

## ДЫХАТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Данная модель позволяет вычислить стандартные дыхательные объемы и емкости при различной величине альвеол легкого. Для изменения радиуса альвеол нажимайте (+) или (-) над моделью легкого. В окне **Flow** показывается величина потока воздуха при каждом дыхательном движении.

Все дыхательные объемы и емкости автоматически рассчитываются после проведения нескольких дыхательных движений и могут быть зафиксированы в таблице.

### Дыхательные объемы и емкости.

*Дыхательный объем, ДО (Tidal Volume)*– объем воздуха, входящего и выходящего из легких за один спокойный дыхательный цикл. В состоянии покоя у взрослого человека он равен приблизительно 500 мл.

*Резервный объем инспирации, РОИ (ERV, Exp.Res.Vol)* является объемом воздуха, который можно максимально вдохнуть в конце обычного вдоха.

*Резервный объем экспирации, РОЭ (IRV, Insp.Res.Vol)* является объемом воздуха, который можно максимально выдохнуть после обычного выдоха.

*Остаточный объем, ОО (Res.Vol)*– объем газа, остающегося в легких в конце максимального выдоха. Среднее значение ОО у взрослых - 1200 мл для мужчин и 1100 мл для женщин.

*Жизненная емкость, ЖЕЛ (Vital Cap)* равна сумме дыхательного объема и резервных объемов вдоха и выдоха.

*Общая емкость легких, ООЛ (Total Lung Cap)* сумма жизненной емкости и остаточного объема.

### Работа № 1.

### ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ И ЕМКОСТИ. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА АЛЬВЕОЛ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДЫХАНИЯ.

В верхней части модели нажмите «Experiments» и выберите программу “Respiratory Volumes”

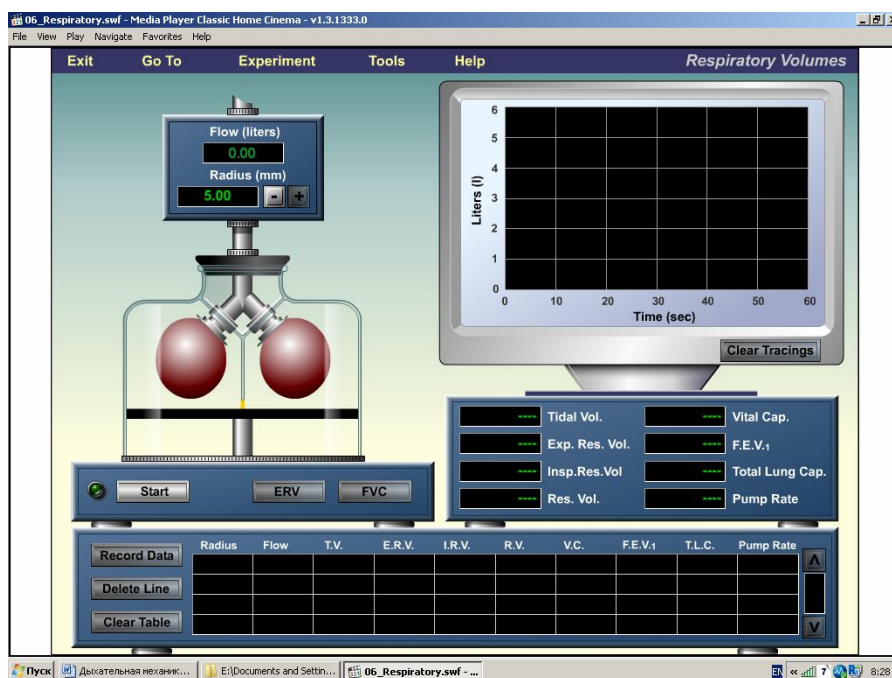


Рисунок 1. Модельная установка для регистрации легочных объемов и емкостей

Экспериментальная установка (рис. 1) представляет собою модель легких и экран для регистрации пневмограммы и спирограммы, а также окна, в которых показывается величина легочных объемов и емкостей. Внизу - таблица результатов эксперимента.

**Цель эксперимента:** Исследовать влияние радиуса альвеол на величину дыхательных объемов и емкостей.

**Алгоритм действий:**

1. Установить радиус альвеолы на значении 5.
2. Нажать «**Start**»
3. После записи 2-3 пневмограмм нажать на кнопку **EVR** для записи резервного объема выдоха.
4. Через 2-3 пневмограммы нажать на кнопку **FVC** для записи жизненной емкости легких.
5. Нажать на «**Stop**» для остановки записи.
6. С помощью кнопки **Record Data** внести полученные данные в таблицу
7. Изменить радиус альвеолы до 4 и повторить исследование (шаги 1-5).
8. Изменить радиус альвеолы до 3 и повторить шаги 1-5.

Внести в протокольную тетрадь итоговую таблицу и сделать вывод о влиянии размера альвеолы (и, следовательно, объема легких в целом) на показатели дыхания, объемы и емкости легких.

*Таблица 1. Влияние размера альвеол на показатели дыхательной функции легких*

Радиус Radius	Поток Flow (Л)	ДО TV	РОЭ ERV	РОИ IRV	ЖЕЛ VC	ФО <sub>1</sub> FEV <sub>1</sub>	ОЕЛ TLC	ЧД Pump Rate
5 mm								
4 mm								
3 mm								

Попробуйте ответить на следующие вопросы:

- 1) Почему при увеличении радиуса альвеолы изменяются дыхательные объемы и емкости?
- 2) Какой из дыхательных объемов изменяется более всего?
- 3) Нарисуйте спирограмму жизненной емкости легких и отметьте на ней все ее составляющие.

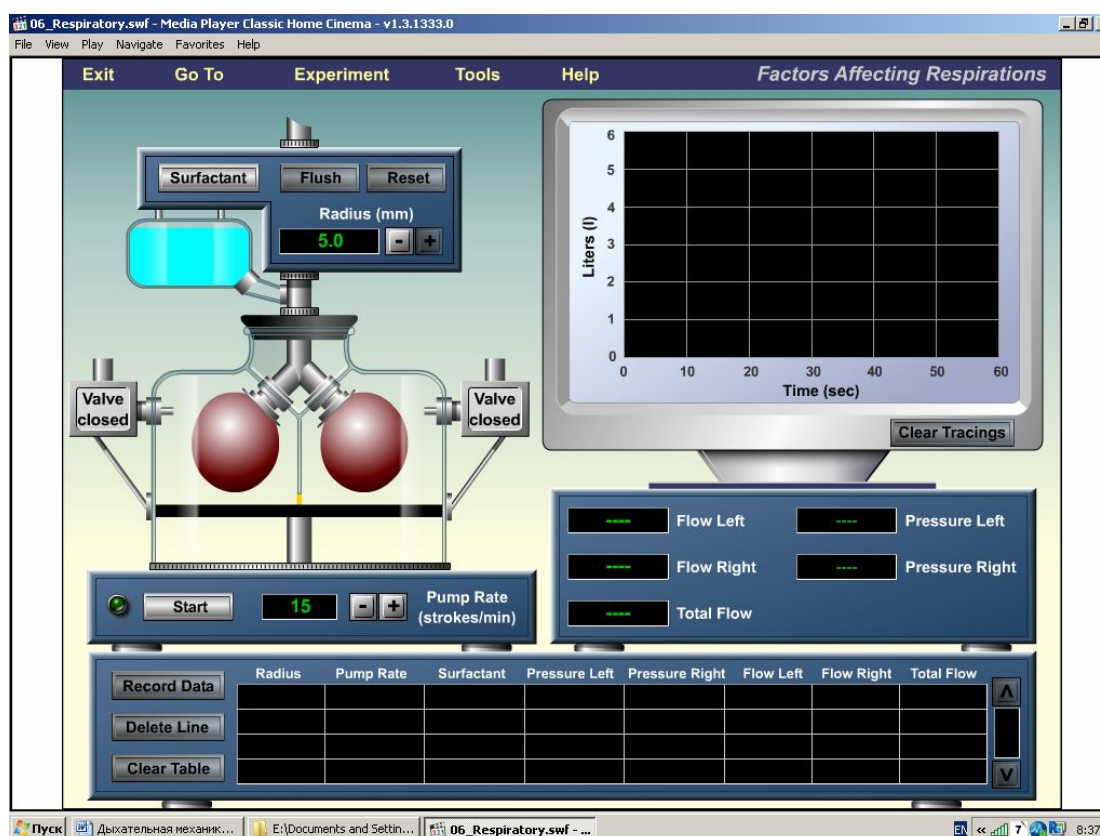
## Работа 2.

### ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ, НАЛИЧИЯ СУРФОКТАНТА В АЛЬВЕОЛАХ И ПНЕВМОТОРАКСА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В верхней части модели нажмите «**Experiments**» и выберите программу «**Factors affecting respiration**». Появится модельная установка для проведения эксперимента. Вы видите, что она такая же, как и в предыдущей работе, но добавлены клапаны, пропускающие воздух в плевральную полость, добавлена емкость с сурфактантом, и изменены показатели, которые Вы будете изучать.

Цель эксперимента: Исследовать показатели легочной вентиляции при изменении частоты дыхания и поверхностного натяжения альвеол.

Рисунок 2. Установка для изучения факторов, влияющих на дыхание.



#### Алгоритм действий:

1. Нажмите «**Start**» при частоте дыхания 15 в минуту. Дождитесь окончания записи и зарегистрируйте результат, нажимая на **Record data**. Очистите экран (**Clear tracings**).
2. Измените частоту дыхания с помощью кнопок (+) или (-). Повторите измерения показателей легочной вентиляции при частоте дыхания 10 и 20 в минуту. Не забывайте каждый раз регистрировать полученные данные в таблице и после этого очищать экран, нажимая «**Clear tracings**».
3. Установите нормальную частоту дыхания (15 в мин) и нажмите кнопку «**Surfactant**» для добавления сурфактанта в альвеолы легких.

4. Дождитесь окончания записи и зарегистрируйте результат, нажимая на **Record data**. Очистите экран (**Clear tracings**). Нажмите **«Flush»** для восстановления емкости с раствором.
5. Откройте один из клапанов для моделирования пневмоторакса. Нажмите **«Start»** и повторите запись пневмограммы. Запишите результаты в таблицу и очистите экран.
6. Для возвращения исходных условий эксперимента закройте клапан и нажмите кнопку **«Reset»**.
7. Перепишите таблицу в протокольную тетрадь и сделайте выводы.

*Таблица 2. Влияние различных факторов на показатели дыхательной функции легких.*

Факторы	Radius радиус	Pump Rate Частота дыхания	Давление справа Pressure right	Давление слева Pressure left	Поток справа Flow right	Поток слева Flow left	Общий поток Total flow
Норма	5						
	4						
	3						
Сурфактант	5						
Пневмоторакс	5						

Попробуйте ответить на следующие вопросы:

- 1) Почему при учащении дыхания изменяется дыхательный объем?
- 2) Почему при добавлении сурфактанта в альвеолы происходит изменение показателей дыхания?
- 3) Что такое пневмоторакс и какие его виды Вы знаете?

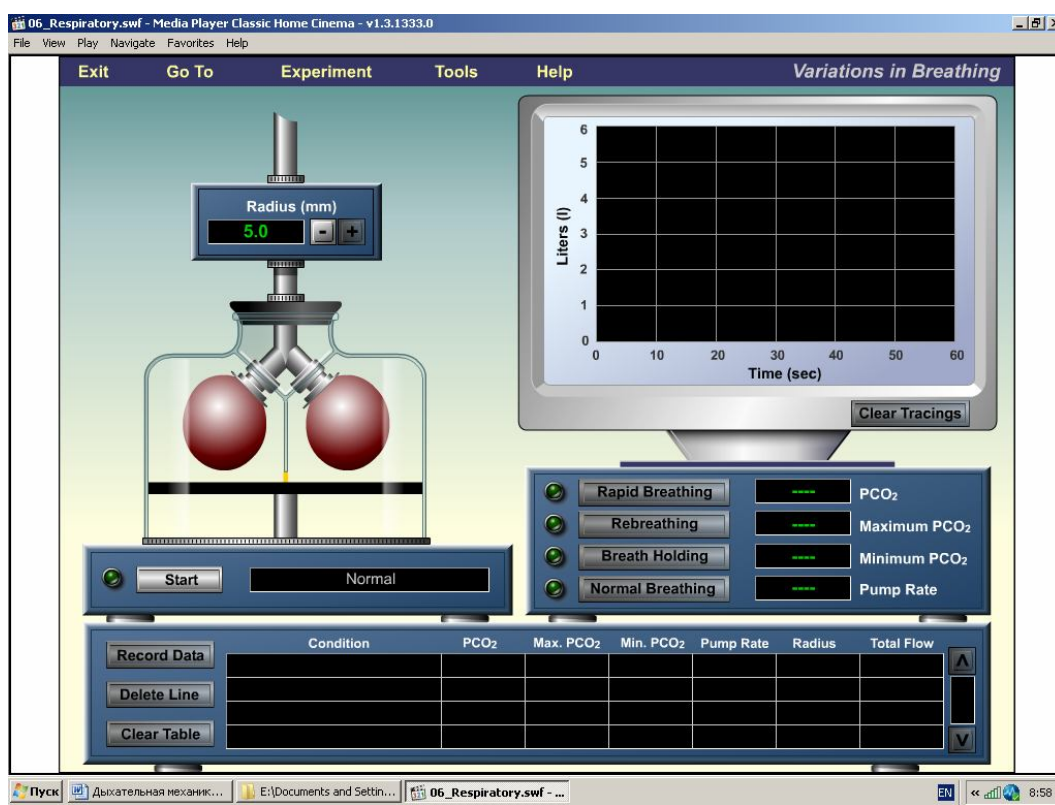
### Работа 3.

#### НАПРЯЖЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В КРОВИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ДЫХАНИИ.

В верхней части модели нажмите «**Experiments**» и выберите программу «**Variations in breathing**». Появится модельная установка для проведения эксперимента. Вы видите, что она такая же, как и в первой работе, но изменены показатели, которые Вы будете изучать. Вместо дыхательных объемов Вы будете регистрировать парциальное давление  $\text{PCO}_2$  в альвеолярном воздухе и потоковые характеристики выдыхаемого и вдыхаемого воздуха.

Цель эксперимента: Исследовать влияние различных нарушений дыхательной функции на содержание углекислого газа в альвеолярном воздухе.

Рисунок 3. Установка для напряжения углекислоты в альвеолах при различном дыхании.



#### Алгоритм действий:

1. При радиусе альвеол 5 нажмите «Старт» и запишите пневмограмму нормального дыхания. Зарегистрируйте показатели парциального давления  $\text{PCO}_2$  в таблицу, нажимая «**Record data**».
2. Очистите экран (**Clear tracings**) и повторите запись при быстром дыхании (**Rapid breathing**), в условиях возвратного дыхания (**Rebreathing**), когда в легкие возвращается выдыхаемый в мешок воздух, и в условиях остановки дыхания (**Breath Holding**). Не забывайте после каждого эксперимента нажимать «**Record data**» для заполнения таблицы данных.
3. Перепишите таблицу в протокольную тетрадь и сделайте выводы.

Таблица 3. Парциальное давление  $CO_2$  в альвеолах при различном дыхании.

Состояние дыхания Condition	$PCO_2$	Max $PCO_2$	Min $PCO_2$	Pump Rate Частота дыхания	Radius Радиус альвеол	Total flow Общий поток
Нормальное						
Частое						
Апноэ						
Возвратное						

Попробуйте ответить на следующие вопросы:

- 1) От чего зависит парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе?
- 2) Какую роль в дыхании играет содержание углекислоты в альвеолах?