

УДК 612.212.014.462.8—08

Е. В. Бюль, І. О. Серебровська

ПРО ПОВЕРХНЕВОАКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКСТРАКТІВ ЛЕГЕНЬ ТВАРИН РІЗНИХ КЛАСІВ

Поверхнево активна вистилка альвеол виявлена у всіх досліджених видів ссавців, включаючи людину, мавп, корів, кіз, баранів, собак, кішок, кроликів, щурів, мишей і морських свинок [3]. Питання про сурфактантну систему у амфібій, рептилій і птахів значно менш з'ясоване. Було встановлено, що пухирці з легень голуба і жаби так само стабільні, як і з легень ссавців [11]. Проте повторне дослідження методом стабільності пухирців показало, що властивості пухирців із легень птахів і ссавців схожі у всіх відношеннях, а легені рептилій і амфібій мають вистилку, не ідентичну виявленій у птахів і ссавців, проте здатну знижувати поверхневий натяг (ПН) до низьких величин [12]. Інші автори [8, 10] при вимірюванні ПН легеневи екстрактів прийшли до висновку, що розпізнавана поверхневоактивна речовина (ПАР) міститься тільки в легенях ссавців. Пізніше були виявлені ПАР і у тварин інших трьох класів, хоч вміст їх у легенях рептилій і амфібій був значно нижчим у порівнянні з легенями ссавців [6]. Концентрація ПАР в легенях курей, за даними цих авторів, була такого ж порядку, як і у ссавців, тобто значно вищою, ніж у черепах і жаб. Вивчення зрізів легень жаб і курей методом ультрафіолетової мікроскопії дозволило виявити аутофлуоресценцію вистилаючих плівок, хоч вона і була значно менше виражена, ніж у ссавців [4].

Є дані про відмінності у фосфоліпідному складі легень різних тварин [6, 13]. За деякими відомостями [6], в найменшій концентрації поверхнево активні фосфоліпіди містяться в легеневій тканині рептилій і амфібій, тоді як у курей їх не менше, ніж у різних ссавців.

Ми досліджували поверхневоактивні властивості екстрактів легень різних класів тварин і вивчали характер відмінностей між ними.

Методика досліджень

Досліди проведені на 10 кроликах, 8 собаках, 15 щурах, 26 мишах, 94 жабах і 14 голубах. Вилучені після декапітації легені очищали від сторонніх тканин і зважували для визначення їх вагового коефіцієнта (процента відношення ваги легень до ваги тіла). Легені з ознаками патології не досліджували.

Для одержання екстракту зважені проби легеневої тканини заливали невеликою кількістю фізіологічного розчину, подрібнювали ножицями і гомогенізували в мікроподрібнювачі протягом 2 хв. Гомогенат центрифугували при 6000 об/хв для осадження частинок сполучної тканини і хряща. Надосадову рідину фільтрували через чотири шари стерильної марлі і розводили фізіологічним розчином у потрібних співвідношеннях.

Поверхневоактивні властивості екстрактів визначали на поверхневих терезах типу Вільгельмі власної конструкції [1, 2]. Для утворення поверхневої плівки кювету терезів заповнювали екстрактом легень, виготовленим з розрахунку 1 г сирової тканини на 100 мл фізіологічного розчину (в кількох дослідах — 3 г на 100 мл). Через 30 хв вимірювали статичний ПН та реєстрували ізотерми ПН-площа при стисканні і розширенні плівки з швидкістю 0,32 см²/с від максимуму 60 см² до мінімуму 12 см². Обчислювали максимальний і мінімальний ПН та індекс стабільності [5].

В ряді дослідів при центрифугуванні розчинника (ізопропіл) фізіологічний розчин, цьому доводили до 40 для встановлення так одиницях виражали в

Рез

Поверхневоакт розрахунку 1 г тка рин далеко не одн ПН та індексом ст екстрактів легень у ж а індекс стабільно активність екстрак ізотерм ПН-площа відповідали наведе ставників птахів — за величинами міні ча, ніж у жаб ($p <$ трації ПАР у леген речовин та потребо ших дослідах, так с значено. Так, у ми високий, поверхнев більності була дос гістерезису (див. ри

Поверхневий нат

Вид і кількість тварин

Кролики (10)
Собаки (8)
Щури (15)
Миші (26)
Жаби (51)
Голуби (10)

* — Для одержання неоліді взяті легені від кіл

Чи підтверджук фібій і птахів ПАР, [8, 10], або причина в тому, що вони бідн кових дослідах при мінімального ПН ле ня (жаби — 20, 3; го вищення (жаби — 0,9 легень голубів (0,67

В ряді дослідів для утворення поверхневої плівки невелику частину одержаної при центрифугуванні надосадової рідини розбавляли у вдвое більшому об'ємі леткого розчинника (ізопропілового спирту) і цю суміш наносили з мікропіпетки по краплях на фізіологічний розчин, налитий у кювету, який служив підкладкою. Початковий ПН при цьому доводили до 40 *дин/см*. Розраховану на 1 *см*² поверхні кількість ПАР, необхідну для встановлення такого ПН, приймали за умовну одиницю сурфактантів [9]. У цих одиницях виражали вміст ПАР в 1 г досліджених легень.

Результати досліджень та їх обговорення

Поверхневоактивні властивості екстрактів легень, виготовлених з розрахунку 1 г тканини на 100 *мл* фізіологічного розчину, у різних тварин далеко не однакові. Найбільш помітні відмінності за мінімальним ПН та індексом стабільності (табл. 1). Цікаво, що мінімальний ПН екстрактів легень у жаб і голубів в усіх дослідях становив понад 20 *дин/см*, а індекс стабільності — менше одиниці. Це свідчило про значно меншу активність екстрактів з легень у порівнянні з ссавцями, як і характер ізотерм ПН-площа (див. рисунок). Одержані нами показники загалом відповідали наведеним іншими авторами [8, 10] і показали, що у представників птахів — голубів поверхнева активність легеневого екстракту за величинами мінімального ПН та індексу стабільності достовірно нижча, ніж у жаб ($p < 0,001$ і $< 0,001$). Щодо видових відмінностей концентрації ПАР у легенях ссавців у відповідності з інтенсивністю їх обміну речовин та потребою в кисні, про яку є відомості в літературі [7], в наших дослідях, так само, як і в дослідях інших авторів [6], їх не було відзначено. Так, у мишей, рівень метаболічної активності яких особливо високий, поверхнева активність легневих екстрактів за індексом стабільності була достовірно нижчою ($p < 0,01$), ніж у собак, хоч петля гістерезису (див. рисунок) у мишей була ширша.

Таблиця 1

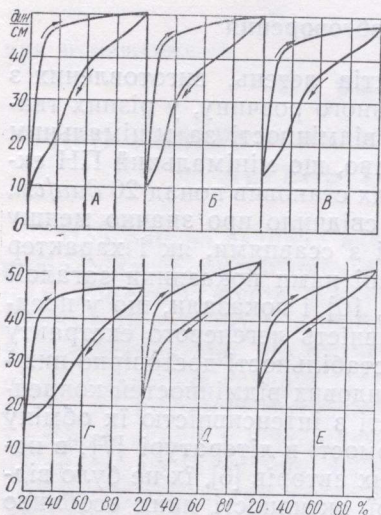
Поверхневий натяг та індекс стабільності екстрактів легень різних тварин (1 г:100 *мл*)

Вид і кількість тварин	Кількість дослідів	Легеневий ваговий коефіцієнт	Поверхневий натяг (<i>дин/см</i> ; $M \pm m$)			Індекс стабільності
			статичний	максимальний	мінімальний	
Кролики (10)	10	$0,36 \pm 0,01$	$40,2 \pm 1,2$	$50,6 \pm 0,4$	$8,6 \pm 1,2$	$1,44 \pm 0,07$
Собаки (8)	8	$1,23 \pm 0,12$	$42,8 \pm 1,2$	$50,1 \pm 0,5$	$9,9 \pm 1,1$	$1,34 \pm 0,06$
Шури (15)	15	$0,57 \pm 0,03$	$42,4 \pm 0,5$	$48,2 \pm 0,3$	$13,4 \pm 0,4$	$1,13 \pm 0,02$
Миші (26)	5*	$0,86 \pm 0,09$	$34,4 \pm 0,8$	$47,5 \pm 1,0$	$15,8 \pm 0,7$	$1,00 \pm 0,03$
Жаби (51)	10*	$0,68 \pm 0,03$	$50,2 \pm 0,3$	$53,8 \pm 0,2$	$21,1 \pm 0,5$	$0,87 \pm 0,01$
Голуби (10)	10	$0,79 \pm 0,04$	$49,7 \pm 0,6$	$52,9 \pm 0,5$	$24,2 \pm 0,2$	$0,75 \pm 0,01$

* — Для одержання необхідної кількості екстракту заданої концентрації в кожному досліді взяті легені від кількох тварин.

Чи підтверджують наші дані висновок про відсутність у легенях амфібій і птахів ПАР, аналогічної тій, що міститься в альвеолах ссавців [8, 10], або причина слабкої активності екстрактів легень жаб і курей в тому, що вони бідні на резервну кількість ПАР [12]? В кількох додаткових дослідях при підвищенні концентрації екстракту втриє значення мінімального ПН легневих екстрактів проявили тенденцію до зниження (жаби — 20, 3; голуби — 21,4 *дин/см*), а індекс стабільності — до підвищення (жаби — 0,91; голуби — 0,84). Зниження концентрації екстракту легень голубів (0,67 г тканини на 100 *мл*), навпаки, призвело до того.

що мінімальний ПН підвищився (25,0 дин/см), а індекс стабільності зменшився (0,71). Це вказує на залежність активності екстрактів від концентрації в них ПАР. Водночас при підвищенні концентрації навіть у три рази мінімальний ПН не став нижче 20 дин/см, тобто був істотно вищим, ніж у чотирьох видів ссавців. Для з'ясування гранично допустимої величини зниження ПН сурфактантами, які містяться в легенях амфібій, був застосований інший метод



одержання поверхневих плівок, який вимагає невеликої кількості ПАР [6, 9]. Йдеться про нанесення моношару ПАР на рідку підкладку (фізіологічний розчин) з леткого розчинника. У табл. 2 наведені результати дослідження таких моношарів, утворених ПАР з легень щурів і жаб.

Як видно з табл. 2, кількість ПАР, що зводиться на 1 г маси легень, у жаб,

Петлі гістерезису при стисканні і розтягненні адсорбційних плівок ПАР в легневих екстрактах. А — екстракти легень собак, Б — кроликів, В — щурів, Г — мишей, Д — жаб, Е — голубів. По горизонталі — площа в %, по вертикалі — поверхневий натяг в дин/см.

як і передбачалось, достовірно менша, ніж у щурів. Одержані результати дозволяють також зробити висновок про істотні якісні відмінності ПАР легень амфібій і ссавців. При стисканні моношару легеневої ПАР жаб мінімальний ПН був нижчим, ніж при стисканні адсорбційної поверхневої плівки, проте значно перевищував мінімальний ПН не тільки моношару, а й адсорбційної плівки легневих екстрактів щурів.

Таблиця 2
Властивості моношарів ПАР легень щурів і жаб

Вид і кількість тварин	Кількість дослідів	Поверхневий натяг (дин/см; $M \pm m$)		Індекс стабільності	Кількість ПАР на 1 г тканини (в умовних одиницях)
		максимальний	мінімальний		
Щури (5)	5	$53,5 \pm 0,7$	$9,5 \pm 2,1$	$1,41 \pm 0,12$	34174 ± 2335
Жаби (14)	3	$54,6 \pm 1,3$	$17,1 \pm 1,3$	$1,03 \pm 0,05$	16169 ± 1298
p			$< 0,05$	$< 0,05$	$< 0,001$

Відмінність властивостей сурфактантів легень обох видів підтверджувалась також істотною різницею між величинами індексу стабільності.

Отже, легені птахів і амфібій містять поверхневоактивну речовину, але в меншій концентрації щодо легень ссавців, і її активність нижча, ніж у ссавців. В зіставленні з даними інших авторів, які також застосовували поверхневі терези, результати нашого дослідження свідчать, що про поверхнево-активні властивості легень не можна судити тільки на підставі визначення за Петлем коефіцієнта стабільності витиснутих з них пухирців. Метод Петла не дозволяє виявити їх відмінність за основним показником — величиною мінімального ПН.

1. Бюль Э. В. Уст. Бюль. эксперим. (1965, 44, № 6, p. 449—463).
2. Бюль Э. В. О м легких.— Физиол.
3. Avery M., Said (1965, 44, № 6, p. 449—463).
4. Bolande R., Kla and its relation
5. Clements J., Hus lar stability.— J.
6. Clements J., Ne lung.— Science,
7. Gail D., Massa granular pneum
8. Klaus M., Reiss chondria source
9. Kirkland V. Effi tant.— Proc. Soc
10. Miller D., Bondi Physiol., 1961, 16
11. Pattle R., Hopk 200, p. 894.
12. Pattle R. Surfa
13. Scarpelli E. The

Кафедра патолог Карагандинського м

ON SU

The properties of frogs and pigeons pulmonary SAS in be dependent not o alveolar lining layer

Література

1. Бюль Э. В. Установка для изучения поверхностных свойств легочных экстрактов.— Бюл. эксперим. биол. и мед., 1975, 79, № 6, с. 118—120.
2. Бюль Э. В. О методике определения поверхностной активности экстрактов из ткани легких.— Физиол. журн. АН УРСР, 1975, 21, № 4, с. 547—550.
3. Avery M., Said S. Surface phenomena in lungs in health and disease.— Medicine, 1965, 44, № 6, p. 503—526.
4. Bolande R., Klaus M. The morphological demonstration of an alveolar lining layer and its relationship to pulmonary surfactant.— Amer. J. Pathol., 1964, 45, N 3, p. 449—463.
5. Clements J., Huestad R., Johnson R., Gribetz I. Pulmonary surface tension and alveolar stability.— J. Appl. Jhysiol., 1961, 16, N 3, p. 444—450.
6. Clements J., Nellenbogen J., Trahan J. Pulmonary surfactant and evolution of the lung.— Science, 1970, 169, N3945, p. 603—604.
7. Gail D., Massaro G., Massaro D. Intraspecies differences in lung metabolism and granular pneumocyte mitochondria.— Respirat. Physiol., 1975, 23, N 2, p. 175—180.
8. Klaus M., Reiss O., Tooley W., Piel C., Clements J. Alveolar epithelial cell mitochondria source of surface— active lung lining.— Science, 1962, 137, N 3532, p. 750—751.
9. Kirkland V. Effect of postganglionic parasympathetic blockage on pulmonary surfactant.— Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 1971, 136, N 4, p. 1129—1132.
10. Miller D., Bondurant S. Surface characteristics of vertebrate lung extracts.— J. Appl. Physiol., 1961, 16, N 7, p. 1075—1077.
11. Pattle R., Hopkinson D. Lung lining in bird, reptile and amphibian.— Nature, 1963, 200, p. 894.
12. Pattle R. Surface lining of lung alveoli.— Physiol. Rev., 1965, 45, N 1, p. 48—79.
13. Scarpelli E. The surfactant system of the lung. Philadelphia, 1968, 269 p.

Кафедра патологічної фізіології
Карагандинського медичного інституту

Надійшла до редакції
9.VIII 1976 р.

E. V. Bjul', I. A. Serebrovskaja

ON SURFACE-ACTIVE PROPERTIES OF LUNG EXTRACTS IN DIFFERENT GROUPS OF ANIMALS

Summary

The properties of summary films in the lung extracts of dogs, rabbits, rats, mice, frogs and pigeons were studied by means of Wilhelmy balance. The surface activity of pulmonary SAS in various kinds of animals is shown to be different. It is suggested to be dependent not only on the lower concentration of surface active materials forming alveolar lining layer but also on their qualitative differences.

Таблица 2

Кількість ПАР на 1 г тканини (в умовних одини- цях)	
0,12	34174±2335
0,05	16169±1298
0,05	<0,001

бох видів підтверд-
и індексу стабіль-

оактивну речовину,
активність нижча,
в, які також засто-
лідження свідчать,
жна судити тільки
льності витиснутих
к відмінність за ос-