

УДК 612.273.2

В. Ю. Горчаков, Т. М. Коваленко

ВПЛИВ ГОСТРОЇ ГІПОКСИЧНОЇ ГІПОКСІЇ НА ПОВЕРХНЕВУ АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТІВ ТКАНИНИ ЛЕГЕНЬ У МОЛОДИХ І ДОРОСЛИХ ЩУРІВ

Відомо, що поверхневоактивні речовини (ПАР) легень, які інакше називаються сурфактантом, розташовані на розділі фаз «газ — рідина» і забезпечують нормальне функціонування легеневої альвеол. Вдихання різних газових сумішей призводить до зменшення активності ПАР, про що судять по змінах поверхневого натягу змивів з легень або екстрактів тканини легень. На сурфактант шкідливо впливає підвищений вміст у вдихуваному повітрі кисню [7, 9], двоокису вуглецю [2] та інших газів. Нестача кисню у вдихуваному повітрі також супроводжується змінами поверхневого натягу (ПН) екстрактів тканини легень [1, 8]. Дослідники відзначають збільшення ПН екстрактів при гіпоксії тривалістю кілька годин.

За даними Кастільо [5], ПН екстрактів тканини легень мишей при відносно короткочасній (45 хв) гіпоксії збільшувався, а при більш тривалій гіпоксії (25 год) — залишався незмінним.

Раніше було встановлено, що при короткочасній гострій гіпоксичній гіпоксії в тканині легень розвивається набряк, який позначається у збільшенні ступеня обводнювання тканини легень [3, 4]. В цих дослідженнях спостерігалася вікова залежність у розвитку цього явища, яка виявлялася в тому, що обводнювання легеневої тканини було тим більшим, чим молодшим був організм.

В зв'язку з тим, що, за даними літератури [10, 11], сурфактант протистоїть розвитку набряку легень, було цікаво дослідити поверхневоактивні властивості ПАР легень при гострій гіпоксичній гіпоксії, що й стало метою даного дослідження.

Методика досліджень

Досліди проведені на двох групах білих лабораторних щурів (двогніздових щурят і дорослих щурів 10—14 місяців) по 15 тварин у кожній.

У піддослідних тварин гостру гіпоксичну гіпоксію відтворювали вдиханням тваринами газової суміші з 11% кисню в азоті на протязі 30 хв. Контрольні тварини дихали звичайним атмосферним повітрям. Тварин декапітували, розтинали грудну клітку і відмивали судини легень від крові ізотонічним розчином хлористого натрію через правий шлуночок серця. Для визначення ПН брали 100 мг наважку тканини легень, гомогенізували її та екстрагували з неї ПАР в 100 мл 0,9% розчину хлористого натрію на протязі 10 хв. Профільтрований екстракт наливали в парафінову кювету об'ємом 100 мл, рухома стінка якої дозволяла змінювати площу, що займають ПАР, від 100 до 20%. Через 30 хв вимірювали ПН максимальний (ПНмакс.), при розміщенні ПАР на 100% площі кювети та ПН мінімальний (ПНмін.) — на 20%. Тривалість одного циклу вимірювання ПН становила 3 хв. Величину ПН визначали методом Вільгельмі. Розраховували індекс активності ПАР легень за формулою Клеменса [6]: $IA = \frac{(ПНмакс. - ПНмін.) \cdot 2}{ПНмакс. + ПНмін.}$

Результати

При вимірюванні були одержані величини $\pm 1,0$ дин/см. У двогніздових щурят ПНмакс. — $41,7 \pm 1,7$ дин/см, екстрактів тканини легень щурів була статистично

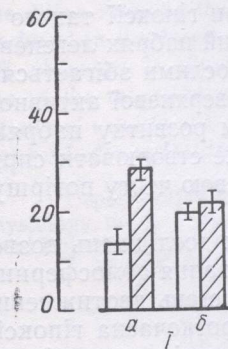


Рис. 1. Поверхневий натяг (I) та максимальний (II) та мінімальний (III) екстрактів тканини легень щурят (а) і дорослих щурів (б) при вдиханні атмосферним повітрям (штриховані стовпці) та двоокису вуглецю (чорні стовпці).

ПНмін.). Більш низькі значення отримані з дорослими щурями, ніж з щурятами. Активність ПАР у цьому випадку була вищою.

Після гострої гіпоксії спостерігалася тенденція до збільшення ПН до $54,4 \pm 2,1$ дин/см (при нормальних значеннях $41,7 \pm 1,7$ дин/см) (при нормальних значеннях статистично невірні).

В групі двогніздових щурів досить значне збільшення ПН спостерігалось з $41,7 \pm 1,7$ дин/см до $14,3 \pm 1,9$ дин/см до 2 годин після вдихання екстрактів легень.

Зміни індексу активності ПАР у двогніздових щурів та дорослих тварин ПАР при вдихуванні гіпоксичної суміші порівнював 0,86, тоді як у щурят становив 0,84—0,82. При вдихуванні атмосферним повітрям цей показник у щурів становив 0,84—0,82, що вказує на можливість використання цього показника у вдихуванні гіпоксичної суміші.

Отже, результати дослідження тварин відрізняються.

Результати досліджень та їх обговорення

При вимірюванні ПН екстрактів тканини легень дорослих тварин були одержані величини ПН макс.— $49,9 \pm 1,4$ дин/см і ПНмін.— $19,9 \pm 1,0$ дин/см. У двотижневих щуренят ПН екстрактів виявився нижчим: ПНмакс.— $41,7 \pm 1,7$ дин/см і ПНмін.— $14,3 \pm 1,9$ дин/см. Відмінність екстрактів тканини легень між групою двотижневих щуренят і дорослих щурів була статистично вірогідною ($p < 0,01$ для ПНмакс. і $p < 0,05$ для

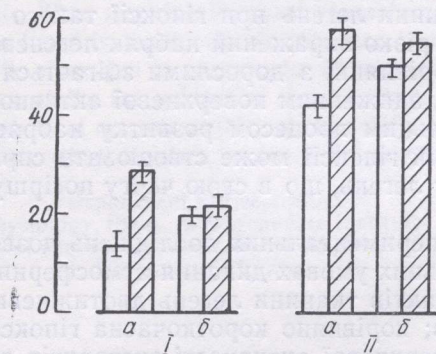


Рис. 1. Поверхневий натяг мінімальний (I) та максимальний (II) екстрактів тканини легень у двотижневих щуренят (а) і дорослих щурів (б) при диханні атмосферним повітрям (незаштриховані стовпці) та після 30 хв дихання сумішшю з 11% кисню (заштриховані стовпці).

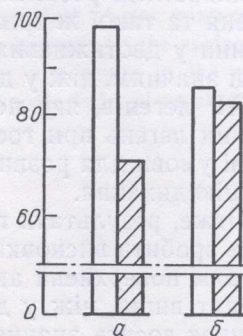


Рис. 2. Індекс активності екстрактів тканини легень двотижневих щуренят і дорослих щурів при диханні атмосферним повітрям та після гострої гіпоксичної гіпоксії.

Умовні позначення див. рис. 1.

ПНмін.). Більш низький ПН екстрактів тканини легень щуренят у порівнянні з дорослими щурами, можливо, пов'язаний з більш високою активністю ПАР у цьому віці.

Після гострогіпоксичної експозиції в групі дорослих тварин виявилась тенденція до збільшення ПН екстрактів легень: ПНмакс. збільшився до $54,4 \pm 2,1$ дин/см (при нормі $49,9 \pm 1,4$ дин/см), ПНмін.— до $22,2 \pm 1,9$ дин/см (при нормі $19,9 \pm 1,0$ дин/см). Проте це збільшення було статистично невірогідним.

В групі двотижневих щуренят гостра гіпоксична гіпоксія викликала досить значне збільшення ПН екстрактів тканини легень: ПНмакс. збільшилось з $41,7 \pm 1,7$ дин/см до $57,3 \pm 2,7$ дин/см ($p < 0,001$), ПНмін. з $14,3 \pm 1,9$ дин/см до $27,2 \pm 2,4$ дин/см ($p < 0,001$). Тобто, поверхнева активність екстрактів легень у цій групі тварин значно зменшилась.

Зміни індексу активності (ІА), які характеризують поверхневоактивні властивості досліджуваних екстрактів, вказують на те, що у дорослих тварин ПАР легень не набували якісних змін протягом досліджуваної гіпоксичної експозиції. Якщо в нормі ІА у дорослих щурів дорівнював 0,86, то при гіпоксичній гіпоксії він практично не змінювався і становив 0,84—0,82. У двотижневих щуренят при диханні звичайним атмосферним повітрям ІА ПАР легень становив 0,98, дещо перевищуючи цей показник у дорослих тварин. Після гострої гіпоксичної гіпоксії у двотижневих щуренят ІА зменшився на 28% і дорівнював 0,71, що вказує на можливість досить значних змін ПАР легень у цьому віці.

Отже, результати проведених нами досліджень в групі дорослих тварин відрізняються від даних літератури [5], за якими ПН, як мак-

симальний, так і мінімальний, збільшувався після 45 хв перебування дорослих білих мишей у барокамері на «висоті» 4500 м (що приблизно відповідає 12,4% кисню). Однак, у ранньому віці (в наших дослідженнях у двотижневих щуренят) навіть така відносно короткочасна гіпоксична гіпоксія середнього ступеня може знижувати поверхневу активність сурфактанту легень.

Що стосується вікових відмінностей в змінах ПН екстрактів легень в умовах гострої гіпоксичної гіпоксії, то їх можна зіставити з віковими особливостями розвитку набряку тканини легень при гіпоксії такого ж ступеня та такої ж тривалості. Більш різко виражений набряк легеневої тканини у двотижневих щуренят у порівнянні з дорослими збігається з більш значним, ніж у дорослих щурів, зниженням поверхневої активності ПАР легень, яке поряд з паралельним процесом розвитку набряку тканини легень при гострій гіпоксичній гіпоксії може створювати сприятливі умови для розвитку ателектазу легень, що в свою чергу погіршує функцію дихання.

