

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ



Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. промышленной и медицинской
электроники, проф., д.т.н.

_____ Г.С. Евтушенко

БИОФИЗИКА ДЫХАНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Биофизика» для студентов, направления
200300 «Биотехническая инженерия»

УДК 577.3.

Биофизика дыхания: Метод. указ. к выполн. лаб. раб. по дисциплине «Биофизика» для студентов, направления 200300 «Биотехническая инженерия». – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 9 с.

Составители: А.А. Аристов

Рецензент доцент, к.м.н. К.С. Бразовский

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
промышленной и медицинской электроники 23 декабря 2007 г.

Зав. кафедрой
профессор, д.т.н.

_____ Г.С. Евтушенко

Лабораторная работа

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Приборы и принадлежности: спирометр, спирт, вата

Жизнедеятельность любого организма сопряжена с энергозатратами, в ходе которых происходит ферментативное расщепление богатых энергией веществ (макроэргов) и прежде всего АТФ. Израсходованные источники энергии восстанавливаются сложными путями, в первую очередь с помощью утилизации питательных веществ, завершающим звеном которых служит биологическое окисление:



В результате этих процессов органические вещества разлагаются на углекислый газ и воду, при этом выделяется энергия.

Поглощение живыми организмами кислорода и выделение углекислого газа и составляет сущность дыхания. Биологическое окисление происходит с помощью ферментов, локализованных на внутренних мембранах и кристах митохондрий - энергетических центрах клетки. Поэтому в понятие дыхания включают все процессы, связанные с доставкой O_2 из окружающей среды внутрь клетки и с выделением CO_2 из клетки в окружающую среду.

В физиологии чаще всего различают три этапа дыхания:

- внешнее дыхание (перенос газов от носовой полости до легких включительно);
- транспортировка газов кровью;
- внутреннее дыхание (клеточное, тканевое).

Дыхание человека постоянно приспосабливается к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды, что обеспечивается процессами нервной и гуморальной регуляции. Предлагаемые работы в некоторой степени позволяют ознакомиться с особенностями внешнего дыхания и его регуляцией.

Задание 1

Тема. Дыхательные движения.

Цель: научиться подсчитывать дыхательные движения в покое.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер (либо часы с секундной стрелкой).

После 15 лет частота дыхания составляет 15 дыхательных движений в минуту. При регулярных занятиях физической культурой частота дыхания снижается и составляет 10-15 в минуту. Нагрузку при занятиях физической культурой следует регулировать так, чтобы частота дыхания непосредственно после занятия не превышала у взрослых - 30, а у детей - 40 дыхательных движений в минуту, а восстановление ее исходной величины происходило бы не позднее чем через 7-9 мин.

ХОД РАБОТЫ

Экспериментатор кладет на верхнюю часть груди испытуемого руку с широко расставленными пальцами и считает количество вдохов за 1 мин (подсчет производится в положении стоя).

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

Сравните полученные результаты.

Ответьте на вопросы: Почему в душном помещении резко снижается трудоспособность? Почему когда плотно поешь становится трудно дышать? Какое значение для организма человека имеет расположение в носовой полости рецепторов, воспринимающих запах?

Задание 2

Тема. Спирометрия.

Цель: определить с помощью спирометра ЖЕЛ и составляющие ее параметры.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: спирометр, спирт, вата.

Спирометрия - метод определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и составляющих ее объемов воздуха. Жизненная емкость легких - это наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после максимального вдоха. На рис. 1 показаны легочные объемы и емкости, характеризующие функциональное состояние легких, а также пневмограмма, поясняющая связь объемов и емкостей, легких с дыхательными движениями.

Ход работы

Работа начинается с измерения дыхательного объема легких человека. Для этого экспериментатор устанавливая шкалу спирометра на нуль. После чего испытуемый делает в спирометр спокойный выдох. Экспериментатор отмечает показания по шкале. Измерение повторяют несколько раз. Затем экспериментатор определяет среднюю величину дыхательного объема, разделив сумму показаний спирометра на число проведенных выдохов.

