

исходного состояния системы. Сурфактанты легкого представляют собой сложный комплекс веществ, в состав которого входят фосфолипиды, нейтральные липиды, холестерин. Каждый из составных компонентов вносит свой вклад в реализацию поверхностной активности сурфактантов легкого.

SEASONAL CHANGES IN THE SUPERFICIAL ACTIVITY OF THE LUNG SURFACTANTS

V. Yu. Gorchakov, I. A. Bulat

Alveolar surface tension was demonstrated by the Wilhelmy balance studies of minced lung extracts in different seasons of the year. The data permit suggesting that in December and January the minimal surface tension was 14.9 ± 1.0 mN/m and index stability was 0.990 ± 0.04 . The minimal surface tension increased to 28.6 ± 0.9 mN/m, and index stability decreased to 0.601 ± 0.04 in June. Reactivity of the surfactant lung system on hypoxia was the greatest in winter.

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

1. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение.— Л.: Химия, 1975.—246 с.
2. Адам Н. К. Физика и химия поверхностей.— М.; Л.: Гостехиздат, 1947.—552 с.
3. Березовский В. А., Горчаков В. Ю. Поверхностно-активные вещества легкого.— Киев: Наук. думка, 1982.—165 с.
4. Горчаков В. Ю. Изменение поверхностной активности сурфактанта легких при острой и хронической гипоксии // Молекулярные аспекты адаптации к гипоксии.— Киев: Наук. думка, 1979.— С. 141—144.
5. Горчаков В. Ю., Немировский В. И., Терещук О. М. Влияние диет на поверхностную активность сурфактантов легкого // Сурфактанты легкого в норме и патологии.— Киев: Наук. думка, 1983.— С. 137—141.
6. Хочачка П., Сомера Дж. Стратегия биохимической адаптации.— М.: Мир, 1977.— С. 398.
7. Amenta J. S. A rapid chemical method for quantification of lipid separated by thin-layer chromatography // J. Lipid Res.—1964.—5, N 2.— P. 270—272.
8. Bligh E. G., Dyer W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification // Can. J. Biochem. Physiol.—1959.—37, N 8.— P. 911—917.
9. Tanaka Y., Tsunetomo T. Comparison of surfactants prepared from lungs of calf, ox, dog and rabbit // Chem. and Pharm. Bull.—1983.—31, N 11.— P. 4091—4099.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 29.05.85

УДК 612.217

Сократительные свойства изолированных препаратов ткани легкого

Д. М. Михайлов, С. П. Сутягин, А. Г. Баранов

Предположение о том, что легкое обладает механической активностью, было высказано Varnier в 1797 г. и подтверждено результатами экспериментов, проведенных на изолированном легком, находящемся в камере в атмосфере отрицательного давления [18]. Научно-практический интерес к механической активности легкого был обусловлен изучением механизмов лечебного действия искусственного пневмоторакса [8, 14], причин редких осложнений по типу ателектаза легкого при оперативном вмешательстве в различные органы [7]. Сократительные свойства легкого обеспечивают динамическое постоянство внутриплеврального давления и описаны как активный легочный тонус [6]. Результаты исследований биомеханики дыхания в клинике и в эксперименте пока-

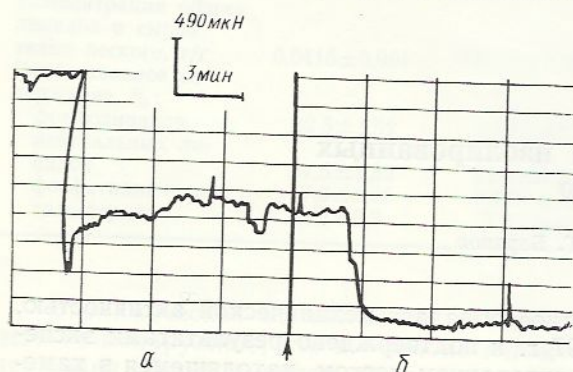
зали, что многие параметры механических свойств легкого не укладываются в дондерсовскую модель, рассматривающую легкое как пассивное эластическое тело [13]. Исследователи, изучавшие механическую активность, судили о сократительных свойствах легкого, пользуясь непрямыми методами ее измерения: изучением динамики внутриплеврального давления, сопоставлением значений давления в «заклинённом» бронхе и плевральной полости. На основании последнего метода был сделан вывод невозможности проявления регионарной механической активности изолированным легким [12]. В составе клеточной выстилки альвеол описаны альвеолоциты 3-го типа «щеточные» клетки с многочисленными микрофибриллами, содержащими сократительные белки [5, 9, 17, 19]. Сократительные структуры немышечных клеток в виде микрофибрилл (структуры, содержащие миозино- и актиноподобные белки) и аналогов скелетной системы описаны для интерстициальных клеток альвеол, альвеолярных макрофагов и альвеолярных клеток [3, 15, 16]. Фибриллярные сократительные структуры являются постоянными компонентами немышечных клеток [4]. Цель нашей работы — изучить механическую активность изолированного легкого в условиях его жизнеобеспечения, используя прямые методы исследования.

