

ФИЗИОЛОГИЯ

ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

ПРАКТИКУМ

Под редакцией академика Гурина В. Н.

Физиология человека и животных [Электронный ресурс]: Практикум: Учебное пособие / Под ред. акад. Гурина В. Н. — Электрон. текст. дан. (764 Кб). — Мн.: Научно-методический центр “Электронная книга БГУ”, 2003. — Режим доступа: <http://anubis.bsu.by/publications/elresources/Biology/Gurin.pdf> . — Электрон. версия печ. публикации, 2002. — PDF формат, версия 1.4 . — Систем. требования: Adobe Acrobat 5.0 и выше.

МИНСК

«Электронная книга БГУ»

2003

© Гурин В.Н.

© Научно-методический центр
«Электронная книга БГУ»

www.elbook.bsu.by
elbook@bsu.by

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

ПРАКТИКУМ

Под редакцией академика В. Н. ГУРИНА

*Допущено Министерством образования
Республики Беларусь в качестве
учебного пособия для студентов
биологических специальностей
высших учебных заведений*

МИНСК
БГУ
2002

УДК 591.1:612(075.8)

ББК 28.07я

Ф48

А в т о р ы:

д-р мед. наук, проф. **В. Н. Гурин**; д-р мед. наук, доц. **И. Н. Семенина**; д-р биол. наук, ст. науч. сотр. **А. В. Гурин**; канд. биол. наук, доц. **В. И. Дунай**; канд. биол. наук, доц. **Г. И. Захаревская**; канд. биол. наук, доц. **Г. Т. Маслова**; канд. биол. наук, доц. **И. И. Солодовникова**; канд. биол. наук, ст. науч. сотр. **В. В. Царюк**; канд. биол. наук, доц. **Д. Б. Сандаков**; канд. биол. наук, ассист. **А. В. Сидоров**; ассист. **Г. С. Полохович**; ассист. **Л. Н. Сейко**; ассист. **Е. К. Карман**

Рецензенты:

кафедра анатомии, физиологии и валеологии Белорусского государственного педагогического университета имени М. Танка;
д-р мед. наук, проф. кафедры физиологии человека и животных Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины
А. С. Калугин

Физиология человека и животных: Практикум: Учеб.
Ф48 пособие / Под ред. акад. В. Н. Гурина. – Мн.: БГУ, 2002.–
120 с.: ил.
ISBN 985-445-766-4.

Предназначено для студентов биологических специальностей с целью облегчить выполнение практических работ при изучении физиологии человека и животных.

УДК 591.1:612(075.8)

ББК 28.07я

ISBN 985-445-766-4

© Коллектив авторов, 2002
© БГУ, 2002

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение физиологии человека и животных предполагает усвоение студентами как теоретических знаний, так и овладение навыками экспериментальной работы. Первые приобретаются в ходе лекций и самостоятельной работы с учебным материалом, вторые – на лабораторных занятиях.

Лабораторные занятия предусматривают самостоятельное выполнение студентами экспериментов и интерпретацию получаемых данных. В результате выполнения экспериментов практикума студенты знакомятся с методиками измерения физиологических величин, в том числе и с теми, которые применяются в клинической практике. Анализ итоговых фактических материалов позволяет студентам приобрести навыки научного мышления, рационального представления и корректной интерпретации данных.

В настоящем учебном пособии приведены подробные описания экспериментов (по всем разделам программы), которые студенты выполняют во время лабораторных занятий. Постановка опытов описана в форме инструкций, последовательно излагающих этапы их проведения. В конце каждой работы студенту предлагается сделать вывод, что способствует более успешному усвоению материала. В практикуме также приведены главнейшие физиологические величины для сравнения с ними данных собственных экспериментов студентов.

К каждому лабораторному занятию предлагаются контрольные вопросы, которые облегчают самостоятельную подготовку обучающихся. Лабораторные опыты адаптированы к программе биологического факультета по физиологии человека и животных. В практикум включены новые лабораторные опыты, дополнительная литература содержит последние издания по всем разделам курса и помогает получить более полные знания по основным вопросам, решаемым в ходе занятия.

РАЗДЕЛ I

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Занятие 1. СОСТАВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ. СОЭ. ГРУППЫ КРОВИ

Контрольные вопросы

1. Кровь как внутренняя среда организма. Функции крови.
2. Физико-химические свойства крови.
3. Состав плазмы крови.
4. Белки крови и их функции.
5. СОЭ.
6. Группы крови. Системы АВ0 и Rh.
7. Гемолиз эритроцитов и его виды.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 2. С. 414–453.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 2. С. 123–178.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 211–226.

Работа 1 (1). Гемолиз и его виды

Устанавливаем пробирки в штативе. В первую наливаем 5 мл физиологического раствора (№ 1), во вторую – 5 мл физиологического раствора и 5 капель нашатырного спирта NH_4OH (№ 2), в третью – 5 мл дистиллированной воды (№ 3). Затем в каждую пробирку добавляем по 1 капле крови и перемешиваем содержимое. Результат наблюдаем через 30 мин. Данные наблюдения записываем в таблицу.

Содержимое пробирки	Наличие гемолиза («+» или «-»)
1. Физиологический раствор (5 мл)	
2. Физиологический раствор (5 мл) + 5 капель NH ₄ OH	
3. Дистиллированная вода (5 мл)	

Вывод (сделайте вывод о механизмах наблюдаемого гемолиза в каждом конкретном случае).



Работа 2 (2). Определение осмотической резистентности эритроцитов

Готовим растворы поваренной соли NaCl различной концентрации (см. таблицу). После этого вносим их в пробирки и добавляем в каждую из них по 1 капле дефибринированной крови. Смесь взбалтываем и оставляем стоять в течение 5–10 мин, после чего центрифугуем (либо даем постоять в течение часа). Если осадок эритроцитов достаточно большой, а слой жидкости слегка окрашен, это свидетельствует о наличии частичного гемолиза, что позволяет определить минимальную резистентность эритроцитов. Если же осадка нет, а жидкость прозрачна и интенсивно окрашена («лаковая» кровь), то наступил полный гемолиз, что указывает на предел максимальной резистентности эритроцитов. Результаты опыта заносим в таблицу, сравниваем полученные результаты с нормой.

Показатели	Номер пробирки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 % NaCl, мл	3,0	2,75	2,5	2,25	2,0	1,75	1,5	1,25
Дистиллированная вода, мл	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75
Концентрация раствора, %	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
Степень гемолиза								

Степень гемолиза: «-» – отсутствует; «+» – частичный, выражен слабо; «++» – частичный, выражен хорошо; «+++» – полный.

Вывод (сделайте вывод о степени осмотической резистентности эритроцитов исследованной крови).



Работа 3 (3). Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Прибор Панченкова представляет собой штатив, в котором строго в вертикальном положении могут быть закреплены специальные капилляры. Они градуированы в миллиметрах (мм). Метка «0» находится на расстоянии 100 мм от нижнего конца; метка «К» (кровь) располагается на уровне «0», метка «Р» (реактив) – на уровне 50 мм.

Капилляр промываем 5 % раствором цитрата натрия (предотвращает свертывание крови). Затем набираем цитрат натрия до метки «Р» и выдуваем его на часовое стекло. В тот же капилляр двукратно набираем кровь до метки «К» (можно использовать донорскую кровь). Обе порции крови смешиваем на часовом стекле с имеющимся там цитратом натрия (в соотношении 4:1), смесь набираем в капилляр до метки «0» и помещаем его в штатив. Через час фиксируем высоту (в мм) образовавшегося столбика плазмы в капилляре. Это и будет являться мерой СОЭ.

СОЭ нельзя вычислять, измеряя количество плазмы, образовавшееся за 30 мин, и умножая полученное значение на 2, так как процесс оседания протекает по времени неравномерно. Полученные результаты заносим в таблицу и сравниваем с нормой.

Пол	СОЭ, мм/ч	
	Полученное значение	Нормативное значение
Мужчины		
Женщины		

Вывод (сделайте вывод о скорости оседания эритроцитов исследованной пробы крови).



Работа 4 (4). Определение группы крови

Перед началом выполнения задания заполняем приведенную ниже таблицу.

Группа крови	Агглютинины (белки плазмы)	Агглютиногены (белки эритроцитов)
I (0)		
II (A)		
III (B)		
IV (AB)		

Предметное стекло помещаем на белую бумагу и наносим на него по 1 капле стандартных сывороток I, II и III группы либо используем стекло с лунками (предварительно рекомендуется подписать соответствующие лунки). Затем каплю крови (можно использовать донорскую кровь) при помощи стеклянной палочки переносим в каплю сыворотки I группы и тщательно размешиваем до тех пор, пока смесь не приобретет равномерно розовый цвет. Аналогичным образом (используя каждый раз новую палочку) переносим каплю крови в стандартные сыворотки других групп. Реакция агглютинации наступает через 1–5 мин.

При наличии агглютинации капля становится прозрачной, а эритроциты склеиваются в виде комочков. Группа крови устанавливается в зависимости от наличия агглютинации.

Заполняем таблицу, обозначая знаком «+» наличие агглютинации, знаком «-» – ее отсутствие.

Группа крови	Лунка 1 (α и β)	Лунка 2 (β)	Лунка 3 (α)
I (0)			
II (A)			
III (B)			
IV (AB)			

Вывод (сделайте вывод о групповой принадлежности исследуемой крови).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 2. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ. ГЕМОГЛОБИН. БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ КРОВИ

Контрольные вопросы

1. Классификация и характеристика форменных элементов крови.
2. Лейкоцитарная формула.
3. Механизмы гемостаза.
4. Гемоглобин. Соединения гемоглобина с различными газами. Миоглобин.
5. Буферные системы крови.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 2. С. 414–453.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 2. С. 123–178.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 211–238.

Работа 1 (5). Приготовление препарата крови

Каплю крови помещаем на предметное стекло, накрываем покровным и рассматриваем под микроскопом на большом увеличении. Среди расположенных в виде «монетных столбиков» эритро-

цитов видны единичные лейкоциты. Зарисовываем наблюдаемую под микроскопом картину.

Рисунок (препарат крови).

Вывод (сделайте вывод о составе крови).



Работа 2 (6). Подсчет форменных элементов крови

Счетная камера Горяева представляет собой толстое предметное стекло, в средней части которого имеются четыре желобка. Между ними образуются узкие площадки. Средняя площадка ниже боковых на 0,1 мм и разделена пополам поперечным желобком. По обе стороны от него расположены сетки, нанесенные на стекло. При наложении на боковые площадки покровного стекла над сеткой образуется камера глубиной 0,1 мм. Сетка Горяева состоит из 225 больших квадратов. Каждый третий квадрат разделен на 16 маленьких квадратов. Таких больших квадратов, разделенных на маленькие, в сетке 25. Сторона маленького квадрата равняется 1/20 мм, площадь – $1/400 \text{ мм}^2$, а объем пространства над маленьким квадратом равен $1/400 \text{ мм}^2 \times 1/10 \text{ мм} = 1/4000 \text{ мм}^3$. Знако-

мимся с устройством счетной камеры и сеткой, поместив ее под микроскоп и рассмотрев при малом и большом увеличении. Зарисовываем внешний вид камеры Горяева и счетной сетки. На рисунке обозначаем большой и малый квадраты.

Р и с у н о к (камера Горяева).

А

Б

А – общий вид; Б – сетка Горяева: 1 – маленький квадрат,
2 – большой квадрат

Смеситель представляет собой пипетку с ампулообразным расширением. В ампуле находится стеклянная бусинка для лучшего размешивания крови. На капилляре нанесены две метки: «0,5» и «1,0»; третья метка стоит за ампулообразным расширением: на смесителе для эритроцитов – «101», для лейкоцитов – «11». Если в смеситель для эритроцитов набирают кровь до метки «1,0», а затем наливают разбавляющую жидкость, доводя общий объем до «101», кровь разводится в 100 раз. При разведении в 200 раз кровь следует набирать в смеситель до метки «0,5». Аналогично в смесителе для лейкоцитов получают разбавление крови в 10 и 20 раз. Для разбавления крови при подсчете эритроцитов применяют гипертонический раствор NaCl (3 %), в котором эритроциты сморщиваются. При подсчете лейкоцитов применяют 5 % раствор уксусной кислоты, подкрашенной метиленовой синью. Кислота разрушает оболочки эритроцитов и лейкоцитов, а метиленовая синь окрашивает ядра последних. При этом эритроциты становятся невидимыми и не мешают подсчету лейкоцитов.

Зарисовываем смесители для эритроцитов и лейкоцитов. Обозначаем их составные части и метки.

Р и с у н о к (смесители).

А

Б

А – для подсчета эритроцитов; Б – для подсчета лейкоцитов.
1 – капилляр; 2 – ампула

Каплю крови (можно использовать донорскую кровь, предварительно налив небольшое ее количество в специальные чашечки) при помощи груши набираем в капилляр смесителя до метки «0,5» (следим, чтобы не попали пузырьки воздуха). Вытираем конец капилляра фильтровальной бумагой и быстро переносим его в раствор для разведения крови. Набираем раствор до метки «101». После этого смеситель переводим в горизонтальное положение и кладем на стол. Аналогичным образом заполняем и смеситель для лейкоцитов (кровь до метки «0,5», раствор до метки «11»).

Сетку камеры плотно закрываем покровным стеклом, притерев последнее до появления цветных колец Ньютона. Это служит показателем того, что стекла прилегают вплотную. Сняв резиновую трубку со смесителя и зажав пальцами оба конца, встряхиваем в течение минуты. Выдуваем три капли из смесителя на вату, нанося четвертую на среднюю пластинку камеры у края покровного стекла. Капля заполняет камеру в результате капиллярных сил. Излишек раствора при этом стекает в желобки. Если на сетку попал воздух, то камеру следует промыть дистиллированной водой, насухо вытереть и заполнить снова. Заполненную камеру ставим под микроскоп, и если форменные элементы расположены равномерно, приступаем к подсчету. Считать удобно при малом увеличении.

Подсчитываем число эритроцитов в 5 больших квадратах, расположенных в различных местах сетки, например по диагонали. Находим среднее арифметическое число эритроцитов в одном маленьком квадрате. Для этого полученное число эритроцитов (Э) делим на 80 (в 1 большом квадрате находится 16 маленьких: $5 \times 16 = 80$). Объем пространства над одним маленьким квадратом равен $1/4000 \text{ мм}^3$. Умножая полученное число на 4000, получаем количество эритроцитов в 1 мм^3 разведенной крови; умножая на 200, получаем количество эритроцитов в 1 мм^3 цельной крови. Итоговая формула для исчисления следующая:

$$\text{Число эритроцитов в 1 мкл} = \frac{\text{Э} \times 4000 \times \text{кратность разведения}}{80},$$

где Э – найденная сумма эритроцитов в 5 больших (80 маленьких) квадратах.

Подсчет лейкоцитов (Л) производим в 25 больших квадратах (400 маленьких). Итоговая формула для подсчета лейкоцитов следующая:

$$\text{Число эритроцитов в 1 мкл} = \frac{\text{Л} \times 4000 \times \text{кратность разведения}}{400},$$

где Л – сумма лейкоцитов в 25 больших (400 маленьких) квадратах.

Результаты подсчета форменных элементов крови заносим в таблицу и сравниваем полученные значения с нормой.

Клетки крови	Количество форменных элементов, ед/мкл	
	полученные значения	норма
Эритроциты		
Лейкоциты		

Вы в о д (сделайте вывод о количестве эритроцитов и лейкоцитов в крови).



Работа 3 (7). Определение количества гемоглобина в крови

Гемометр Сали представляет собой штатив со вставленными в него тремя пробирками одинакового диаметра. Две крайние запаяны сверху и содержат раствор солянокислого гематина, средняя – градуирована в относительных процентах (отн%) либо в грамм-процентах (г%) и открыта. К аппарату прилагаются пипетка для взятия крови на 20 мм^3 (метка «20»), обычная пипетка, стеклянная палочка.

Зарисовываем внешний вид гемометра Сали и вспомогательное оборудование к нему. Обозначаем составные части.

Р и с у н о к (гемометр Сали).

1 – пробирки со стандартным раствором; 2 – пробирка для исследуемой крови; 3 – пипетка для крови; 4 – пипетка для воды

В среднюю пробирку наливаем 0,2 мл 0,1 нормального раствора HCl. Затем с помощью градуированной пипетки берем 20 мм^3 крови (можно использовать донорскую кровь) и, обтерев кончик пипетки фильтровальной бумагой, выдуваем кровь на дно пробирки так, чтобы верхний слой соляной кислоты оказался неокрашенным. Не вынимая пипетки, споласкиваем ее соляной кислотой из верхнего слоя. После этого содержимое пробирки перемешиваем, ударяя пальцем по ее концу, и оставляем стоять на 5–10 мин (время, необходимое для полного превращения гемоглобина в солянокислый гематин). Затем к раствору по каплям добавляем дистиллированную воду (раствор при этом перемешиваем стеклянной палочкой) до тех пор, пока цвет полученного раствора не совпадет с цветом стандарта. Цифра на уровне нижнего мениска покажет содержание гемоглобина в исследуемой крови в грамм-процентах (относительных процентах). Зная

величину, выраженную в грамм-процентах, вычисляем относительное содержание гемоглобина в исследуемой крови.

Пример 1. Равенство красок достигнуто на отметке 15 г% гемоглобина. При этом 16,7 г% принято за 100 %. Следовательно, 15 % принято за X .

Формула для расчета:

$$X = (100 \% \times 15 \text{ г\%}) / 16,7 \text{ г\%},$$

где X – относительное содержание гемоглобина, %.

В случае градуировки пробирки в процентах рассчитываем количество гемоглобина в грамм-процентах.

Пример 2. Равенство красок достигнуто на отметке 80. Следовательно, исследуемая кровь содержит 80 % гемоглобина по сравнению со стандартом (16,7 г%).

Формула для расчета:


$$X = (16,7 \text{ г\%} \times 80 \%) / 100 \%,$$

где X – количество гемоглобина в крови, г%.

Результаты измерений заносим в таблицу, сравниваем полученные значения с нормой.

Пол	Содержание гемоглобина в крови	
	полученные результаты	норма
<i>В грамм-процентах</i>		
Мужчины		
Женщины		
<i>В процентах от нормы</i>		
Мужчины		100 %
Женщины		100 %

Вывод (сделайте вывод о количестве гемоглобина в крови).

 _____

Работа 4 (8). Вычисление цветного показателя

Цветным показателем (ЦП) называют отношение количества гемоглобина к числу эритроцитов. Если в крови содержание гемоглобина равно 100 % и количество эритроцитов в 1 мм^3 составляет 5 млн, то ЦП принимается равным 1. Вычисление производим по формуле

$$\text{ЦП} = \frac{\text{Найденное \% содержание Hb}}{100\%} : \frac{\text{Найденное число эритроцитов}}{5\,000\,000}.$$

Рассчитываем значение ЦП. Записываем полученный результат.



Вывод (сравните полученные данные с нормой).



ДОЛЖНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У ЧЕЛОВЕКА (по материалам учебников, справочных пособий, лекций заполняем приведенную ниже таблицу)

Окончание таблицы

<i>Общие свойства</i>	<i>Физико-химические свойства эритроцитов</i>
Плазма:	Содержание воды
вода	Содержание гемоглобина
белок	Диаметр эритроцитов
неорганические части	Цветной показатель
Гематокрит:	Резистентность:
женщины	максимальная
мужчины	минимальная

Окончание таблицы

<i>Общие свойства</i>	<i>Физико-химические свойства эритроцитов</i>
Объем циркулирующей крови	<i>Состав форменных элементов</i>
Плотность:	Общее число эритроцитов в 1 мм ³ :
сыворотки	женщины
эритроцитов	мужчины
Реакция (рН):	Общее число лейкоцитов в 1 мм ³
артериальная кровь	Тромбоциты
венозная кровь	Ретикулоциты
Осмотическое давление	Лейкоцитарная формула:
СОЭ:	палочкоядерные нейтрофилы
женщины	сегментоядерные нейтрофилы
мужчины	эозинофилы
Вязкость:	базофилы
женщины	лимфоциты
мужчины	моноциты
<i>Содержание электролитов в плазме, ммоль/л</i>	<i>Белки сыворотки</i>
Натрий	Общий белок
Калий	Альбумины
Кальций общий	Глобулины
Кальций ионизированный	Фибриноген
Магний	<i>Содержание углеводов</i>
Хлориды	Глюкоза
Бикарбонат	

Приведите рисунок функциональной системы поддержания постоянства количественного состава крови.

Р и с у н о к.

Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Абдулкадыров К. М., Бессмельцев С. С.* Апластическая анемия. М., 1995.
- Актуальные проблемы гемостазиологии / Под ред. Б. А. Петровского. М., 1981.
- Базисная и клиническая фармакология / Под ред. Б. Катцунга. М.; СПб., 2000.
- Барышников Л. Ю.* Иммунологический фенотип лейкозной клетки. М., 1989.
- Вейсман И. Л., Худ Л. Е., Вуд У. Б.* Введение в иммунологию. М., 1983.
- Германов В. А., Пиксанов О. Н.* Эритроциты, тромбоциты, лейкоциты. М., 1968.
- Гольдберг Е. Д., Дыгай А. М., Хлустов И. А.* Роль вегетативной нервной системы в регуляции гемопоэза. Томск, 1997.
- Горизонтов П. Д.* Гомеостаз. М., 1983.
- Горизонтов П. Д., Белоусова О. И., Федотова М. И.* Стресс и система крови. М., 1983.
- Заварзин А. А.* Очерки эволюционной гистологии крови и соединительной ткани. М., 1945.
- Зербино Д. Д., Лукасевич Л. Л.* Диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови: факты и концепции. М., 1969.
- Зубаров Д. И.* Биохимия свертывания крови. М., 1978.
- Иммунология / Под ред. А. Ройта. М., 2000.
- Иммунофизиология / Под ред. Е. А. Корневой. СПб., 1993.
- Калишевская Т. М.* Регуляция жидкого состояния крови и ее свертывания. М., 1982.
- Клиническая иммунология и аллергология / Под ред. Л. Йегера. М., 1990.
- Ковалева Л. Г.* Острые лейкозы. М., 1990.
- Кудряшов Б. А.* Биологические проблемы регуляции жидкого состояния крови и ее свертывания. М., 1975.
- Кузник Б. И., Скипетров В. П.* Форменные элементы крови, сосудистая стенка, гемостаз и тромбоз. М., 1974.
- Лабораторные методы исследования системы гемостаза / Под ред. Е. Д. Гольдберга. Томск, 1980.
- Лысенко А. Я.* ВИЧ-инфекция и СПИД-ассоциируемые заболевания. М., 1996.
- Марри Р., Греннер Д., Мейес П. Роддуэл В.* Биохимия человека. М., 1993.
- Маянский А. Н., Пикуза О. И.* Клинические аспекты фагоцитоза. Казань, 1993.
- Механизмы иммунопатологии / Под ред. С. Коена. М., 1983.
- Михайлов В. В.* Основы патологической физиологии: Руководство для врачей. М., 2001.
- Нефедов В. П., Ясайтис А. А.* Гомеостаз на различных уровнях организации биосистем. М., 1991.
- Основы физиологии / Под ред. П. Стёрки. М., 1984.
- Основы физиологии человека / Под ред. Б. Н. Ткаченко. СПб., 1994.
- Петров Р. В.* Иммунология. М., 1987.

- Практикум по физиологии / Под ред. К. М. Кулланды. М., 1970.
- Руководство по гематологии / Под ред. А. И. Воробьева. М., 1985.
- Руководство по физиологии. Физиология системы крови / Под ред. В. Н. Черниговского. Л., 1968.
- Сравнительная физиология животных: В 2 т. / Под ред. Л. Проссера. Т. 2. М., 1978.
- Физиология системы крови. Физиология эритропоэза / Под ред. В. Н. Черниговского. Л., 1979.
- Фримель Х., Брок И.* Основы иммунологии. М., 1986.
- Харкевич Д. А.* Фармакология. М., 1981.
- Шерстобоев Е. Ю.* Механизмы локальной регуляции кроветворения. Томск, 2000.
- Шиффман Ф. Дж.* Патология физиологии крови / Пер. с англ. М.; СПб., 2000.
- Шмидт-Ниельсен К.* Физиология животных. Приспособление и среда. М., 1983.

РАЗДЕЛ II

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Занятие 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕРВОВ И МЫШЦ

Контрольные вопросы

1. Раздражение, раздражители. Возбуждение и формы его проявления.
2. Характеристики возбудимости: порог силы, порог времени, минимальный градиент. Закон силы-длительности.
3. Законы раздражения возбудимых тканей.
4. Строение и функции мембран возбудимых клеток.
5. Мембранный потенциал, ионный механизм его формирования.
6. Фазы и механизмы развития потенциала действия.
7. Изменение возбудимости в процессе возбуждения. Рефрактерность.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 26–40.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 1. С. 31–56.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 19–43.

Работа 1 (10). Изучение установки для исследования электрических процессов в биологических тканях

В состав установки для исследования электрических процессов входят следующие компоненты: электроды (регистрирующие и стимулирующие), усилитель, осциллограф, электростимулятор.

Электроды предназначены для отведения электрических токов от тканей (отводящие электроды) или для подведения тока к ткани (стимулирующие электроды). Они смонтированы внутри коробки пластиковой камеры, которая защищает ткани от высыхания.

Усилитель обеспечивает увеличение амплитуды и мощности отводимого от ткани при помощи электродов электрического сигнала, который подается на входные контакты (вход) усилителя. Усиленный сигнал отводится от выходных контактов (выход) усилителя. При помощи рукояток управления можно ступенчато и плавно изменять коэффициент усиления сигнала.

Осциллограф обеспечивает визуализацию электрического сигнала, подаваемого на его вход с выхода усилителя. При помощи осциллографа можно увидеть форму электрического сигнала и измерять его амплитуду, длительность и латентный период от момента нанесения раздражения. При помощи рукояток управления можно регулировать скорость развертки луча, чувствительность прибора и т. п.

Стимулятор предназначен для генерации электрических токов со строго заданными параметрами. Он работает в двух режимах – разовом и внутреннем. В «разовом» режиме после нажатия кнопки «Пуск» на выходные контакты стимулятора подается одиночный импульс тока. Во «внутреннем» режиме стимулятор непрерывно генерирует импульсы тока с заданной частотой. При помощи ручек управления можно задать напряжение импульсов тока, длительность импульсов тока и частоту следования импульсов тока.

Р и с у н о к (схема установки).

1 – электростимулятор; 2 – усилитель; 3 – осциллограф;
4 – влажная камера; 5 – пара электродов; 6 – контактная панель

Работа 2 (11). Приготовление нервно-мышечного препарата «седалищный нерв – икроножная мышца» лягушки

Последовательность приготовления нервно-мышечного препарата «седалищный нерв – икроножная мышца» лягушки. 1. Обездвиживаем лягушку декапитацией или введением зонда в канал спинного мозга. 2. Вскрываем брюшную полость, отодвигаем внутренности краниально, обнажая позвоночник, и рассекаем тело лягушки на уровне 2-го поясничного позвонка. 3. Пинцетом снимаем кожу с нижней части туловища и задних конечностей. 4. Удаляем копчиковую кость, разрезаем позвонки и туловище по продольной оси и разделяем препарат на две симметричные части. 5. Подводим стеклянную палочку под крестцовое сплетение и препарируем нерв с фрагментом позвоночника. 6. Положив лапку лягушки дорсальной стороной вверх, раздвигаем мышцы бедра и выделяем седалищный нерв до коленного сустава. 7. Берем на лигатуру сухожилие икроножной мышцы и перерезаем его ниже лигатуры. 8. Удаляем подвздошную кость, мышцы с бедренной кости, очищаем бедренную кость и пересекаем ее посередине. Перерезаем голень ниже коленного сустава.

Фиксация препарата в камере: 1) бедренную кость пропускаем в отверстие стойки и зажимаем винтом; 2) нерв укладываем в продольный желобок (нерв должен плотно прилегать к двум парам электродов); 3) мышцу располагаем так, чтобы она касалась 3-й пары электродов; 4) выводим свободный конец лигатуры в отверстие в дне камеры; 5) на дно камеры укладываем ватный тампон, смоченный раствором Рингера, закрываем камеру.

Р и с у н о к (нервно-мышечный препарат, расположенный во влажной камере).

- 1 – икроножная мышца; 2 – седалищный нерв; 3 – участок позвоночника;
4 – лигатура; 5 – первая пара электродов; 6 – вторая пара электродов;
7 – третья пара электродов

Работа 3 (12). Определение возбудимости седалищного нерва и икроножной мышцы лягушки

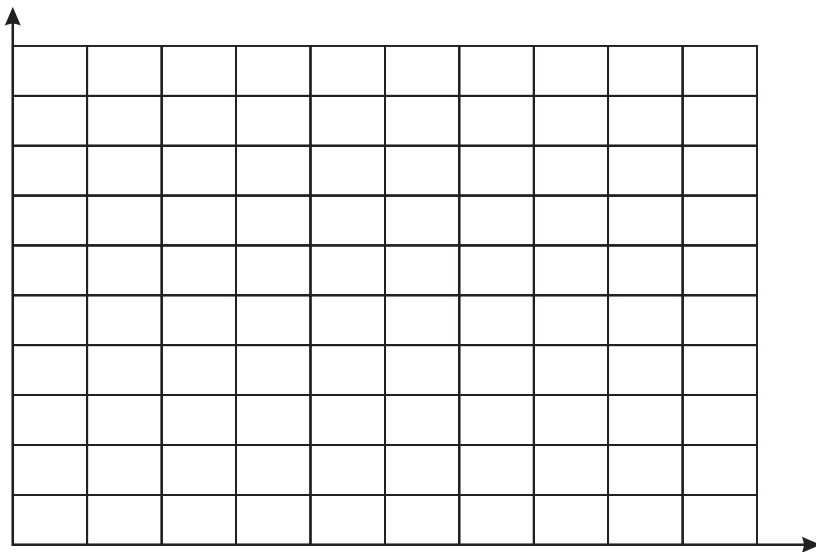
Возбудимость тканей можно количественно охарактеризовать такими показателями, как реобаза и хронаксия. Реобаза – минимальная сила (напряжение) тока, которая может вызывать возбуждение ткани. Хронаксия – минимальное время, в течение которого ток, равный удвоенной реобазе, должен действовать на ткань, чтобы вызвать возбуждение.

Предлагается изучить зависимость между временем действия тока и его пороговой силой (кривая силы-длительности) для мышцы и нерва; рассчитать хронаксию и реобазу для седалищного нерва и икроножной мышцы.

Работу выполняем на нервно-мышечном препарате «седалищный нерв – икроножная мышца» лягушки, помещенном во влажную камеру. Для раздражения мышцы подключаем электроды, контактирующие с мышцей, к выходу электростимулятора. Выбираем режим однократных импульсов. Устанавливая на стимуляторе разные значения длительности импульсов (от 50 до 0,05 мс), определяем для каждого из них минимальную величину тока, необходимую для того, чтобы вызвать сокращение мышцы. После этого подключаем к выходу стимулятора пару электродов, контактирующую с нервом, и производим электрическую стимуляцию нерва. О возникновении возбуждения в нерве судим по сокращению мышцы. Полученные значения пороговых величин тока заносим в таблицу.

Длительность импульса, мс	Пороговое напряжение, В	
	раздражение нерва	раздражение мышцы
→50		
→10		
5		
1		
0,5		
0,1		
0,05		

Р и с у н о к (на основании полученных данных строим кривые силы-длительности для нерва и мышцы, откладывая по горизонтальной оси длительность раздражения (мс), а по вертикальной оси – величины порогового напряжения (В).



На основании полученных графиков рассчитываем величины хронаксии и реобазы для нерва и мышцы. Указываем единицы измерения хронаксии и реобазы.

Седалищный нерв:
 хронаксия _____ (_____), реобазы _____ (_____).

Икроножная мышца:
 хронаксия _____ (_____), реобазы _____ (_____).

Вывод (сделайте вывод о характере зависимости между временем действия раздражающего тока и его пороговой силой (напряжением) и о соотношении возбудимости седалищного нерва и икроножной мышцы лягушки).



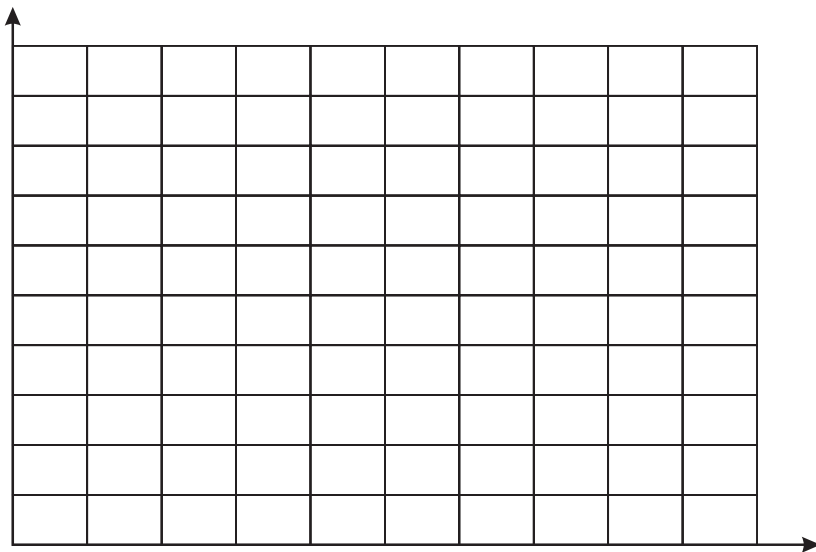
Работа 4 (13). Изучение зависимости между силой раздражения и интенсивностью возбуждения

Для простых возбудимых систем (состоящих из одного возбудимого элемента) зависимость между силой стимула и величиной возбуждения описывается законом «все или ничего». Для сложных возбудимых систем (состоящих из множества независимо функционирующих нервных элементов) величина ответной реакции пропорциональна силе действующего раздражителя. Задачей работы является изучение зависимости между силой раздражения нерва и величиной суммарного потенциала действия мышцы.

Работу выполняем на ранее приготовленном нервно-мышечном препарате. Подключаем пару электродов, расположенных на мышце, к входу усилителя, а одну из пар электродов, контактирующих с нервом, – к выходу стимулятора. Устанавливаем на стимуляторе режим однократных импульсов, длительность импульса 0,5–1 мс. Переводим осциллограф в режим ждущей развертки, скорость развертки 1 мс/см. Раздражаем нерв одиночными импульсами тока возрастающей силы. После каждой стимуляции измеряем по экрану осциллографа амплитуду потенциала действия мышцы (в сантиметрах). Затем производим калибровку осциллографа и переводим полученные значения в абсолютные величины (милливольты). Результаты заносим в таблицу.

Сила раздражения нерва, В	Амплитуда потенциала действия мышцы	
	см	мВ

Р и с у н о к (на основании полученных данных строим график зависимости амплитуды потенциала действия икроножной мышцы от силы раздражения седалищного нерва).



Отмечаем на графике момент вовлечения в сокращение первой двигательной единицы и момент вовлечения всего фонда двигательных единиц икроножной мышцы.

Вывод (сделайте вывод о характере зависимости силы реакции мышцы от силы раздражения иннервирующего ее нерва; объясните, почему кривая зависимости амплитуды потенциала действия мышцы от силы раздражения нерва имеет такую форму).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 2. ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВУ. СВОЙСТВА СИНАПСОВ

Контрольные вопросы

1. Законы проведения возбуждения по нервным волокнам.
2. Механизм проведения возбуждения по немиелинизированным и миелинизированным нервным волокнам.
3. Классификация нервных волокон. Свойства и функции разных типов волокон.
4. Ультраструктура электрического и химического синапсов.
5. Механизм передачи возбуждения в электрическом синапсе.
6. Механизм передачи возбуждения в химическом синапсе.
7. Свойства синапсов.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 40–47, 51–67.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева М., 1991. Т. 1. С. 56–91.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 65–82.

Работа 1 (14). Изолированное проведение возбуждения по нервным волокнам

Готовим нервно-мышечный препарат, состоящий из двух конечностей и 2/3 позвоночника лягушки. Подводим электроды под одну из веточек поясничного сплетения и находим пороговую силу тока. Отмечаем наблюдаемый эффект. Производим раздражение других веточек сплетения и отмечаем разницу в эффектах раздражения.

Результаты.



Вывод (сформулируйте закон изолированного проведения возбуждения по нерву).



Работа 2 (15). Двустороннее проведение возбуждения по нерву

Готовим нервно-мышечный препарат «седалищный нерв – икроножная мышца» лягушки и размещаем его в камере. Одну пару электродов (расположенную ближе к мышце) подключаем к выходу стимулятора, а вторую – ко входу усилителя. На стимуляторе устанавливаем частоту раздражения 10 имп/с, длительность импульса 0,5 мс. Увеличивая амплитуду раздражающего тока, наблюдаем (по экрану осциллографа) потенциал действия в нерве выше места раздражения и сокращение мышцы.

Зарисовываем схему нервно-мышечного препарата, указываем точки стимуляции и отведения. Стрелками обозначаем направление распространения возбуждения.

Р и с у н о к.

Вывод (сформулируйте закон двустороннего проведения возбуждения по нерву).



Работа 3 (16). Закон физиологической целостности нервного волокна

Используем нервно-мышечный препарат из предыдущей работы. Накладываем лигатуру 1 на нерв между раздражающими электродами и мышцей. Производим стимуляцию нерва и отмечаем наличие или отсутствие сокращения мышцы и потенциала действия в нерве выше места раздражения. Накладываем лигатуру 2 на нерв между раздражающими и отводящими электродами, повторяем стимуляцию, отмечаем наличие или отсутствие сокращения мышцы и потенциала действия в нерве. Результаты наблюдений заносим в таблицу.

Последовательность операции	Потенциал действия в нерве	Сокращение мышцы
До наложения лигатур		
После наложения лигатуры 1		
После наложения лигатуры 2		

Вывод (сформулируйте закон физиологической целостности нервного волокна).



Работа 4 (17). Определение скорости проведения нервного импульса

В составе седалищного нерва лягушки выделяют несколько групп волокон, которые различаются по возбудимости, амплитуде генерируемых потенциалов действия, скорости проведения. Поэтому суммарный биоэлектрический ответ нерва включает несколько компонентов. Для измерения скорости проведения возбуждения по каждой группе волокон необходимо знать две величины: расстояние от точки стимуляции нерва до точки регистрации и время, затрачиваемое импульсом на прохождение этого пути.

1. Готовим препарат седалищного нерва лягушки и размещаем его в камере. Одну пару электродов соединяем с выходом стимулятора, другую – со входом усилителя. Накладываем на нерв лигатуру между отводящими электродами. Устанавливаем скорость разрядки 0,5 мс/см, частоту стимуляции 20–30 имп/с. Находим порог возникновения потенциала действия. Увеличиваем силу раздражения и по экрану осциллографа измеряем время распространения потенциала действия от стимулирующего до отводящего электрода.

2. Увеличивая силу раздражающего тока и чувствительность осциллографа, добиваемся появления низкоамплитудных пиков потенциала действия. Зарисовываем форму составного потенциала действия. По экрану осциллографа измеряем время от момента нанесения стимула до переднего фронта пиков потенциала действия. Заносим в таблицу полученные данные.

3. При помощи линейки измеряем расстояние между стимулирующим и отводящим электродом. Зная время распространения потенциала действия и расстояние между электродами, рассчитываем скорость распространения потенциала действия (м/с). Результаты заносим в таблицу. Сравнивая полученные значения с имеющимися в литературе данными, определяем группу волокон, соответствующую каждому пику потенциала действия.

Номер пика	Порог возбуждения, В	Время проведения, мс	Скорость проведения, м/с	Группа волокон
1				
2				
3				

Р и с у н о к (составной потенциал действия).

В ы в о д.



Работа 5 (18). Определение времени синаптической задержки

Процесс передачи возбуждения в химическом синапсе занимает некоторый промежуток времени, именуемый синаптической задержкой. Определить ее можно путем измерения времени от начала нервного импульса, входящего в мышцу, до момента возбуждения мышечных волокон.

Используем препарат «седалищный нерв – икроножная мышца» лягушки, размещенный в камере. Подводим один отводящий электрод к нерву в месте его вхождения в мышцу, а второй вводим в сухожилие икроножной мышцы. Подключаем электроды к входам усилителей. Одну из пар электродов камеры соединяем с выходом стимулятора. Устанавливаем скорость развертки не менее 1 мс/см, длительность импульса 0,5 мс. При сверхпороговом раздражении нерва будет регистрироваться нервный (N -потенциал) и мышечный (M -потенциал) компоненты возбуждения. M -потен-

циал будет иметь большую амплитуду, чем N -потенциал. С учетом скорости развертки рассчитываем время от начала N -потенциала до начала M -потенциала. Это время будет примерно соответствовать времени синаптической задержки.

Р и с у н о к (M - и N -потенциалы).

1 – M -потенциал; 2 – N -потенциал

Р е з у л ь т а т ы. Расстояние между началом N -потенциала и началом M -потенциала:

по экрану осциллографа = _____ (см);

скорость развертки = _____ (мс/см);

время синаптической задержки = _____ (мс).

Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 3. СОКРАЩЕНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ

Контрольные вопросы

1. Классификация мышц.
2. Виды и режимы сокращения скелетных мышц.
3. Двигательная единица. Нервная регуляция сокращения скелетных мышц.
4. Молекулярные механизмы мышечного сокращения. Теория «скользящих нитей».
5. Сопряжение возбуждения и сокращения в поперечнополосатых мышечных волокнах.
6. Энергетика мышцы. Мышечное утомление.
7. Особенности строения, электромеханического сопряжения и сокращения гладких мышечных волокон.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 69–87.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 1. С. 102–122.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 45–64.

Работа 1 (19). Виды мышечных сокращений

Запись одиночного мышечного сокращения. Закрепляем нервно-мышечный препарат лягушки в миографе, раздражаем нерв одиночным электрическим стимулом надпороговой силы и записываем сокращение мышцы на быстро вращающемся барабане кимографа.

Зарисуйте кимограмму мышечного сокращения, обозначьте на рисунке фазы мышечного сокращения.

Р и с у н о к.

1 – период укорочения; 2 – период расслабления

Результаты. Продолжительность:
одиночного сокращения икроножной мышцы лягушки _____ с;
периода укорочения _____ с;
периода расслабления _____ с.

Запись тетанического сокращения мышцы. На том же нервно-мышечном препарате записываем сокращение мышцы на медленно вращающемся барабане кимографа, нанося вначале на нерв или прямо на мышцу два-три одиночных электрических стимула

надпороговой силы, затем последовательно увеличиваем частоту раздражения (например, 5–10–20–30–50–100 Гц). На миограмме получаем переход ряда одиночных сокращений к зубчатому и гладкому тетанусу разной амплитуды.

Зарисуйте кимограмму сокращения мышцы при гладком и зубчатом тетанусе, под рисунком укажите значение минимальной частоты раздражения, при которой зарегистрирован зубчатый и гладкий тетанус.

Р и с у н о к.

1 – одиночное сокращение; 2 – зубчатый тетанус;
3 – гладкий тетанус

В ы в о д (сравните амплитуду одиночного и тетанического сокращения; объясните причину различий).



Контрактура мышцы. *Контрактура от утомления.* При записи тетанического сокращения обращаем внимание на то, что после длительного частотного раздражения током в 10 раз больше порогового, мышца не сразу приходит в состояние полного расслабления.

Р и с у н о к (кимограмма).

Контрактура от раздражающего действия КСI. На кимограф, вначале записываем нулевую линию, а затем, не останавливая его, на поверхность мышцы осторожно нанесем полоску фильтровальной бумаги, смоченную 0,3 % раствором КСI. Через некоторое время начнется медленное сокращение мышцы. Спустя 20–30 с снимаем полоску и отмываем мышцу раствором Рингера. Записываем расслабление мышцы, указывающее на обратимость контрактуры.

Р и с у н о к (кимограмма).

Результаты.

Исходная длина мышцы _____ см; после действия КСI _____ см.

Вывод.



Работа 2 (20). Оптимум и пессимум частоты раздражения (по Н. Е. Введенскому)

Закрепляем нервно-мышечный препарат лягушки в миографе. Подбираем амплитуду стимула, вызывающую максимальные одиночные сокращения мышцы. Длительность стимула 0,5–1 мс. На медленно вращающемся барабане кимографа записываем сокращения мышцы, постепенно увеличивая частоту стимуляции до оптимальной (примерно 40–50 Гц), на которую мышца отвечает гладким тетанусом наибольшей высоты. Затем резко увеличиваем частоту стимулов до 100–200 Гц и записываем пессимум частоты. Через 5–6 с уменьшаем частоту стимуляции до исходной и записываем оптимум.

Рисунок.

1 – оптимум; 2 – пессимум (указать частоту стимуляций)

Вывод (сформулируйте зависимость величины ответной реакции от частоты раздражения; объясните механизм возникновения оптимума и пессимума частоты).



Работа 3 (21). Ритмическая природа тетанического сокращения скелетных мышц человека

В области локтевого сгибателя запястья прикрепляем биполярные стимуляционные электроды. Включаем стимулятор (15 В, 3 имп/с, длительность прямоугольного импульса 5 мс) и наблюдаем за движением четвертого пальца руки. Увеличиваем ритм раздражения и замечаем, что амплитуда осцилляций пальца уменьшается и становится незаметной.

Результаты (отметьте частоту раздражения, достаточную для формирования гладкого тетануса).



Работа 4 (22). Работа мышц при различных нагрузках

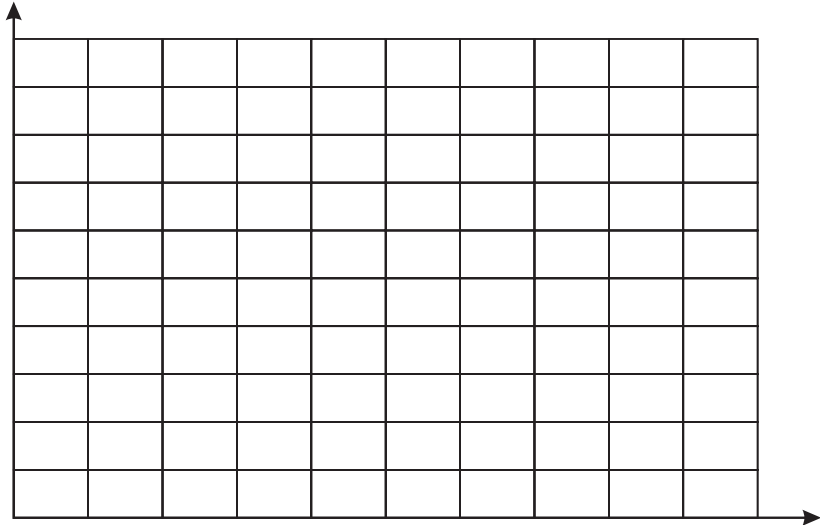
В данном задании ставится задача изучить влияние нагрузок на величину работы мышцы при тетаническом сокращении.

Исследование проводим на препарате «седалищный нерв – икроножная мышца» с использованием установки для регистрации мышечных сокращений. В точке прикрепления сухожилия мышцы к миографу подвешиваем груз массой 10 г. Записываем амплитуду тетануса (длительность импульса 0,5 мс, частота 20–30 имп/с) при этой нагрузке. Вручную проворачиваем барабан кимографа на 0,5 см для последующей регистрации при другой нагрузке на мышцу. Получаем кривые ряда сокращений при нагрузках 20, 30, 40 г и т. д. (до максимальной, прекращающей укорочение мышцы при тетанусе). Под каждой записанной кривой обозначаем величину груза. Минимальную нагрузку, при которой мышца не укорачивается, принимаем за величину максимальной силы (P_0), вычисляем относительную нагрузку (\dot{P}/P_0).

Нагрузка (P , г)	P/P_0	Амплитуда тетануса (L_1 , см)	Укорочение мышцы ($L = L_1/k$, см)	Работа мышцы ($A = P \times L$, Дж)

В таблице приняты следующие обозначения: P/P_0 – относительная нагрузка, нормированная по максимальной силе мышцы (P_0); L_1 – амплитуда тетануса, записанная миографом; L – истинная амплитуда укорочения мышцы при тетанусе, вычисленная по отношению L_1/k , где k – постоянная миографа (коэффициент усиления); $k = a/a_1$, где a – длина регистрирующего рычажка; a_1 – расстояние от оси вращения до места приложения груза.

Р и с у н о к (график зависимости работы (ордината) от относительной нагрузки (P/P_0 , абсцисса)).



Вывод (укажите, как изменяется работа мышцы при увеличении нагрузки и при каких нагрузках мышца совершает максимальную работу).



Работа 5 (23). Локализация утомления в нервно-мышечном синапсе

Нервно-мышечный препарат «седалищный нерв – икроножная мышца» помещаем во влажную камеру, сухожилие мышцы соединяем с миографом. Нерв подводим к соответствующей паре раздражающих электродов. На миограф помещаем нагрузку массой 10–20 г. На кимографе записываем нулевую линию, соответствующую исходной длине неутомленной мышцы при выбранной нагрузке. Устанавливаем минимальную скорость движения барабана. Подаем импульсы тока с частотой 1 Гц и силой, вызывающей максимальное одиночное сокращение мышцы. На медленно вращающемся барабане кимографа записываем миограмму до полного исчезновения сокращений мышцы, а затем запись продолжаем, раздражая непосредственно мышцу. На фоне мышечного утомления проверяем функциональную активность нерва. Для этого с помощью пары отводящих электродов, расположенной на нерве, регистрируем его потенциалы действия на экране осциллографа.

Результаты.



(На полученной записи проводим огибающие сокращений и расслаблений мышцы. Определяем последовательные стадии изменения работы мышцы: «вработывание» (лестница), плато, быстрый спад, медленный спад. Отмечаем возникновение контрактуры. Для количественной характеристики развития утомления определяем латентность и продолжительность идентифицированных стадий. В качестве шкалы времени используем ритм сокращений, который был постоянным в опыте, так как поддерживался раздражением с частотой 1 Гц).

Р и с у н о к.

1 – огибающие сокращений; 2 – раздражение мышцы;
3 – раздражение нерва

В ы в о д (укажите, где раньше всего развивается утомление и основную физиологическую особенность этой части нервно-мышечного препарата как причину утомления).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

**ДОЛЖНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЫШЦ И НЕРВОВ**

(по материалам учебников, пособий, лекций)

Показатель	Должная величина показателя	Показатель	Должная величина показателя
Продолжительность оди- ночного сокращения мышц человека:		Скорость распространения возбуждения в различных типах нервных волокон теплокровных:	
глазодвигательной		А α	
икроножной		А β	
жевательной		А γ	
гладкой		А δ	
Число волокон в мотор- ных единицах мышц:		В	
глаза		С	
пальцев рук		Величина мембранного по- тенциала нервного волокна	
икроножной		Величина потенциала дей- ствия нервного волокна	
Скорость распростране- ния возбуждения:		Длительность потенциала действия нервного волокна	
в скелетных мышцах		Соотношение проницаемос- ти мембраны нервного во- локна для ионов К, Na, Cl:	
в гладких мышцах		в покое	
Величина потенциала действия мышечного во- локна		при возбуждении	
Длительность потенциала действия мышечного во- локна			
Лабильность мышц:			
конечностей человека			
глаза человека			

Дополнительная литература

Авдонин П. В., Ткачук В. А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. М., 1994.

Адрианов В. В., Тараканов О. В., Доценко А. Н. Физиология мышечного тонуса. М., 1994.

Гехт Б. М. Теоретическая и клиническая электромиография. Л., 1990.

- Гехт Б. М., Ильина Н. А.* Нервно-мышечные болезни. М., 1982.
- Гранит Р.* Основы регуляции движений. М., 1973.
- Гурфиенко В. С., Левик Ю. С.* Скелетная мышца: структура и функция. М., 1985.
- Козаров Д., Шанков Ю. Т.* Двигательные единицы скелетных мышц человека. Л., 1983.
- Крутецкая З. И., Лонский А. В.* Биофизика мембран. СПб., 1994.
- Куффлер С., Николс Дж.* От нейрона к мозгу. М., 1979.
- Кэндел Э.* Клеточные основы поведения. М., 1980.
- Латицкий В. П.* Сравнительная физиология сократительного аппарата. СПб., 1998.
- Механизмы контроля мышечной активности: Сб. науч. тр. / Под ред. Г. П. Пинаева, В. Б. Ушакова. Л., 1985.
- Наследов Г. А.* Тоническая мышечная система позвоночных. Л., 1981.
- Нервный контроль структурно-функциональной организации скелетных мышц: Сб. науч. тр. Л., 1980.
- Ноздрачев А. Д., Янцев А. В.* Автономная передача. СПб., 1995.
- Общая физиология возбудимых мембран: Руководство по физиологии. М., 1975.
- Общая физиология нервной системы: Руководство по физиологии. Л., 1983.
- Свидерский В. Л.* Основы нейрофизиологии насекомых. Л., 1980.
- Скок В. И., Шуба М. Ф.* Нервно-мышечная физиология. Киев, 1986.
- Тасаки И.* Нервное возбуждение. М., 1971.
- Шеперд Г.* Нейробиология: В 2 т. М., 1987.
- Шульговский В. В.* Физиология центральной нервной системы: Учеб. М., 1997.
- Экклс Д.* Физиология нервных клеток. М., 1959.
- Экклс Д.* Физиология синапсов. М., 1966.
- Электромиографические методы изучения функционального состояния двигательных единиц скелетных мышц в норме и патологии: Сб. науч. тр. / Под ред. Б. М. Гехта. М., 1988.

РАЗДЕЛ III

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА И КРОВООБРАЩЕНИЯ

Занятие 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Контрольные вопросы

1. Функции сердечно-сосудистой системы.
2. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы.
3. Проводящая система сердца. Механизмы автоматии.
4. Фазовый анализ сердечного цикла.
5. Изменение возбудимости в разные фазы сердечного цикла. Экстрасистола.

Основная литература

- Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 2. С. 454–462, 478–482, 485–492.
- Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. Т. 2. М., 1991. С. 179–199.
- Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 239–255.

Работа 1 (24). Регистрация и анализ кардиограммы лягушки

Собираем на универсальном штативе установку для чернильной регистрации сокращений сердца на кимографе. Нитку длиной 30–40 см, привязанную к кольцу серфина, продеваем в отверстие короткого рычажка Энгельмана, закрепив ее заостренным деревянным стержнем. Такое закрепление нитки позволяет быстро изменять ее длину во время опыта. Заводим кимограф.

Готовим препарат лягушки с обнаженным сердцем. Обездвиженную лягушку кладем в ванночку брюшком вверх. Для обнажения сердца захватываем пинцетом кожу посередине брюшка и надрезаем ее. Делаем с двух сторон разрезы, идущие от середины брюшка к плечевому сочленению, а затем по краю нижней челюсти до ее середины. Кожный лоскут удаляем. Протираем пинцет и ножницы. Приподнимаем пинцетом мечевидный отросток и непосредственно у его нижнего края делаем поперечный надрез брюшных мышц и удаляем мышцы грудобрюшной стенки, срезав их до плечевого пояса. Затем осторожно приподнимаем пинцетом перикард, разрезаем его в продольном направлении и обнажаем сердце. Наблюдаем за деятельностью сердца.

Регистрируем кардиограмму лягушки. Для этого ванночку с препаратом размещаем возле штатива так, чтобы сердце располагалось под коротким плечом рычажка Энгельмана. Захватываем верхушку желудочка сердца серфином. Перерезаем уздечку – участок перикарда, прикрепленный к основанию желудочка. Натягиваем нитку серфина и, перемещая ванночку либо штатив, добиваемся, чтобы рычажок принял горизонтальное, а нить – вертикальное положение. Кимограф устанавливаем слева от штатива и подводим его так, чтобы рычажок находился под углом 30–40° к поверхности барабана, а перо лишь слегка касалось поверхности бумаги, оставляя чернильный след. Каждый подъем рычажка соответствует систоле, опускание – диастоле, а интервал между ними – паузе.

Р и с у н о к (кардиограмма лягушки).

В каждом сердечном цикле лягушки выделяют:
1 – систолу и 2 – диастолу предсердий; 3 – систолу и
4 – диастолу желудочков; 5 – общую диастолическую паузу

Работа 2 (25). Исследование изменения возбудимости миокарда желудочка в различные фазы сердечного цикла

Работа 2 является непосредственным продолжением работы 1. Используем тот же подготовленный препарат лягушки, а также кимографическую установку для записи кардиограммы. Электрическое раздражение сердца осуществляется посылкой одиночных прямоугольных импульсов длительностью 2–3 мс от стимулятора ЭСЛ-1. Переключатель вида запуска стимулятора устанавливаем в положении «внешний, разовый». Электрический импульс с заданными длительностью и амплитудой выдается стимулятором при нажатии кнопки «Разовый пуск». К ЭСЛ-1 или к трансформатору подключаем наконечники раздражающих электродов.

К поверхности основания желудочка сердца подводим биполярные раздражающие электроды, закрепляем их корпус в ванночке. При этом электроды не должны препятствовать сокращениям сердца и исказить запись кардиограммы.

Подбираем силу импульсов, которые вызывают сократительную реакцию желудочка (экстрасистолю) во время диастолической паузы, затем во время диастолического расслабления желудочков. Исследуем также возбудимость миокарда во время систолы желудочка, подавая раздражения различной силы. Отсутствие регистрируемых ответов желудочка на сильные раздражения выявляет потерю возбудимости. Результаты наблюдений заносим в таблицу.

Фаза сердечного цикла	Пороговая сила тока, В	Наличие экстрасистолы, «+» или «-»
Диастолическая пауза		
Диастола желудочка		
Систола желудочка		

Вывод (укажите, как изменяется порог электрического раздражения и возбудимость в сердечном цикле, для каких фаз характерны относительная и абсолютная рефрактерность).



Р и с у н о к (экстрасистола желудочка).

1 – экстрасистола; 2 – компенсаторная пауза

Измеряем продолжительность нормального сердечного цикла, а также интервал между началом систолы, которая предшествовала экстрасистоле, и началом постэкстрасистолического желудочкового цикла. Чему этот интервал равен?

В ы в о д (объясните причину возникновения удлиненной паузы после желудочковой экстрасистолы).



Р а б о т а 3 (26). Определение условий электростимуляции для получения регулярного искусственного ритма сердца лягушки

Используем тот же препарат лягушки с подведенными к желудочку стимулирующими электродами и кимографическую установку. С помощью секундомера измеряем фоновый ритм сердца. На кимографе регистрируем кардиограмму лягушки. Посылкой одиночных электрических импульсов подбираем пороговые условия раздражения, при которых возникают экстрасистолические сокращения. На фоне записи кардиограммы проводим раздражение желудочка с различной частотой (меньшей и большей собственного возбуждения). Определяем ритмы раздражения, которые усваивает сердце.

Результаты (рисунки).

Вывод (объясните, почему усваиваются именно такие ритмы).



Работа 4 (27). Исследование автоматии сердца лягушки (опыт Станниуса)

Опыт проводится на обездвиженной лягушке с обнаженным сердцем, соединенным с рычажком Энгельмана.

С помощью секундомера определяем исходный ритм камер сердца и его изменения после наложения лигатур; по ходу работы заполняем таблицу.

Первая лигатура Станниуса. Подводим нитку под дугу аорты. Определяем границу, отделяющую венозный синус от правого предсердия (белая полоска). Затем нитку устанавливаем на уровне этой границы и делаем перевязку, чтобы механически разъединить венозный синус с правым предсердием.

Вторая лигатура Станниуса. Не дожидаясь восстановления ритмических сокращений предсердия и желудочка, подводим вокруг желудочка нитку и завязываем ее на уровне предсердно-желудочковой борозды.

Третья лигатура Станниуса. Отделяем верхушку желудочка и отмечаем, сокращается ли верхушка после наложения последней лигатуры и после укола ее иглой.

Результаты (ритмы сердца после наложения лигатур Станниуса).

Условия определения	Ритм сокращения, удары/мин		
	венозного синуса	предсердий	желудочков
До наложения лигатур			
После наложения первой лигатуры			
После наложения второй лигатуры			
После наложения третьей лигатуры			

Вывод (укажите локализацию центров автоматии и их функциональное значение).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 2. РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Контрольные вопросы

1. Локальные (интракардиальные) механизмы регуляции сердечной деятельности.
2. Действие на сердце электролитов и гормонов.
3. Иннервация сердечной мышцы. Действие симпатического и парасимпатического нервов на деятельность сердца.
4. Нервные центры регуляции работы сердца.
5. Рефлекторная регуляция сердечной деятельности.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 2. С. 462–466.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. Т. 2. М., 1991. С. 204–218.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 257–267.

Работа 1 (28). Исследование рефлексов сердца

Рефлекс Данини – Ашнера у человека. Рефлекс вызываем путем надавливания на глазные яблоки. С помощью секундомера определяем контрольную частоту пульса. Затем накладываем пальцы (указательный и средний) обеих рук на глазные яблоки испытуемого и с умеренной силой надавливаем на них. Вновь определяем частоту пульса.

Результаты.



Вывод (укажите характер рефлекторной реакции сердца. Имеются ли индивидуальные вариации рефлекса Данини – Ашнера?).



Регистрация рефлекса Гольца у лягушки. Лягушку помещаем в эксикатор с парами эфира, удаляем большие полушария, сохраняя продолговатый мозг. Кладем лягушку в ванночку брюшком вверх и прикрепляем булавками за нижнюю челюсть, передние и задние конечности. Обнажаем сердце. На кимографе записываем 10–12 сердечных циклов, а затем, не прекращая запись, изогнутым зондом резко ударяем по брюшку. Повторяем исследование 2–3 раза с интервалами около 3 мин. Разрушаем зондом область продолговатого мозга. Повторяем механическое раздражение органов грудобрюшной полости.

Р и с у н о к.

t – исходное сокращение; ↑ – удар спицей

В ы в о д (приведите доказательство рефлекторного характера влияний с рецепторов брюшной полости, тормозящих работу сердца).



Р и с у н о к (схема дуги рефлекса Гольца).

Работа 2 (29). Исследование кардиограммы лягушки при раздражении вагосимпатического нерва

У обездвиженной путем разрушения головного и спинного мозга лягушки обнажаем сердце. Разрез кожи должен проходить по переднему краю нижней челюсти, чтобы открыть мышечную поверхность диафрагмы рта. Ориентиром для нахождения вагосимпатического нерва, который находится в составе сосудисто-нервного пучка, служат языкоглоточный и подъязычный нервы. Они проходят по нижней поверхности диафрагмы рта. Верхний нерв (языкоглоточный) расположен над сосудисто-нервным пучком, а нижний (подъязычный) пересекает его поперек. Сосудисто-нервный пучок проходит также вблизи плечевого нерва. Пучок содержит кожную артерию, яремную вену, вагосимпатический и гортанный нервы. Особенно хорошо видна темно-красная яремная вена. Под ней расположен ствол вагосимпатического нерва. При помощи стеклянного крючка или тонко отточенных ножек глазного пинцета отпрепаровываем сосудисто-нервный пучок (выделять ствол вагосимпатического нерва не следует, так как его можно повредить). Перерезаем пучок возможно дальше от сердца. Подъязычный, языкоглоточный и плечевой нервы рассекаем. Это позволит устранить возможные сокращения мышц диафрагмы рта и конечностей, создающие помехи при регистрации кардиограммы во время раздражения вагосимпатического нерва.

Под нерв подводим биполярные раздражающие электроды и фиксируем их держатель неподвижно к парафину на дне препаровальной ванночки, в которой находится лягушка.

Р и с у н о к.

1 – исходное сокращение; ↑ – начало стимуляции; ↓ – конец стимуляции;
2 – вагусный эффект; 3 – симпатический эффект

Присоединяем электроды к электронному стимулятору. Находим пороговые параметры частоты и силы раздражения нерва, которые вызывают заметные изменения деятельности сердца. Налаживаем регистрацию кардиограммы на кимографе. На фоне записи кардиограммы производим пороговое раздражение нерва в течение 5–10 с. Записываем изменения деятельности сердца при увеличении силы раздражения нерва до остановки сердца. Затем включаем длительную стимуляцию нерва и записываем эффект постепенного ослабления торможения («ускользание» сердца из состояния торможения).

Вывод (укажите характер влияний на деятельность сердца блуждающего и симпатического нервов и объясните последовательность влияний при раздражении вагосимпатического ствола).



Работа 3 (30). Исследование влияния ионов и физиологически активных веществ на изолированное сердце лягушки

Вначале собираем установку для регистрации кардиограммы. Готовим препарат изолированного сердца лягушки. Обездвиживаем лягушку. Обнажаем сердце, осторожно снимаем перикард. Накладываем лигатуру на уздечку. Подводим нитку под заднюю полую вену. Для этого подтягиваем за уздечку сердце вверх, подводим сжатые бранши глазного пинцета между дугами аорты и венозным синусом, сдвигаем пинцет под заднюю полую вену, раскрываем бранши пинцета и захватываем им конец нитки. Протянутую нитку завязываем узлом так, чтобы не повредить венозный синус. Подводим вторую нитку под аорту и завязываем над левым предсердием петлю. Через петлю захватываем пинцетом стенку предсердия и делаем в предсердии надрез малыми ножницами. Выступившую кровь удаляем ватой, заполняем наполовину канюлю раствором Рингера. В отверстие, сделанное в предсердии, вводим кончик канюли. Во время диастолы продвигаем его в желудочек. (При каждом сокращении желудочка должно наблюдаться перемещение раствора в канюле.) Осторожно затягиваем петлю нитки вокруг канюли, чтобы захватить края отверстия в предсер-

дии и аорту, а затем завязываем ее двойным узлом. Концы нитки обрезаем. Приподняв канюлю с сердцем вверх, перерезаем дуги аорты, сосуды малого круга и нижнюю полую вену ниже лигатуры. Захватываем верхушку желудочка серфином, а нитку от него соединяем с длинным плечом рычажка (с пером). Записываем кардиограмму изолированного сердца. Периодически с помощью пипетки меняем раствор Рингера в канюле.

Определяем влияние некоторых электролитов, адреналина и ацетилхолина на деятельность изолированного сердца лягушки. Записываем кардиограмму изолированного сердца, питаемого раствором Рингера. Прибавляем к раствору Рингера в канюле 2–3 капли 1 % CaCl_2 . После регистрации кардиограммы отмываем сердце свежим раствором Рингера для восстановления нормальных сокращений. Таким же образом прибавляем к раствору Рингера по каплям 1 % раствор KCl , растворы адреналина (1:1000) или ацетилхолина (1:10 000).

Р и с у н о к (реакции сердца на действие исследуемых веществ).

В ы в о д (укажите, какое действие оказывают на сердечную деятельность ионы натрия, калия и кальция, ацетилхолин и адреналин).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 3. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ СЕРДЦА

Контрольные вопросы

1. Электрокардиография. Методика регистрации ЭКГ.
2. Структура электрокардиограммы: зубцы, интервалы, сегменты. Происхождение электрокардиограммы.
3. Фонокардиография. Тоны сердца и их происхождение.
4. Общая характеристика методов баллистокардиографии, динамокардиографии, векторкардиографии, эхокардиографии.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 2. С. 466–478, 483–484.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. С. 199–204.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 245–247, 255–257.

Работа 1 (31). Электрокардиометрия. Исследования ЭКГ в покое и после нагрузки у человека

Анализ ЭКГ значительно упрощается и ускоряется при использовании электрокардиометра.

Электрокардиометр ЭКМ-01 позволяет проводить наблюдение, запоминание и измерение амплитудных и временных параметров ЭКГ на экране электронно-лучевой трубки.

Порядок подготовки к работе. Проверяем заземление прибора. Подключаем кабель отведений ЭКГ, имеющий маркировку наконечников: красный – правая рука (R); желтый – левая рука (L); зеленый – левая нога (F); черный – правая нога (N); белый – грудь (C). У испытуемого участки кожи, на которых будут располагаться отводящие электроды, предварительно обрабатываем спиртом для обезжиривания и создания лучших условий электропроводности. Контакт пластинчатого электрода с кожей достигается посредством марлевой прокладки, увлажненной раствором 5 % натрия хлорида. Электроды закрепляем резиновыми лентами.

Для измерения амплитуды нажимаем на кнопку «мВ». Две горизонтальные маркерные метки совмещаются друг с другом. Цифровой индикатор при этом должен показывать значение амплитуды «00.00» мВ. При установке маркерных меток в точках на изображении (например, калибровочного сигнала) будет высвечиваться величина измеряемой амплитуды в милливольтгах (мВ).

Для измерения длительности исследуемого сигнала необходимо нажать кнопку «с». После этого в зоне второго канала будут сформированы две вертикальные маркерные метки. При их совмещении индикатор должен показывать «0.000» с.

Измеряем параметры ЭКГ в покое.

Наблюдаем на экране электрокардиометра изображение ЭКГ (II отведение) у испытуемого, сидящего на стуле расслабившись, при обычном спокойном дыхании. Делаем остановку изображения ЭКГ и переносим его во второй канал. С помощью маркерных меток и цифрового индикатора измеряем временные и амплитудные характеристики ЭКГ покоя. Данные измерения заносим в таблицу.

Измеряем параметры ЭКГ нагрузки. Испытуемый выполняет одну из следующих проб:

1) 20 приседаний за 30 с; 2) быстрый бег на месте 15–20 с; 3) подъемы на ступеньку (высотой 50 см для мужчин или 42 см для женщин) с частотой 30 раз в минуту (гарвардский степ-тест).

После выполнения упражнений испытуемый садится. Точно через 1 мин (по секундомеру) регистрируем ЭКГ и переносим ее изображение с первого во второй канал. Продолжаем наблюдение за ЭКГ по первому каналу. Через 3 мин фиксируем изображение ЭКГ. Таким образом, на экране электрокардиометра будут две ЭКГ, отражающие реакции сердца через 1 и 3 мин после выполненной нагрузки. Проводим количественный анализ этих ЭКГ и результаты заносим в таблицу.

Результаты (параметры ЭКГ в покое и после нагрузки у испытуемого).

Параметр ЭКГ	В покое	После физической нагрузки			Нормативные значения ЭКГ в покое
		через 1 мин	через 3 мин	через 6 мин	
P, мВ					
Q, мВ					
R, мВ					
S, мВ					
T, мВ					
PQ, с					
QRS, с					
T–P, с					
QT, с					
R–R, с					
Ритм, уд/мин					

Вывод (сделайте заключение о том, как влияет физическая нагрузка на деятельность сердца по данным ЭКГ-исследования у нескольких испытуемых, а также о том, какие параметры ЭКГ изменяются при изменении частоты ритма, а какие сохраняются постоянными).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 4. ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Контрольные вопросы

1. Структурно-функциональная организация сосудистой системы. Анатомические и функциональные типы сосудов.
2. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам.
3. Характеристика кровяного потока (давление, объемная и линейная скорость) в разных отделах сосудистого русла.
4. Особенности кровотока в мозге, сердце, легких, почках.
5. Микроциркуляция. Обменные процессы в капиллярах. Механизм транскапиллярного обмена.
6. Нервные и гуморальные механизмы регуляции сосудистого тонуса.
7. Прессорные и депрессорные рефлексy. Сосудодвигательный центр.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 2. С. 498–566.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. Т. 2. М., 1991. С. 218–272.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 267–292.

Работа 1 (32). Исследование пульсовой волны артерий методом сфигмографии

Для записи пульсовых волн используем преобразователь ПСА-02. Он состоит из чувствительного элемента (датчика) и усилителя. Чувствительный элемент (диск из пьезокерамики) преобразует механические колебания стенки сосуда в электрический аналоговый сигнал, который усиливается и передается на регистратор (НЗ38-4П) и осциллограф (СІ-83). Питание преобразователя обеспечивается напряжением ± 9 В от блока питания регистратора НЗ38-4П.

Определяем пальпацией места для расположения преобразователей на теле испытуемого. Устанавливаем преобразователи на сонной или лучевой артерии и закрепляем их ремешками. Включаем осциллограф и самописец. На осциллографе наблюдаем кривые пульса. Записываем эти кривые на разной скорости движения бумаги.

Р и с у н о к.

А

Б

А – сфигмограмма сонной артерии; *Б* – сфигмограмма лучевой артерии;
1 – анакрота; *2* – катакрота; *3* – дикротический зубец

Работа 2 (33). Исследование изменения пульсовой волны при компрессии и декомпрессии сосудов

Для регистрации пульса лучевой артерии используется та же экспериментальная установка, что и в предыдущем исследовании. Внешнее давление на артерии плеча (компрессия сосудов) создается резиновой манжеткой сфигмоманометра, в которую нагнетается воздух. Уменьшение давления (декомпрессия) достигается открытием клапана насоса.

Манжетку сфигмоманометра закрепляем на плече испытуемого. На фоне записи пульсовой волны медленно создаем давление в манжетке до 150–160 мм рт. ст. Отмечаем, при каком значении компрессионного давления исчезает пульсовая волна.

Записываем восстановление пульсовой волны во время медленной декомпрессии. Определяем давление, при котором возникает минимальная по амплитуде пульсовая волна. Во время записи определяем также давление, при котором амплитуда пульсовой волны стабилизируется на уровне максимальной амплитуды.

Р и с у н о к.

В ы в о д (отметьте, какое давление в манжетке соответствует систолическому давлению (СД), какое – диастолическому (ДД)).



Работа 3 (34). Измерение артериального давления крови аускультативным методом Короткова

После наложения манжетки сфигмоманометра на обнаженное плечо находим в локтевом сгибе пульсирующую лучевую артерию и устанавливаем над ней (не надавливая) капсулу фонендоскопа для прослушивания тонов Короткова. Создаем в манжетке давление, превышающее сосудистое, затем, приоткрыв винтовой клапан, медленно снижаем его. При достижении некоторого уровня давления услышим звук «туп-туп-туп» (сосудистый тон). Давление в манжетке в этот момент принимается за систолическое (P_s). При дальнейшем снижении компрессионного давления звук становится громче, но затем резко ослабевает и исчезает. Давление в манометре в этот момент принимается за диастолическое (P_d).

Время, в течение которого измеряется давление, не должно превышать 1–2 мин. Вычисляем пульсовое (P_p), а также среднее артериальное (P_a) давление.

Разность $P_s - P_d$ характеризует пульсовое давление (P_p). Среднее артериальное давление

$$P_a = P_d + \frac{P_s - P_d}{3}.$$

Давление	Давление крови		Норма, мм рт. ст.
	мм рт. ст.	кПа	
Систолическое (P_s)			
Диастолическое (P_d)			
Пульсовое (P_p)			
Среднее (P_a)			

В ы в о д (сравните полученные данные с нормой).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

Аничков С. В., Сапронов Н. С. Фармакология сердца и сосудов. М., 1984.

Валтерис А. Д., Яуя А. А. Сфигмография как метод оценки измерений гемодинамики под влиянием физической нагрузки. Рига, 1988.

Де Луна А. Б. Руководство по клинической ЭКГ. М., 1993.

Доцицин В. А. Практическая электрокардиография. М., 1987.

Изаков В. Д., Иткин Г. П., Мархасин В. С. Биомеханика сердечной мышцы. М., 1981.

Кушаковский М. С. Аритмии сердца. СПб., 1999.

Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы / Пер. с англ. СПб., 2000.

- Мурашко В. В., Струтынский А. В.* Электрокардиография: Учеб. пособие. М., 2000.
- Ноздрачев А. Д., Чернышева М. П.* Висцеральные рефлексy. Л., 1989.
- Руководство по кардиологии: В 4 т. / Под ред. Е. И. Чазова. М., 1982.
- Сыркин А. Л.* Инфаркт миокарда. М., 1991.
- Физиология и патофизиология сердца: В 2 т. / Под ред. Н. Сперелакиса. М., 1990.
- Физиология кровообращения / Под ред. Б. И. Ткаченко // Руководство по физиологии. Л., 1986.
- Физиология кровообращения: Регуляция кровообращения // Руководство по физиологии. М., 1988.
- Физиология кровообращения: Физиология сердца // Руководство по физиологии. Л., 1980.
- Физиология кровообращения: Физиология сосудистой системы // Руководство по физиологии. М., 1984.
- Чазов Е. И.* Болезни органов кровообращения. М., 1997.
- Шмидт-Ниельсен К.* Физиология животных: приспособление и среда: В 2 т. М., 1982.
- Янушкевичус З. И., Бредикис Ю. Ю., Лукошявичуте А. И., Забела П. В.* Нарушения ритма и проводимости сердца. М., 1984.

РАЗДЕЛ IV

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Занятие 1. ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ. ОБМЕН ГАЗОВ В ОРГАНИЗМЕ. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Контрольные вопросы

1. Дыхание, его функции, этапы газообмена.
2. Эластическая тяга легких и отрицательное давление в плевральной полости.
3. Механизмы вдоха и выдоха.
4. Легочные объемы и емкости. Показатели вентиляции легких.
5. Обмен газов в легких, транспорт их кровью и обмен в тканях.
6. Структура и функции дыхательного центра.
7. Значение гуморальных факторов в регуляции деятельности дыхательного центра.
8. Функциональная система, поддерживающая относительное постоянство дыхательных констант крови.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1986. Т. 3. С. 191–286.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 2. С. 274–316.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 292–322.

Работа 1(35). Измерение легочных объемов (спирометрия)

Используем сухой спирометр, который представляет собой воздушную турбинку, вращаемую струей выдыхаемого воздуха. Вращение турбинки передается стрелке прибора, которая перемещается по шкале и указывает объем выдыхаемого воздуха. Шкала

с отметками от 0 до 6,5 закреплена в крышке прибора, вместе с которой она может поворачиваться на корпусе прибора для установки стрелки в нулевое положение перед каждым измерением.

Поворачиваем крышку спирометра, устанавливаем стрелку в нулевое положение. На входную трубку прибора надеваем продезинфицированный мундштук, который затем берем в рот. Определяем у себя нижеуказанные легочные объемы, результаты записываем в таблицу (см. ниже).

Дыхательный объем (ДО). После нескольких спокойных вдохов и выдохов сделаем пять спокойных выдохов в спирометр. Вдох делаем через нос. Общий объем выдохнутого воздуха делим на 5.

Резервный объем выдоха ($PO_{\text{выд}}$). После спокойного выдоха через нос делаем максимально возможный выдох в спирометр. При этом нос зажимаем пальцами руки, чтобы воздух не выходил через него.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ). После нескольких спокойных вдохов и выдохов делаем максимально глубокий вдох и затем максимально глубокий выдох в спирометр.

Резервный объем вдоха ($PO_{\text{вд}}$). Из установленной в ходе измерения величины ЖЕЛ вычисляем сумму ДО и $PO_{\text{выд}}$.

Измерение всех перечисленных легочных объемов повторяем после физической нагрузки (30 приседаний).

Результаты заносим в таблицу.

Легочные объемы, л	При спокойном дыхании	После физической нагрузки
ДО		
$PO_{\text{выд}}$		
$PO_{\text{вд}}$		
ЖЕЛ		

Измеряем ЖЕЛ, находясь в различных положениях. ЖЕЛ равна:

стоя _____ мл;

сидя _____ мл;

лежа _____ мл.

Вывод (сравните полученные данные с нормой и объясните наблюдаемые различия величины ЖЕЛ).



Работа 2 (36). Регистрация легочных объемов (спирография)

Для регистрации легочных объемов используют спирографы закрытого и открытого типа.

В приборах закрытого типа испытуемый вдыхает богатую кислородом смесь из закрытой системы. Выделяемый углекислый газ поглощается натронной известью. По такому принципу устроен аппарат Крюга. В приборах открытого типа исследуемый вдыхает наружный воздух. Объемы выдыхаемого и вдыхаемого воздуха регистрируются на диаграммной бумаге. К приборам такого типа относится «Спиро 2-25». Он обеспечивает возможность длительного исследования дыхания.

Готовим прибор к работе. Для этого одеваем резиновый шланг на верхний и нижний патрубки на левой стороне прибора. Заземляем прибор. Прочищаем перо мандреном и заполняем чернилами с помощью пипетки. Устанавливаем перо в перодержателе в среднее положение относительно выреза в крышке. Заправляем рулон бумаги в лентопотяжный механизм.

Вращая шкив «Перемотка», наблюдаем за движением бумаги. Если она наматывается на рулон, зарядка проведена правильно. Шкив «Отключено» поворачиваем до отказа против стрелки. Включаем тумблер «Сеть». Надеваем зазубник на шланг спирографа, а затем берем его в рот. На нос накладываем зажим.

Дышим спокойно в течение 1–2 мин, привыкая к дыханию через зазубник. Включаем запись со скоростью 50 мм/мин. Регистрируем спирограмму:

- 1) при спокойном дыхании (20–30 с);
- 2) при спокойном дыхании (2–3 дыхательных цикла) во время максимально глубокого вдоха;
- 3) при максимальном глубоком выдохе;
- 4) при спокойном дыхании (2–3 дыхательных цикла), максимально глубоком вдохе и сразу же при глубоком выдохе (ЖЕЛ);

- 5) во время и после гипервентиляции;
- 6) во время и после максимальных задержек дыхания на вдохе и выдохе.

После небольшого перерыва делаем 30 приседаний, а затем регистрируем спирограмму в той же последовательности, что и ранее.

Р и с у н о к (спирограмма).

По спирограмме определяем величины легочных объемов (смещение кривой на 25 мм соответствует 1 л воздуха).

Дыхательный объем (ДО). Измеряем с помощью миллиметровой линейки высоту зубца вдоха (выдоха) при спокойном дыхании.

П р и м е р. Высота зубца вдоха (выдоха) равна 15 мм. Так как 1 мм соответствует 40 мл воздуха, то ДО = 600 мл.

Частота дыхания (ЧД). На спирограмме, зарегистрированной со скоростью 50 мм/мин, в период спокойного дыхания отмеряем отрезок L (мм) и на нем подсчитываем число зубцов вдоха N :

$$\text{ЧД} = \frac{N \times V}{L}.$$

Минутный объем дыхания (МОД). На том же отрезке L (мм) измерьте высоту каждого зубца в миллиметрах и полученные величины суммируйте (A).

$$\text{МОД} = \frac{A \times 40 \times 50}{L},$$

где 40 – количество миллиметров при отклонении кривой на 1 мм; 50 – скорость записи, мм/мин; L – длина исследуемого участка спирограммы, мм.

МОД можно также определить путем умножения дыхательного объема на частоту дыхания:

$$\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД}.$$

Резервный объем вдоха и выдоха ($PO_{вд}$ и $PO_{выд}$). Для их определения устанавливаем разницу между величиной зубцов вдох/выдох при спокойном дыхании и величиной зубцов при глубоком вдохе/выдохе:

$$PO_{вд/выд} = A \times 40,$$

где A – амплитуда отклонений кривой при максимальном вдохе/выдохе после спокойного вдоха/выдоха.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ). Определяем по формуле

$$ЖЭЛ = (ДО + PO_{вд} + PO_{выд}) \text{ мм} \times 40 \text{ мл.}$$

Максимальная вентиляция легких (МВЛ). На отрезке L (мм) спирограммы с записью усиленного дыхания измеряем суммарную амплитуду зубцов A (мм):

$$МВЛ = \frac{A \times 40 \times N}{L}.$$

Резерв дыхания

$$РД = МВЛ - МОД.$$

Результаты заносим в таблицу.

Исследуемые объемы	При спокойном дыхании	После физической нагрузки
Глубина дыхания (ДО), мл		
Частота дыхательных движений (ЧД) за 1 мин		
Минутный объем дыхания (МОД), л		
Резервный объем вдоха (PO _{вд}), мл		
Резервный объем выдоха (PO _{выд}), мл		
Жизненная емкость легких (ЖЕЛ), л		
Максимальная вентиляция легких (МВЛ), л		
Резерв дыхания (РД), л		
Длительность задержки на вдохе, с		
Длительность задержки на выдохе, с		

Вывод (сравните полученные данные с нормой).



ДОЛЖНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫХАНИЯ У ЧЕЛОВЕКА
(по материалам учебников, пособий, лекций)

Показатель	Должная величина показателя	Показатель	Должная величина показателя
Частота дыхания		Содержание углекислого газа в крови:	
Минутный объем дыхания		артериальной	
Максимальная вентиляция легких		венозной	
Жизненная емкость легких:		Величина вредного пространства	
у мужчин		Состав атмосферного воздуха:	
у женщин		кислород	
Дыхательный объем		углекислый газ	
Резервный объем вдоха		азот	
Резервный объем выдоха		Состав выдыхаемого воздуха:	
Остаточный объем		углекислый газ	
Емкость вдоха		кислород	
Функциональная остаточная емкость		азот	
Общая емкость легких		Состав альвеолярного воздуха:	
Величина внутриплеврального давления:		кислород	
на высоте обычного вдоха		углекислый газ	
при обычном выдохе		азот	
Парциальное давление углекислого газа:		Парциальное давление кислорода:	
в атмосферном воздухе		в атмосферном воздухе	
в альвеолярном воздухе		в альвеолярном воздухе	
Содержание кислорода в крови:		Напряжение кислорода в крови:	
артериальной		артериальной	
венозной		венозной	
		Напряжение углекислого газа в крови:	
		артериальной	
		венозной	
		Напряжение азота в крови	

Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Бреслав И. С., Глебовский В. Д.* Регуляция дыхания. Л., 1981.
- Голубева Е. Л.* Формирование центральных механизмов регуляции дыхания в онтогенезе. М., 1971.
- Колчинская А. З.* Кислородные режимы организма ребенка и подростка. Киев, 1973.
- Лашков В. Ф.* Иннервация органов дыхания. М., 1963.
- Маршак М. Е.* Регуляция дыхания у человека. М., 1961.
- Маршак М. Е.* Физиологическое значение углекислоты, М., 1969.
- Навратил М., Кадлец К., Даум С.* Патофизиология дыхания. М., 1967.
- Ноздрачев А. Д., Чернышова М. П.* Висцеральные рефлексы. Л., 1989.
- Руководство по физиологии. Физиология дыхания. Л., 1991.
- Сайкс М. К. и др.* Дыхательная недостаточность. М., 1974.
- Сергиевский М. В. и др.* Дыхательный центр. М., 1975.
- Смирнов К. М.* Физиология мышечной деятельности, труда и спорта // Руководство по физиологии. Л., 1969.
- Физиология дыхания / Под ред. И. С. Бреслава. Л., 1991.
- Франкштейн С. И.* Дыхательные рефлексы и механизмы одышки. М., 1974.
- Франкштейн С. И., Сергеева З. Н.* Саморегуляция дыхания в норме и патологии. М., 1966.
- Черниговский В. Н.* Интерорецепторы, М., 1960.
- Шершевский Б. М.* Кровообращение в малом круге. М., 1970.

РАЗДЕЛ V

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Занятие 1. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА, ЖЕЛУДКЕ, КИШЕЧНИКЕ. РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Контрольные вопросы

1. Значение и сущность пищеварения. Функции пищеварительного аппарата.
2. Пищеварение в полости рта. Регуляция слюноотделения.
3. Пищеварение в желудке: ферменты, субстраты, продукты. Роль соляной кислоты в пищеварении.
4. Фазы и механизмы регуляции желудочной секреции.
5. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Роль поджелудочной железы и печени в пищеварении.
6. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике.
7. Моторная функция желудочно-кишечного тракта, ее регуляция.
8. Мотивация голода и жажды.

Основная литература

- Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1986. Т. 3. С. 723–783.
- Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 2. С. 356–404.
- Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 323–374.

Работа 1 (37). Определение саливации у человека

Взвешиваем четыре марлевые салфетки (5x5 см, сложенные вчетверо) и помещаем в бюксы.

1. Оценка основного слюноотделения. Кладем пинцетом на спинку языка марлевую салфетку и закрываем рот. Через 2 мин салфетку переносим в бюкс.

2. Влияние задержки дыхания. Кладем на спинку языка на 2 мин новую марлевую салфетку и задерживаем на максимально долгий срок дыхание.

3. Значение второй сигнальной системы. В течение 2 мин, когда новые марлевые салфетки будут находиться на спинке языка испытуемых, с увлечением рассказываем о свойствах пищевых продуктов, вызывающих обильное слюноотделение (например, о лимоне).

4. Действие первой сигнальной системы. Помещаем на спинку языка марлевую салфетку на 2 мин. В это время берем на блюдежке клюкву, разминаем ее ложкой и посыпаем сахаром. Закончив собирание четырех порций слюны, взвешиваем салфетки и вычисляем прирост их массы. Составляем таблицу в соответствии с приведенным примером.

Условия исследования	Прирост массы марлевой салфетки, г
Основная секреция	
При максимальной задержке дыхания	
Слушая рассказ о лимоне	
При разминании клюквы перед едой	

В ы в о д.



Работа 2 (38). Переваривание белка желудочным соком. Роль соляной кислоты

Нумеруем четыре пробирки. В три пробирки наливаем по 2 мл желудочного сока, в четвертую – 2 мл соляной кислоты. Во вторую пробирку понемногу добавляем соду до полной нейтрализации соляной кислоты (прекращение выделения пузырьков угле-

кислого газа). Желудочный сок в третьей пробирке медленно доводим до кипения. Во все четыре пробирки добавляем по небольшому кусочку фибрина и помещаем в термостат ($T = 38\text{ }^{\circ}\text{C}$) на 15 мин.

Результаты.

В первой пробирке: _____

Во второй пробирке: _____

В третьей пробирке: _____

В четвертой пробирке: _____

Вывод (объясните причины наблюдавшихся эффектов).



Работа 3 (39). Влияние желчи на жиры

На предметное стекло наносим пипеткой каплю воды и каплю желчи. К каждой капле добавляем по 2–3 капли растительного масла, перемешиваем и рассматриваем содержимое обеих капель под лупой.

Результаты (зарисуйте, как распределяется жир в капле воды и в капле желчи).

Вывод.



Работа 4 (40). Мембранное пищеварение

В две пробирки наливаем по 1 мл раствора Рингера и раствора крахмала. В одну из них погружаем взятый у крысы и привязанный лигатурой к тонкой стеклянной палочке вывернутый наизнанку участок тонкого кишечника. Обе пробирки ставим на водяную баню на 20 мин при температуре 38 °С. По окончании инкубации извлекаем из пробирки участок тонкого кишечника и в обе пробирки добавляем по 1 капле раствора Люголя.

Результаты.



Вывод (объясните механизмы переваривания крахмала в данном опыте).



Работа 5 (41). Наблюдение моторной активности пищевода у лягушки

Обездвиживаем лягушку. Введя branшу ножниц в полость рта, рассекаем нижнюю челюсть и пищевод до входа в желудок. Прикалываем лягушку к дощечке брюшком кверху. Разворачиваем и слегка растягиваем пищевод. Края его разреза тоже прикалываем к дощечке. Поверхность слизистой оболочки пищевода смазываем физиологическим раствором и ближе к переднему концу пищевода кладем 2–3 маленьких кусочка пробки или сгустки крови. Определяем скорость их перемещения в норме и после действия растворов ацетилхолина и адреналина.

Результаты.



Вывод.



Работа 6 (42). Автоматия кишечника

У обездвиженной лягушки вскрываем брюшную полость. Освобождаем прямую кишку и небольшую часть тонкой от брыжейки. На 1–2 см выше начала прямой кишки перевязываем тонкую кишку в двух местах рядом. Между этими двумя лигатурами кишку перерезаем. Для опыта используем каудальный отрезок кишечника, который при помощи серфина соединяем с рычажком и записываем сокращения на кимографе.

При помощи пинцета слегка сдавливаем небольшой участок кишки и наблюдаем увеличение тонуса и перистальтики. Не оставив кимограф, наносим на поверхность кишки 1 каплю раствора ацетилхолина и отмечаем момент нанесения химического раздражения. Отметив изменение деятельности изолированной кишки под влиянием ацетилхолина, останавливаем кимограф и отмываем кишку раствором Рингера. Записываем 2–3 сокращения и наносим на поверхность кишки 1 каплю адреналина.

Результаты (кимограммы).

Вывод.



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Гастроэнтерология: В 3 ч. М., 1988.
Ноздрачев А. Д., Баженов Ю. И., Баранникова И. А., Батуев А. С. Начала физиологии: Учеб. для вузов. СПб., 2001.
Руководство к практическим занятиям по физиологии / Под ред. Г. И. Косицкого, В. А. Полянцева. М., 1988.
Сукманский О. И. Биологически активные вещества слонных желез. М., 1991.
Уголев А. М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л., 1985.
Уголев А. М., Рабдиль О. С. Гормоны пищеварительной системы: физиология, патология, теория функциональных блоков. М., 1995.
Физиология пищеварения // Руководство по физиологии. Л., 1975.
Черниговский В. Н. Интероцепция. Л., 1985.
Шелтон Х. Правильное сочетание пищевых продуктов. М., 1991.

РАЗДