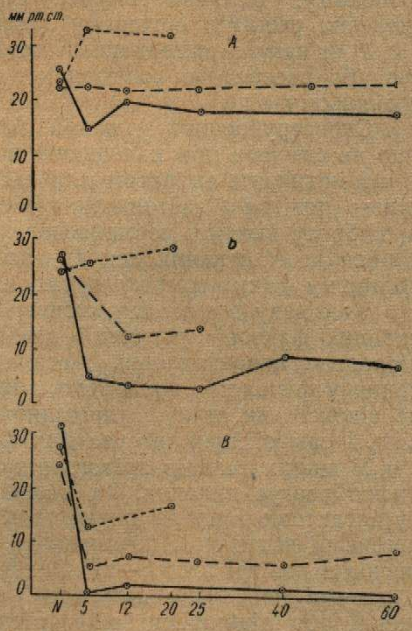

Рис. 2. Зміна альвеолярно-артеріального градієнта pO_2 у собак різного віку (суцільна лінія — дорослі собаки, переривиста — щенята п'яти-шестимісячного, пунктирна — півтора—двомісячного віку) при вдиханні суміші, що містить:

А — 14,6; *Б* — 11 і *В* — 7,6% кисню. По вертикалі — величина градієнта в *мм* рт. ст., по горизонталі — час вдихання гіпоксичної суміші в хвилинах.

ми на щенятах (рис. 1), принципіально збігаються з даними інших дослідників, одержаними на різних видах незрілонароджуваних лабораторних тварин і дітях [5, 9, 15].

Розвиток організму супроводжується не тільки зміною кількісних показників функції, але й їх співвідношеннями. Так, наприклад, у щенят півтора — двох- і п'яти-шестимісячного віку в альвеолах на *кг* ваги тіла вентилюється приблизно одинакова кількість кисню, але у щенят молодшої групи АВ становить близько 60% від ХОД, тоді як у тварин

старшої групи, так само, як і у дорослих — 64,6 і 63,9%, тобто співвідношення дихальних об'ємів стають для газообміну з віком більш сприятливими. З віком більш ефективним стає дихання й по відношенню до метаболізму.

Наші дослідження показали, що при зниженні вмісту кисню у повітрі у щенят пубертатного віку легенева, і, особливо, альвеолярна вентиляція щодо вихідних показників збільшується меншою мірою, ніж у цих самих умовах у дорослих [11], що підтверджує дані, одержані Колчинською [5] на юнаках періоду статевого розвитку.

На рис. 1, *А* показано, наскільки менше, ніж у дорослих, підвищується у щенят півтора — двомісячного віку легенева і альвеолярна вентиляція при зниженні кисню в повітрі до 11%. За цих умов відношення між АВ і ХОД стає у них ще менш сприятливим, ніж у нормі. Менший ступінь збільшення вентиляції сприяє тому, що кількість кисню, який вентилюється в легенях, і бере участь у газообміні, у щенят різко знижується [1].

Але при оцінці ролі змін зовнішнього дихання під кутом зору регулювання кисневих режимів організму у віковому аспекті привертає увагу, на нашу думку, важлива обставина. Завдяки вищим вихідним відносним показникам функції, притаманним цьому віку, у щенят молодшого віку при гіпоксії, незважаючи на менше у процентному відношенні підвищення, і легенева, і альвеолярна вентиляція, так само як кількість вентильованого в легенях кисню, залишаються в розрахунку на *кг* ваги тіла вищими, ніж у тих самих умовах у тварин зрілого віку (рис. 1, *Б*).

Характерні для норми вікові відмінності показників зовнішнього дихання і кількості кисню, що надходить з вентиляцією в легені, при гіпоксії стираються.

Привертає увагу і така обставина: у зв'язку зі значним зниженням інтенсивності окислення економічність дихання, про яку можна судити за збільшуваним ВЕ, падає. Але співвідношення між кількістю кисню, вентильованого в легенях і спожитого організмом, тобто ефективність дихання змінюється порівняно мало. Цікаво, що незважаючи на різні за своїм значенням зміни функції, метаболізму, а також кисневих параметрів змішаної венозної крові, про що буде згадано далі, pO_2 альвеолярного повітря у щенят і дорослих собак при однаковому зниженні вмісту кисню (11%) зберігається приблизно на одному рівні.