Методика

Полоски ткани (длиной 5—7 и шириной 1—1,5 мм) вырезали из легкого обескровленного под эфирным наркозом крыс и кроликов и помещали в кювету вместимостью 10 мл. Через кювету с постоянной скоростью циркулировал оксигенированный раствор Кребса при pH 7,4 и температуре 38°C. Механическую активность исследовали приложением к тяжу, прикрепленному в горизонтальном положении к крючкам датчика механотрона 6МХС, растягивающих и расслабляющих усилий, введения в кювету ацетилхолина хлорида ($5 \cdot 10^{-4}$ моль/л), папаверина гидрохлорида ($20 \cdot 10^{-5}$ моль/л). Запись механограммы проводили на самописце Н-39. В 22 опытах с целью разрушения микротрубочек в кювету на 30-й мин вводили колхицин (0,03 мкг/мл) фирмы «Ferak» (Берлин) [2]. В опытах использованы 61 препарат легкого крыс, 24 препарата легкого кроликов. Цифровой материал обработан статистически [11].

Результаты и их обсуждение

Растяжение полоски, достигаемое увеличением расстояния между крючками датчика механотрона, в последующем вызывало достоверную релаксацию и снижение тонуса. Аналогично реагировали препараты и на повторное растяжение.



Эффект релаксации составлял 38—44 % по отношению к тонусу после растяжения полоски легкого крыс и 37—43 % — легкого кроликов. Произвольное снижение тонуса

Рис. 1. Механограмма полоски интактного легкого крысы: а — произвольное снижение тонуса полоски; б — снижение, вызванное введением папаверина (момент введения указан стрелкой).

(уменьшение расстояния между крючками) вызывало сокращение тяжей и повышение их тонуса на 41—43 % по сравнению со значением расслабления легкого крыс и 22—33 % — кроликов (рис. 1). Сократительные свойства сохранялись и при повторном (после очередного растяжения) расслаблении. Введение в кювету ацетилхолина вызывало разную выраженность повышения от 180,51 до 337,31 мкН, т. е. на $258,91 \pm 37,82$ мкН тонуса легочной полоски. Папаверин снижал

тонус полоски от 569,29 до 78,49 мкН, т. е. на $324,38 \text{ мкН} \pm 103,78 \text{ мкН}$ при исходном тонусе $502,25 \text{ мкН} \pm 137,10 \text{ мкН}$ (от 178,55 до 825,45 мкН). Колхицин резко изменял механическую активность легкого: уменьшилось значение релаксации после растяжения, которое составляло всего 18 % тонуса полоски после растяжения, полностью подавлялись сократительные свойства полоски (рис. 2). Первоначально можно допустить, что эффект расслабления полосок в наших опытах обусловлен упруго-эластическими (как любого эластического тела) свойствами. Однако

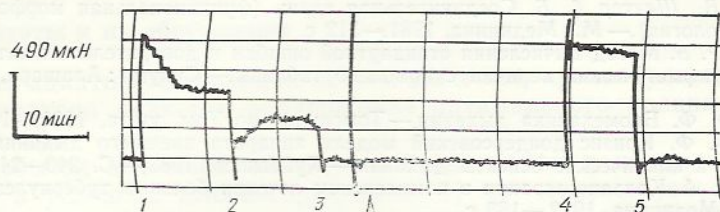


Рис. 2. Механограмма полоски легкого крысы до и после введения колхицина (момент введения указан стрелкой):

1, 4 — растяжение полоски; 2, 3, 5 — расслабление полоски.

эффект сокращения легочных препаратов на расслабление, их реакции на ацетилхолин и папаверин, снижение эффекта расслабления и подавление сократительных свойств в ответ на действие колхицина свидетельствуют о механической активности изолированного легкого. Реакция полосок на ацетилхолин и папаверин вызвана их действием на сократительные свойства тканевых структур с энергетическим принципом сократимости [1]. Уменьшение значения релаксации полоски под действием колхицина указывает на активную (как и сокращения) природу снижения тонуса легкого. Механическая активность легкого может быть обусловлена сократительными свойствами альвеолярных клеток, контрактильными фибробластами межальвеолярных перегородок [10]. Колхицин, разрушая микротрубочки — цитоскелет альвеолярных клеток, лишает микрофибриллы возможности сокращения, угнетает механическую активность легкого.

Результаты наших опытов позволяют заключить, что в условиях жизнеобеспечения изолированное легкое крысы и кролика обладает механической активностью, которая может быть выявлена приложением к легкому растягивающих и расслабляющих усилий, действием фармакологических препаратов.

CONTRACTILE PROPERTIES OF THE ISOLATED LUNG TISSUE PREPARATIONS

D. M. Mikhailov, S. P. Sutyagin, A. G. Baranov

The mechanical activity of the isolated strips in the rat and rabbit lungs has been investigated. The lung preparations reacting on extension, relaxation, papaverine and acetylcholine action by the tonus change evidence for the mechanical activity of the lungs. This activity is inhibited by colchicine.

