

## Модель для демонстрации механизмов дыхательных движений легких и пневмоторакса

Ф. Т. Агарков, В. А. Смотров

Для демонстрации механизмов вдоха и выдоха в курсе физиологии человека обычно используется модель Дондерса, предложенная еще в 1853 г. [6]. За истекший 130-летний период она, не претерпев существенных изменений, описывается в современной литературе в прежнем классическом варианте, лишь с незначительными техническими модификациями [1—3] и широко используется в учебном процессе по курсу физиологии. Основополагающий принцип модели Дондерса — зависимость дыхательных движений легких от внутриплеврального давления — используется и в других моделях, например трахеобронхиального дерева [4, 5]. Однако это не обеспечивает демонстрацию последствий изменения эластичности и растяжимости легочной ткани.

Программой по курсу физиологии для медвузов предусмотрено также и усвоение студентами сущности и механизмов пневмоторакса, в том числе и лечебного. Модель Дондерса не позволяет демонстрировать этого.

И наконец, нельзя не отметить и то, что в модели Дондерса неправильно отражена архитектоника грудной клетки, которая представлена в ней в виде единой полости, где размещается легочный препарат. На самом же деле грудная клетка разделена на две половины с размещенными в них левым и правым легким, причем у человека эти полости еще и герметично изолированы друг от друга, что и обеспечивает возможность создания, в случае необходимости, одностороннего пневмоторакса.

Все это послужило предпосылкой для разработки модели<sup>1</sup>, которая (в отличие и в дополнение к демонстрационным возможностям модели Дондерса) позволяла бы имитировать еще и ограничение подвижности легких с фиксацией особенностей изменения при этом внутриплеврального давления в разные фазы дыхательного цикла, а также сущность и следствие одно- и двустороннего пневмоторакса.

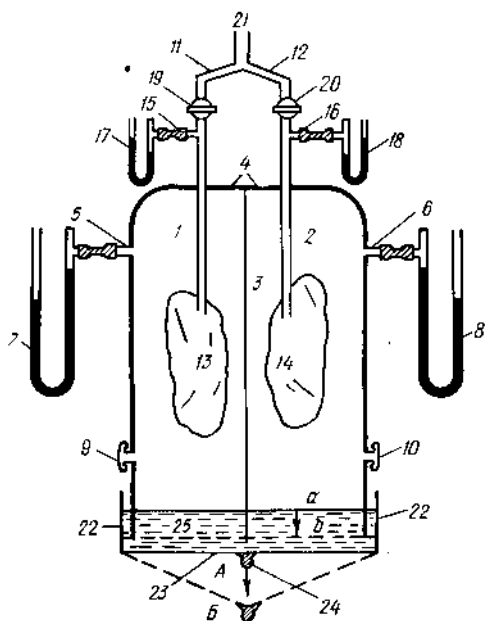
Модель представляет собой (рисунок) стеклянный колокол 4, разделенный перегородкой 3 на две половины 1, 2, соответствующие плевральным полостям. Дно представлено резиновой мембраной 23, закрепленной на обод 22, соединенный с колоколом с помощью резьбы. Для изоляции и герметизации полостей от атмосферы и друг от друга применен водяной затвор 25, представляющий собой слой (7—10 см) слабо подкрашенной воды, покрывающий резиновое днище модели.

Обе полости соединяются с атмосферой впаянными трубками 11, 12, имеющими краны 19, 20 и переходящими в общий воздухопроводящий канал, который имитирует трахеи и главные бронхи. Внутренние концы трубок служат для крепления резиновых мешочков, имитирующих легкие 13, 14. Давление внутри каждой емкости измеряется U-образными манометрами 7, 8, соединенными посредством патрубков 5, 6 с каждой полостью, а давление внутри «легких» — с помощью манометров 17, 18, соединенных патрубками 15, 16, расположенными

<sup>1</sup> Модель Агаркова дыхательного аппарата. Заявка — 3741032. Приоритет от 16.05. 1984 г.

ниже кранов 19, 20. В стенку каждой половины колокола, кроме того, впаяны штуцеры 9, 10, затянутые плотной резиной или другим легко разрушаемым материалом.