У складному процесі газообміну між зовнішнім середовищем і організмом основним призначенням дихання є насичення киснем і виведення CO_2. У здійсненні цієї фізіологічної місії беруть участь багато фізіологічних механізмів, становлення яких в онтогенезі відбувається неоднозначно. У нормальних умовах дихання повітрям, при відносно високій альвеолярній вентиляції і задовільній дифузній здатності легень, у ранньому віці кров у легенях добре насичується киснем. Проте при зниженні вмісту кисню в альвеолярному повітрі, незважаючи на порівняно невеликі вікові відмінності в pO_2 альвеолярного повітря, ми виявили, що кров щенят молодшої вікової групи насичується в легенях значно гірше, ніж за тих самих умов у дорослих, і напруження кисню артеріальної крові різко знижується. Так, наприклад, до п'ятої хвилини вдихання суміші з 11% кисню у дорослих насичення артеріальної крові киснем знижується до 78%, а у щенят — до 53%, тобто до рівня насичення змішаної венозної крові у дорослих [13].

Наявні літературні дані свідчать про те, що завдяки зменшенню фізіологічного мертвого дихального простору внаслідок розкриття

нових альвеол, збільшення дифузійної поверхні легень і рівномірності розподілу повітря, поліпшення співвідношень між АВ і ХОК, альвеолярно-артеріальний (А-а) градієнт pO_2 при гіпоксії у людей зменшується.

Дослідження, проведені в нашій лабораторії М. М. Середенком, показали, що це справедливо не для всіх вікових груп, і що в зрілому віці існує пряма залежність ступеня зменшення А-а градієнта pO_2 від ступеня гіпоксичного впливу. Так, наприклад, у дорослих собак А-а градієнт pO_2 зменшується від 26—27 у нормі до 20—15 *мм* рт. ст. при вдиханні суміші з 14,6% кисню, до 9—3 *мм* рт. ст. при застосуванні суміші з 11% кисню і до 2—0 *мм* рт. ст. при зниженні вмісту кисню в нормі до 7,6% (рис. 2).

У щенят п'яти-шестимісячного віку при гіпоксії слабкого ступеня А-а градієнт pO_2 практично не змінюється; середнього — знижується від 26 у нормі до 14—12 *мм* рт. ст., а при різкій гіпоксії — до 8—5 *мм* рт. ст., тобто не змінюється або знижується, але меншою мірою, ніж у дорослих.

На відміну від цього у щенят півтора—двомісячного віку спостерігається інша картина: при гіпоксії слабкого ступеня градієнт pO_2 у них помітно збільшується (від 23 до 31—33 *мм* рт. ст.), середнього— підвищується незначно (до 26—29 *мм* рт. ст.) і знижується до 16—13 *мм* рт. ст. лише при гіпоксії різкого ступеня (7,6% кисню, див. рис. 2).

Вважали, що в молодому віці при задовільних дифузійних можливостях легень і відсутності будь-яких органічних уражень одним з найважливіших механізмів зниження оксигенації артеріальної крові і збільшення А-а градієнта pO_2 при гіпоксії у щенят раннього віку є збільшення кількості венозної шунтованої крові, яка в обхід альвеолярних капілярів по легеневим анастомозам надходить прямо в артеріальне русло. І дійсно, як показали попередні розрахунки, у щенят молодшого віку кількість шунтованої крові збільшується при вдиханні газової суміші з 11% кисню приблизно вдвоє [13].

Для оцінки регулювання кисневих режимів організму раннього віку при нестачі кисню важливо те, що киснева ємкість крові (КЄК), яка багато в чому визначає кисеньтранспортні можливості крові, знижуючись після народження, на певному етапі онтогенезу досягає найнижчого свого рівня. Наприклад, у дітей найбільше зниження гемоглобіну, еритроцитів і КЄК припадає на другий — четвертий роки життя [14, 20, 21]. Аналогічне явище спостерігається в онтогенезі у собак та інших лабораторних тварин. За даними Середенка [13], у щенят півтора — двомісячного віку в нормі концентрація гемоглобіну крові становить 9,5—10 *г*%, КЄК близько 13 *об*%. Завдяки цьому артеріальна кров щенят навіть при високому насиченні містить порівняно мало кисню.

Як відомо, транспорт кисню від легень до тканин визначається вмістом кисню в крові і величиною кровоструменя. Наявні літературні відомості про величину серцевого викиду на ранніх етапах розвитку організму одержані в основному розрахунковими методами. Метод Фіка при впливі на організм нестачі кисню (що супроводиться зміною споживання кисню та вентиляції) навряд чи може вірно відбити зміни гемодинаміки. Значні переваги щодо цього має метод терморозведення. Як показали дослідження, проведені цим методом у нашій лабораторії Когановською [2, 3], у щенят (від півтора- до шестимісячного віку) в нормі гемодинаміка характеризується високими відносними показниками серцевого викиду, частим серцевим ритмом, низьким периферичним опором судин і рівнем артеріального тиску, що не до-

сягає показників до
ці вікові відмінності
Значно відрізня
ми у перші хвилин
від віку. Збільшени
від норми, у дальше
шується і встановл
бертатного віку в
менше, або при різ
казники серцевого
дорослих.
Досліди провед
що, на відміну від
рахунок систолічн
(приблизно на 25–
протягом 25—30 *хв*
сту кисню у щенят
стерігати на фоні
При повторних зас
ції у щенят змінюється. При застосу
бросу у них знижу
порушення серцево
Завдяки тому,
крові компенсуєтьс
так само як і у до
кількість кисню на
ня створюється ціл
портованого кисню
молодшого віку, як
казників у онтоген
спеціального дослід
поксії транспорт к
ханні суміші з 11%
Характерною р
при гіпоксії є тако
крові. При вдихан
14 *мм* рт. ст., х
4,8 *мл/хв/кг*.
Цілком очевид
і змішаної венозно
ження кисню) при
лих деяким знижен
лювального метабо
Крива зміни с
фази. Скоро після
знижується — на 5
гіпоксію, слідує фа
дорослих, крива ц
рівня.
Проведені досл
нювану в процесі
нього дихання, гем
організму. Про це
геневої, альвеоляр

сягає показників дорослих. Чим молодші щенята, тим більше виражені ці вікові відмінності.

Значно відрізняється реакція на гіпоксію серцево-судинної системи у перші хвилини після зниження вмісту кисню в повітрі залежно від віку. Збільшення ХОК у дорослих становить приблизно 15—20% від норми, у дальшому протягом 20—30 *хв* досліду кровострумінь зменшується і встановлюється на рівні, близькому до норми. У щенят пубертатного віку в цих самих умовах перша фаза реакції виражена менше, або при різкішій гіпоксії повністю відсутня, у другій фазі показники серцевого вибросу у них знижуються значно більше, ніж у дорослих.

Досліди проведені з сумішшю, що містить 11% кисню, показали, що, на відміну від дорослих собак, у щенят півторамісячного віку за рахунок систолічного об'єму спостерігається виражене збільшення (приблизно на 25—30%) серцевого вибросу, яке стійко зберігається протягом 25—30 *хв* досліду. Навіть при більш різкому зниженні вмісту кисню у щенят молодшого віку в окремих випадках можна спостерігати на фоні зниженого АТ порівняно високий серцевий виброс. При повторних застосуваннях цієї гіпоксичної суміші показники реакції у щенят змінювались, але спрямованість їх закономірно зберігалась. При застосуванні після гіпоксії повітря показники серцевого вибросу у них знижувались. Після різкої гіпоксії може спостерігатися порушення серцевого ритму і судорожні явища.

Завдяки тому, що у щенят порівняно невеликий вміст кисню в крові компенсується значними показниками серцевого вибросу, у них, так само як і у дорослих собак, транспортується приблизно однакова кількість кисню на *кг* ваги тіла. Проте за відношенням до споживання створюється цілком інша картина. У зрілому віці кількість транспортованого кисню до спожитого припадає, як 2,9 : 1, тоді як у щенят молодшого віку, як 2,03 : 1. Взагалі характер змін відношень цих показників у онтогенезі в літературі майже не висвітлений і вимагає спеціального дослідження. Внаслідок поганої оксигенації крові при гіпоксії транспорт кисню у щенят знижується особливо різко; при вдиханні суміші з 11% кисню він падає приблизно на 11—10,2 *мл/хв/кг*.