Medical Institute, Ministry of Public Health of the RSFSR, Ustinov

1. Арронет Н. И. Мышечные и клеточные сократительные (двигательные) модели. — Л.: Наука, 1970. — 187 с.
2. Аспиз М. Е., Казаньев В. В., Болотовская М. Н. Изучение способов восстановления микротрубочек // Немышечные формы подвижности. — Пущино, 1976. — С. 97—102.
3. Аспиз М. Е., Старосветская Н. А. Микротрубочки и микрофибриллы // Движение немышечных клеток и их компонентов. — Л.: Наука, 1977. — С. 45—65.
4. Афанасьев Ю. И., Ноздрин В. И., Феденко А. Н. Фибриллярные сократительные структуры — органеллы клеток немышечной природы // Успехи соврем. биологии. — 1977. — 85, № 3. — С. 409—423.

5. Ерохин В. В., Бацура Ю. Д. Ультраструктура нейроэпителиальных клеток респираторного отдела при воспалительных заболеваниях легких в эксперименте // Арх. патологии.— 1979.—49, № 8.— С. 13—18.
6. Кузьмина Е. Г. О механизме и физиологическом значении плевропульмонального рефлекса: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук.— Свердловск, 1964.—19 с.
7. Магомедов М. К., Пермяков Н. К. Ателектазы легких у оперированных и неоперированных больных // Арх. патологии.— 1981.—43, № 4.— С. 58—64.
8. Михайлов Ф. А. О механизме действия искусственного пневмоторакса // Бюл. ин-та туберкулеза АМН СССР.— 1948.— № 1.— С. 18—21.
9. Романова Л. К. Регуляция восстановительных процессов.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.—209 с.
10. Серов В. В., Шехтер А. Б. Соединительная ткань (функциональная морфология и общая патология).— М.: Медицина, 1981.—312 с.
11. Стрелков Р. Б. Метод вычисления стандартной ошибки и доверительных интервалов средних арифметических величин с помощью таблицы.— Сухуми: Алашара, 1966.—42 с.
12. Тетенев Ф. Ф. Биомеханика дыхания.— Томск: изд-во Том. ун-та, 1981.—145 с.
13. Тетенев Ф. Ф. Кризис дондерсовской модели аппарата внешнего дыхания // Теоретические и клинические аспекты дыхания.— Куйбышев, 1983.— С. 240—242.
14. Харчева К. А. Коллапсотерапия в комплексном лечении больных туберкулезом легких.— Л.: Медицина, 1972.—183 с.
15. Hartwig I. H., Stossel T. P. Isolation and properties of actin, myosin and a new actin-binding protein in rabbit alveolar macrophages // J. Biol. Chem.— 1975.—250, N 14.— P. 5696—5705.
16. Maclem P. T. Respiratory mechanics // Ann. Rev. Physiol.— 1978.—40.— P. 157—184.
17. Meyrick B., Reid L. The Alveolar Brush Cell in Rat Lung — a Third Pneumonocyte // J. Ultrastruct. Res.— 1986.— N 1/2.— P. 71—80.
18. Reinhardt E. Beitrage zur Kenntnis der Lunge als neurovascularen und neuromascularen Organs // Virchows Arch.— 1934.— N 292.— P. 322—355.
19. Wessells N. K. Mammalian lung development interaction in formation and morphogenesis of tracheal buds // J. Exp. Zool.— 1975.— N 175.— P. 455—466.

Устинов. мед. ин-т
М-ва здравоохранения РСФСР

Поступила 11.06.86

УДК 612.27:612.23 (23.03)

Особенности транспорта кислорода к тканям в период кратковременной и длительной адаптации к высокогорью

М. В. Балыкин, Х. Д. Каркобатов, Ю. Х.-М. Шидаков

Снижение атмосферного давления и соответственно P_{O_2} на высоте — одна из причин, приводящих к выраженным структурно-функциональным изменениям органов и систем, вовлекаемых в «борьбу за кислород» [1]. Перенос кислорода из окружающей среды в митохондрии осуществляется системами дыхания, кровообращения и крови, обеспечивающими движение молекул газа из атмосферы в ткани. В рамках настоящей статьи мы поставили задачу оценить вклад системы кровообращения в восполнение дефицита кислорода, возникающего в условиях высокогорья.

Методика

Исследование проводили на беспородных собаках массой от 15 до 23 кг, родившихся и постоянно обитавших в условиях предгорья (760 м н. у. м.; 930,5 гПа) и высокогорья (2700 м н. у. м.; 759 гПа), а также на собаках — постоянных обитателях предгорья, которые 7 сут находились в условиях высокогорья. За 4—6 сут до начала эксперимента животным через левую общую сонную артерию вводили катетер в полость левого, а через наружную правую яремную вену в полость правого желудочков сердца.

Пробы крови для определения кислотно-основного состояния (КОС), напряжения $O_2(P_{aO_2})$, $CO_2(P_{aCO_2})$ в артериальной и $O_2(P_{\bar{v}O_2})$, $CO_2(P_{\bar{v}CO_2})$ в смешанной венозной крови брали одновременно из полостей правого и левого желудочка сердца, соблюдая