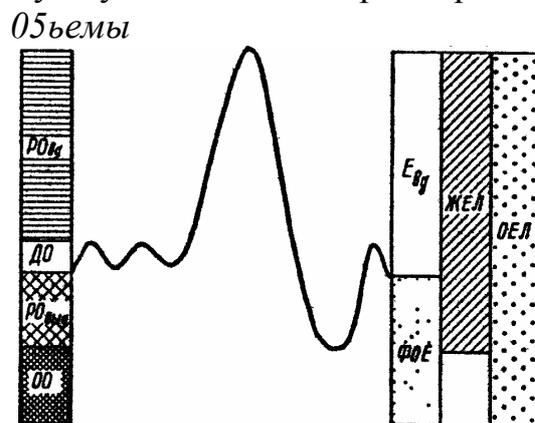


Рис. 1. Легочные объемы

После этого измеряют резервный объем выдоха. Спокойно выдохнув, испытуемый берет в рот мундштук и производит глубокий выдох. Прибор покажет объем этого (резервного) выдоха. Эту операцию желательно повторить 2-3 раза, причем экспериментатор каждый раз должен устанавливать спирометр на нуле. Полученные результаты записывают в тетрадь, после чего рассчитывают среднюю величину резервного объема выдоха.

Затем измеряют жизненную емкость легких. Шкалу спирометра устанавливают на нуле, а испытуемый сначала делает глубокий вдох, после этого максимальный выдох в спирометр. Для более точного определения ЖЕЛ эту процедуру также повторяют несколько раз и рассчитывают среднюю величину.

Форма отчетности

Рассчитайте резервный объем вдоха путем вычитания, суммы дыхательного объема и резервного объема выдоха из величины жизненной емкости легких:

$$PO_{ВД} = ЖЕЛ - (ДО + PO_{ВЫД}).$$

Полученные данные запишите в тетрадь. Сравните полученные данные по всей группе, используя информацию из работы 3.

Задание 3

Тема. Жизненная емкость легких.

Цель: научиться подсчитывать жизненную емкость легких с помощью формул.

Объект исследования: человек. **Материалы и оборудование:** отсутствуют.

Ход работы

Рассчитайте жизненную емкость своих легких. Расчет проводится по специальным формулам.

| | |
|-------------------------------|---|
| Для женщин по формуле Людвига | $ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 0,041] - [\text{возраст (лет)} \cdot 0,018] - 2,68$ $ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 40] + [\text{масса (кг)} \cdot 10] - 3800$ |
| Для мужчин по формуле Людвига | $ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 0,052] - [\text{возраст (лет)} \cdot 0,022] - 3,60$ $ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 40] + [\text{масса (кг)} \cdot 30] - 4400$ |

Оценка результатов

1. Сравните полученные результаты с табличными, а также с теми, которые вы получили в работе 2. Сделайте выводы.

Таблица 1

Жизненная емкость легких для мужчин

| Длина тела, см | Масса тела, кг | | | | | | |
|----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
| | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 165 | 4000 | 4150 | 4300 | 4450 | 4600 | 4750 | 4900 |
| 170 | 4200 | 4350 | 4500 | 4650 | 4800 | 4950 | 5100 |
| 175 | 4400 | 4550 | 4700 | 4850 | 5000 | 5150 | 5300 |
| 180 | 4600 | 4750 | 4900 | 5050 | 5200 | 5350 | 5500 |
| 185 | 4800 | 4950 | 5100 | 5250 | 5400 | 5550 | 5700 |

Таблица 2

Жизненная емкость легких для женщин

| Длина тела, см | Масса тела, кг | | | | | | |
|----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| 155 | 2900 | 2950 | 3000 | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 |
| 160 | 3100 | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 |
| 165 | 3300 | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 |
| 170 | 3500 | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 |
| 175 | 3700 | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 |
| 180 | 3900 | 3950 | 4000 | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 |

В норме у здоровых людей ЖЕЛ может отклоняться от нормативной в пределах $\pm 15\%$

2. Используя результаты определения ЖЕЛ в работе рассчитайте величину отклонения фактической жизненной емкости легких от нормативной.

Формула расчета отклонения жизненной емкости легкого

$$(\text{ЖЕЛ}_{\text{факт.}} \cdot 100\%) / \text{ЖЕЛ}_{\text{норм.}}$$

3. Используя формулу и результаты определения ЖЕЛ в работе 3, определите свой жизненный индекс.

Формула расчета жизненного индекса человека

$$\text{ЖЕЛ (мл)} / \text{масса (кг)}$$

Форма отчетности

Результаты расчетов и выводы опыта запишите в тетрадь.

Задание 4

Тема. Задержка дыхания в покое и после дозированной нагрузки.

Цель: установить влияние задержки дыхания на частоту дыхания.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер (либо часы с секундной стрелкой).

Определение времени максимальной задержки дыхания на глубоком вдохе

Ход работы

Испытуемый в течение 3-4 мин в положении сидя спокойно дышит, а затем по команде после обычного выдоха делает глубокий вдох и задерживает дыхание сколько сможет, зажав при этом нос. Экспериментатор, пользуясь секундомером, определяет время от момента задержки дыхания до момента его возобновления. Результат фиксируется. Для определения времени Максимальной задержки дыхания, используют данные 3 попыток и берут среднее арифметическое.

Оценка результатов

У здорового человека (6-18 лет) время задержки дыхания на глубоком вдохе составляет в среднем от 16 до 55с, у взрослого - 40-60 с.

Определение времени максимальной задержки дыхания на глубоком выдохе

• Ход работы

Испытуемый в течение 3-4 мин в положении сидя спокойно дышит, а затем по команде после обычного вдоха, делает глубокий выдох и задерживает дыхание на сколько сможет, зажав при этом нос. Испытатель, пользуясь секундомером, определяет время от момента задержки дыхания до момента его возобновления. Результат фиксируется. Для определения времени максимальной задержки-дыхания используют данные 3 попыток и берут среднее арифметическое.

Оценка результатов

У здорового человека (6-18 лет) время задержки дыхания на выдохе составляет 12-13 с, у взрослого - 25-30 с.

Определение времени максимальной задержки дыхания после искусственной гипервентиляции легких (учащенного дыхания)

Ход работы

Испытуемый в течение 1-2 мин дышит с наибольшей глубиной (а не частотой), а затем по команде задерживает дыхание на максимальном вдохе или на максимальном выдохе. Результат фиксируется. Для определения времени максимальной задержки дыхания используют данные 3 попыток и берут среднее арифметическое значение.

Сравните полученные результаты с предыдущими и сделайте вывод.

Определение времени максимальной задержки дыхания после дозированной нагрузки

Ход работы

В положении сидя испытуемый задерживает дыхание на максимальный срок на спокойном выдохе. Время задержки экспериментатор регистрирует. После отдыха (около 5 мин) испытуемый делает 20 приседаний за 30 с. По окончании работы он садится на стул и задерживает дыхание. Время задержки экспериментатор вновь регистрирует. После отдыха (1 мин) испытуемый повторяет упражнение с задержкой дыхания на спокойном входе.

Определите долю времени максимальной задержки дыхания после дозированной нагрузки по формуле, где Б – время задержки дыхания в спокойном состоянии, В -время задержки дыхания после дозированной нагрузки.

Формула расчета доли времени задержки дыхания на выдохе (А)

$$A=100\% \cdot (Б-В)/Б$$

Оценка результатов

При дозированной физической нагрузке за норму принимается уменьшение времени задержки дыхания на выдохе не более чем на 50%. Сравните полученные значения с данными из таблицы. Сделайте выводы.

Таблица 3

Результаты функциональной пробы с задержкой дыхания до и после дозированной нагрузки для различных по степени тренированности испытуемых

| Категории испытуемых | Задержка дыхания в покое, с | Задержка дыхания после 20 приседаний | Задержка дыхания после отдыха |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Здоровые тренированные | 46-60 | Более 50% от первой фазы | Более 100% от первой фазы |
| Здоровые нетренированные | 36-45 | 30-50% от первой фазы | 70-100% от первой фазы |
| С нарушениями здоровья | 20-35 | 30% и менее от первой фазы | Менее 70% от первой фазы |

Ответьте на вопросы: Какое дыхательное движение (вдох или выдох) физиологически более оправданно при сгибании туловища? Чем отличается тканевой газообмен, от легочного?

БИОФИЗИКА ДЫХАНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторной работы

Составители: А.А. Аристов

Подписано к печати 30.12.2007 г.

Усл. печ. л. 0,37.

Тираж 20 экз.

Рег. № xxxxxxxx. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 9 с.