Характерною рисою кисневого режиму організму раннього віку при гіпоксії є також і значне зниження кисневих параметрів змішаної крові. При вдиханні суміші з 11% кисню $p_{\bar{v}}O_2$ знижується до 16,5—14 *мм* рт. ст., хвилинний кисневий резерв становить лише 5,3—4,8 *мл/хв/кг*.

Цілком очевидно, що зменшення кисневих параметрів артеріальної і змішаної венозної крові (як кількісної його доставки, так і напруження кисню) приводить у ранньому віці (поряд з відсутнім у дорослих деяким зниженням температури крові) до зменшення рівня окислювального метаболізму та споживання кисню.

Крива зміни споживання кисню при гіпоксії у щенят зазнає дві фази. Скоро після початку вдихання гіпоксичної суміші вона різко знижується — на 50—60% від норми, потім, незважаючи на тривалу гіпоксію, слідує фаза деякого відновлення обміну, але, на відміну від дорослих, крива щенят не досягає під час досліду свого вихідного рівня.

Проведені дослідження ще раз підтвердили уявлення [14] про змінювану в процесі індивідуального розвитку організму роль зовнішнього дихання, гемодинаміки і крові в регулюванні кисневих режимів організму. Про це насамперед свідчать високі відносні показники легеневої, альвеолярної вентиляції і серцевого вибросу, які відповіда-

ють інтенсивному метаболізму раннього віку, з одного боку, і зниження кисневої ємкості крові, з іншого. Важливою рисою відмінності кисневого режиму організму раннього віку (щенята півтора—двомісячного віку) при зменшенні вмісту кисню у вдихуваному повітрі є значно більш різке, ніж у дорослих тварин, зниження всіх кисневих параметрів щодо вихідного рівня. Причиною цього є менше, ніж у дорослих, збільшення легеневої і альвеолярної вентиляції, недонасичення киснем і зниження pO_2 артеріальної крові, внаслідок збільшуваного шунтування крові в легенях.

Механізми, завдяки яким у ранньому віці не реалізується така сама за величиною, як і у дорослих, реакція легеневої вентиляції, вимагають спеціального дослідження. Чітко збільшуваний і такий, що не нормалізується (на відміну від дорослих), хвилинний об'єм кровоструменя у щенят при гіпоксії не може компенсувати незадовільне насичення і невисоку кисневу ємкість крові, в результаті чого у них значною мірою зменшується й кількість транспортованого артеріальною кров'ю кисню.

Питання про механізми, з допомогою яких гіпоксичний фактор бере участь у регуляції загального кровоструменя, дискутується у фізіології протягом багатьох років. Гетерохронне дозрівання різних компонентів реакції і функції серцево-судинної системи в цілому і незначна кількість об'єктивних даних, що характеризують зміну нервово-гуморальної регуляції гемодинаміки в онтогенезі, надзвичайно ускладнюють розв'язання цієї проблеми у віковому аспекті. Проте, можна гадати, що при досконалій системі регулювання кисневого режиму, як це відзначається у зрілому віці, одним із важливих механізмів у цьому відношенні є перерозподільні реакції крові, що нормалізують величину серцевого вибросу і рятують при гіпоксії серце від зайвої роботи.

Крім того, з артеріальною кров'ю у щенят різко знижуються всі кисневі параметри ($p\bar{v}\,O_2$ і хвилинний кисневий резерв) змішаної венозної крові. На цьому фоні знижується і споживання кисню, спочатку різко, а потім, дещо відновлюючись, далеко не досягає у щенят свого вихідного рівня, як спостерігається у цих самих умовах у дорослих тварин.

Аналіз даних про зрілість дуги дихальних рефлексів і з хеморецепторів, і рецепторів розтягнення в легенях у період новонародженості, з одного боку, та дані про менші можливості регулювати при гіпоксії кисневі параметри і компенсувати за рахунок дихання нестачу кисню у щенят не тільки двох-, але і п'ятимісячного віку і особливості зміни гемодинаміки, з іншого боку, свідчать про те, що в процесі розвитку організму в онтогенезі відбувається не тільки морфологічне і фізіологічне становлення окремих функцій або їх компонентів, а й удосконалення регулювання складних функціональних систем, прикладом чого, в даному випадку, може бути система регулювання кисневих режимів організму.

Література

1. Вишняк С. М.— В сб.: Матер. IX научн. конфер. по вопросам возрастной морфол., физиол. и биохим. АПН СССР, 1969.
2. Когановская М. М.— В сб.: Матер. IX научн. конфер. по вопросам возрастной морфол., физиол. и биохим. АПН СССР, 1969.
3. Когановська М. М.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1969, 15.
4. Когановська М. М., Туранов В. В.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1966, 12, 5, 632.

5. Колчинская А. З
6. Лауер Н. В., Кол
7. Лауэр Н. В., Ко
его регулирование, К
8. Лауэр Н. В., Ко
функций в онтогенез
9. Лауэр Н. В., Ко
достаточность, К., 19
10. Лауэр Н. В., Ко
физиология» Общего
11. Лауэр Н. В., Ког
Фридлянский В
организма (труды си
12. Лауэр Н. В., Ког
Хилинская Н. Т.
13. Середенко М. М
морфол. физиол. и б
14. Тур А. Ф.— Гемато
15. Шалков Н. А.—
16. Alwarez-Buylla
17. Gross K. a. Opp
18. Dawes G. a. Mo
19. Dejours P.— Phys
20. Documenta — Gligy,
21. Haden L.— Princip
22. Purves M.— J. Ph
23. Schwieler G.— A
24. Witzler N. a. o
века», М., 1961

К ВОПРОСУ О РЕГУ

Отдел возрастной физи

В работе рассмат
мики и кислородтранс
лорода во вдыхаемом
роли указанных функц
кислородного режима
зрелым возрастом.

В результате про
13], показано, что при
чертой кислородного р
месяцев) является зна
родных параметров, в
особенно альвеолярной
ви O_2. Важной особен
ния кислорода в возду
ления кислорода у ни
показатели вентиляции
альвеолах кислорода.
в этих условиях измен

Показано, что в
риальный градиент pO
pO_2 уменьшается у в
пяти-шести месяцев —
полутора — двухмесячн

5. Колчинская А. З.— Недостаток кислорода и возраст, К., 1964.
6. Лауер Н. В., Колчинська А. З.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 3, 289.
7. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.— В сб.: Кислородный режим организма и его регулирование, К., 1966.
8. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.— Регуляция вегетативных и анимальных функций в онтогенезе, М.— Л., 1966, 81.
9. Лауэр Н. В., Колчинская А. З., Туранов В. В.— В сб.: Кислородн. недостаточность, К., 1963, 147.
10. Лауэр Н. В., Колчинская А. З.— Дыхание и возраст в томе «Возрастная физиология» Общего руководства по физиологии, «Наука», 1969.
11. Лауэр Н. В., Когановская М. М., Середенко М. М., Семенов Ю. В., Фридлянский В. Я., Вишняк С. М.— Приспособит. возможн. стареющего организма (труды симпозиума), К., 1968, 265.
12. Лауэр Н. В., Когановская М. М., Середенко М. М., Семенов Ю. В., Хилинская Н. Т.— Физиол. журн. СССР им. Сеченова, 1969, 55, 194.
13. Середенко М. М.— В сб.: Матер. IX научн. конфер. по вопросам возрастной морфол. физиол. и биохим. АПН СССР, 1969.
14. Тур А. Ф.— Гематология детского возраста, Л., 1963.
15. Шалков Н. А.— Вопросы физиол. и патол. дыхания детей, М., 1957.
16. Alwarez-Buylla R.— XIX Intern. Congr. Physiol., 1953.
17. Gross K. a. Oppé T.— J. Physiol. (Lond.), 1952, 117, 38.
18. Dawes G. a. Mott J.— J. Physiol. (Lond.), 1959, 145, 85.
19. Dejours P.— Physiol. Rev., 1962, 42, 3, 335.
20. Documenta — Gligy, Basel, 1955.
21. Haden L.— Principles of Haematology, 1940.
22. Purves M.— J. Physiol. (Lond.), 1966, 185, 60.
23. Schwieler G.— Acta physiologica Scandinavica Suppl. 1968, 304.
24. Witzler N. a. oth. 1955, цит. за М. Маршаком «Регуляция дыхания у человека», М., 1961

К ВОПРОСУ О РЕГУЛИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ОРГАНИЗМА В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ

Н. В. Лауэр

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

Резюме

В работе рассматриваются особенности реакций внешнего дыхания, гемодинамики и кислородтранспортной функции крови в ответ на снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе и оцениваются эти реакции под углом зрения оценки роли указанных функций в регулировании кислородных параметров O_2 и в целом кислородного режима организма на ранних этапах его развития по сравнению со зрелым возрастом.

В результате проведенных комплексных экспериментальных исследований [1—4, 13], показано, что при уменьшении содержания кислорода в воздухе отличительной чертой кислородного режима организма раннего возраста (щенки полутора — двух месяцев) является значительно более резкое, чем у взрослых, снижение всех кислородных параметров, возникающее в результате меньшего увеличения легочной, а особенно альвеолярной вентиляции, сравнительно низкой КЕК и недонасыщения крови O_2. Важной особенностью этого возраста даже в условиях значительного снижения кислорода в воздухе (11%) является также то, что на фоне падающего потребления кислорода у них сохраняются более высокие относительные (на *кг* веса тела) показатели вентиляции, общего кровотока и количества вентилируемого в легких и альвеолах кислорода. Соотношения этих кислородных параметров с метаболизмом в этих условиях изменяются сравнительно мало.

Показано, что в зависимости от возраста и степени гипоксии альвеолярно-артериальный градиент pO_2 (А-а) претерпевает неоднозначные изменения. А-а градиент pO_2 уменьшается у взрослых в прямой зависимости от степени гипоксии, у щенков пяти-шести месяцев — при средних и резких степенях гипоксии, тогда как у щенков полутора — двухмесячного возраста в этих условиях А-а градиент pO_2 увеличивается.

Причиной недонасыщения артериальной крови кислородом и увеличения А-а градиента pO_2 при гипоксии в раннем возрасте, очевидно, является увеличивающееся шунтирование крови в легких. В связи с пониженным у щенков младшей группы КЕК и плохой оксигенацией, несмотря на увеличенный МОК (смесь 11% кислорода), количество кислорода транспортируемое артериальной кровью, снижается у них особенно сильно. Резко падают кислородные параметры смешанной венозной крови (pO_2 и минутный кислородный резерв). Имеющаяся в норме некоторая неэффективность дыхания по отношению к метаболизму сохраняется в раннем возрасте и при гипоксии. На основании изложенного и литературного материала делается вывод, что в процессе индивидуального развития организма происходит не только морфологическое и физиологическое становление функции или ее отдельных компонентов, но и усовершенствование регулирования сложных функциональных систем, примером чему может служить система регулирования кислородных режимов организма.

ON PROBLEM OF REGULATING PARAMETERS OF THE ORGANISM OXYGEN REGIME AT AN EARLY AGE

N. V. Lauer

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

Summary

The article deals with the peculiarities of the reactions of external respiration, hemodynamics and oxygentransporting function of blood in response to a decrease in the oxygen content in the inspired air as well as with estimation of these reactions in connection with their role of the mentioned functions in regulating the oxygen parameters and the oxygen regime as a whole in an organism at the early stages of its development in comparison with the adult age.

On the basis of the presented material and literary data, a conclusion is made that in the process of individual development of an organism not only the morphological and physiological formation of the function or its separate components occurs but also modernization in regulation of complex functional systems, the system of regulating the oxygen regimes of an organism can be an example of it.

ПРО РЕГУЛЮВ

Відділ вікової фізіології

М'язова діяльні
живання кисню і в
дження фізіології п
70] і до наших днів [
і фізіологічним сист
крема, зовнішньому
67, 69] і кровообігу
уваги.

Проте, незважа
диціям та існуючим
вого виброcу при м
посереднім зв'язком
в останні роки досл
грунтований, оскіль
них в організмі змі
у свою чергу не тіл
востей, але й мож
зрозуміти, як саме
при м'язовій діяльн
новних кисневих па
рівнів спокою.

Запропонована
ім. О. О. Богомольц
неві режими орган
лювання [10, 15] ви
обміну і функції фіз
Досліджуючи зміни
час м'язової діяль
(веслування на б
педі [15, 31], прохо
[30, 31]), ми постав
тивних навантажен
але й як при цьому
кисню, що надходи
ною і змішаною ве
му повітрі, артеріал
ться вплив змін кис

Літературні від
Б. К. Гуняді, І. В.