Отже, результати проведених експериментальних досліджень дозволяють зробити висновки, що в нормальних умовах дихання атмосферним повітрям поверхнева активність екстрактів тканини легень двотижневих щуренят вища, ніж у дорослих щурів; порівняно короткочасна гіпоксія викликає досить значне зниження поверхневої активності екстрактів легень у щуренят даного віку, тоді як у дорослих тварин помітних змін ПН екстрактів легень не спостерігається.

Література

1. Горчаков В. Ю. Поверхностноактивные вещества легких при острой и хронической гипоксической гипоксии.— Тезисы докл. симпозиума «Оксибиотические и аноксибиотические процессы при экспериментальной и клинической патологии», Киев, 1975, с. 66—67.
2. Микельсаар Р. Н. Ультраструктура легких при гипоксии и гиперкапнии.— В кн.: Актуальные вопросы судебной медицины и патологической анатомии, Таллин, 1970, с. 100—106.
3. Середенко М. М. Вікові особливості розвитку набряку легень за умов гострої гіпоксичної гіпоксії.— IX з'їзд Укр. фізіол. товариства. Тези доповідей. К., 1972, с. 332—333.
4. Середенко М. М., Шута М. Г. Вікові особливості розвитку набряку легень в умовах гострої гіпоксичної гіпоксії.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1973, 19, № 1, с. 39—44.
5. Castillo Y., Jonson F. Pulmonary surfactant in acutely hypoxic mice.— Lab. Invest., 1969, 21, N 1, p. 61—64.
6. Clements J. A. Surface phenomena in relation to pulmonary function.— Physiologist, 1962, 5, N 1, p. 11—28.
7. Giamona S. T., Karner D., Bordurant S. Effect of oxygen breathing at atmospheric pressure on pulmonary surfactant.— J. Appl. Physiol., 1965, 20, N 5, p. 855—858.
8. Newman D., Naimark A. Palmitate- C^{14} uptake by rat lung: effect of altered gas tensions.— Amer. J. Physiol., 1968, 214, N 2, p. 305—312.
9. Norman J. N., McIntyre J., Ross R. R., Smith G. Etiological studies of pulmonary oxygen poisoning.— Amer. J. Physiol., 1971, 220, N 2, p. 492—498.
10. Scattle R. E. Surface lining of lung alveoli.— Physiol. Rev., 1965, 45, p. 48—79.
11. Scarpelli E. M., Gabay K. H., Kohen J. A. Lung surfactant conterious and hysteresis.— Science, 1965, 148, p. 1607—1609.

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

Надійшла до редакції
18.III 1977 р.

An effect of acute extracts was studied by rats. When respiring the are found in the 2-week 11% of oxygen in nitro sion of the rat pulmon activity of extracts at th changes in the surface t

Department of Physiology, the A. A. Bo of Physiology, Acad Ukrainian S

V. Ju. Gorchakov, T. N. Kovalenko

EFFECT OF ACUTE HYPOXIC HYPOXIA ON SURFACE ACTIVITY
IN YOUNG AND ADULT RATS PULMONARY TISSUE EXTRACTS

Summary

An effect of acute hypoxic hypoxia on the surface activity of the pulmonary tissues extracts was studied by measuring the tissue surface tension in adult and 2-week old rats. When respiring the usual atmosphere air lower values of surface tension of extracts are found in the 2-week old rats than in the adult rats. Respiration of gas mixture with 11% of oxygen in nitrogen for 30 min causes a considerable increase in the surface tension of the rat pulmonary tissue extracts, that evidences for a decrease in the surface activity of extracts at this age. In adult rats, acute hypoxic hypoxia induced no significant changes in the surface tension of the pulmonary tissue extracts.

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

ля 45 хв перебування до-
» 4500 м (що приблизно
ці (в наших дослідженнях
короткочасна гіпоксична
поверхневу активність сур-

нах ПН екстрактів легень
жна зіставити з віковими
ень при гіпоксії такого ж
ражений набряк легеневої
з дорослими збігається з
ням поверхневої активнос-
оцесом розвитку набряку
ії може створювати спри-
що в свою чергу погіршує

гальних досліджень дозво-
вах дихання атмосферним
анини легень двотижневих
яно короткочасна гіпоксія
і активності екстрактів ле-
тварин помітних змін ПН

а легких при острой и хрониче-
оз. «Оксибиотические и анокси-
ической патологии», Киев, 1975,

поксин и гиперкапнии.— В кн.:
ической анатомии, Таллин, 1970,

ку легень за умов гострої гіпо-
Геми доповідей. К., 1972, с. 332—

звитку набряку легень в умовах
CP, 1973, 19, № 1, с. 39—44.
ely hypoxic mice.— Lab. Invest.,

lmonary function.— Physiologist,

oxygen breathing at atmospheric
, 1965, 20, N 5, p. 855—858.

y rat lung: effect of altered gas
12.

Etiological studies of pulmonary
p. 492—498.

ol. Rev., 1965, 45, p. 48—79.

actant conterious and hysteresis.—

Надійшла до редакції
18.III 1977 р.