Подготовка модели к работе заключается в навинчивании обода (днища) на нижний край колокола и заполнении обода водой для создания водяного затвора и выравнивании давления в полостях. Модель работает следующим образом: при оттягивании резинового днища 23



из положения «а» в положение «б» понижается уровень воды в емкости, что приводит к увеличению вместимости полостей и соответственно к снижению давления (фиксируется манометрами 7, 8), в силу чего «легкие» (резиновые мешочки) растягиваются. Возвращение днища в исходное положение «а» приводит к спадению «легких». Колебание давления при этом отражается в каждой из полостей соответственно манометрами 17 и 18. Так осуществляется демонстрация взаимосвязи между экскурсией диафрагмы (резинового днища), внутриплевральным давлением дыхательными движениями легких.

Модель дыхательного аппарата (объяснение см. в тексте).

Ограничение подвижности легких и его влияние на внутриплевральное давление моделируется следующим образом. Перекрывается один из кранов (19 и 20) воздухопровода к одному из легких. За счет этого при каждом очередном «входе», т. е. оттягивании резинового днища модели, соответствующее легкое (резиновый мешочек) атмосферным воздухом не заполняется, в силу чего остается в спавшем состоянии, а поэтому внутриплевральное давление в данной полости снижается больше, чем в другой полости.

Последствия разгерметизации полостей грудной клетки имитируются разрушением резиновой мембраны одного из штуцеров 9 или 10. При этом имитация акта входа сопровождается поступлением атмосферного воздуха через разгерметизированный штуцер в соответствующую полость, что приводит к спадению находящегося в ней легкого, прекращению его движения и колебания внутриплевального давления во время дыхательного цикла. Двусторонний пневмоторакс моделируется разгерметизацией второго штуцера.

Таким образом, в отличие от модели Дондерса предложенная модель не только больше приближается к реальным условиям, существующим в грудной клетке человека, но и обеспечивает демонстрацию сущности и последствий ограничения подвижности легких, а также развития пневмоторакса (одностороннего и двустороннего), позволяет, что не менее важно, обходиться без легочных препаратов животных.

Изготовить такую модель под силу коллективу любого учебного заведения медицинского профиля. Опыт использования модели на практических занятиях и лекционных демонстрациях показал ее доступность и надежность в работе.

# A MODEL FOR DEMONSTRATING MECHANISMS OF RESPIRATORY MOVEMENTS OF LUNGS AND PNEUMOTHORAX

F. T. Agarkov, V. A. Smotrov

A device is described which in contrast to the Donders model has two hermetically separated compartments imitating the left and right thoracic cavity. The device permits demonstrating consequences of the lungs mobility restriction in case of a decrease of their elasticity and tensility as well as of one- and two-sided pneumothorax. No application of the animal pulmonary preparation is demanded. This model is intended to improve visual methods and mastering of the material provided for by the course of respiration physiology.

Medical Institute, Donetsk

1. Бабский Е. Б., Зубков А. А., Косицкий Г. И., Ходоров Б. И. Физиология человека.— М.: Медицина, 1972.—656 с.
2. Березина М. П., Василевская Н. Е., Авербах М. С. и др. Большой практикум по физиологии человека и животных.— М.: Высш. шк., 1961.—675 с.
3. Георгиева С. А., Белкина Н. В., Прокофьева Л. И. и др. Физиология.— М.: Медицина, 1982.—478 с.
4. А. с. 181889 СССР, 09 В 23/50. Модель трахеобронхиального дерева / С. А. Глухов, В. И. Юревич, В. П. Зотин.— Оpubл. 1966, Бюл. № 10.
5. А. с. 307419 СССР, 09 В 23/30. Модель трахеобронхиального дерева / А. А. Черкасова, Ю. Щ. Гальперин.— Оpubл. 1971, Бюл. № 20.
6. Физиология дыхания: Руководство по физиологии.— Л.: Наука, 1973.—351 с.

Донец. мед. ин-т М-ва здравоохранения УССР

Поступила 16.11.84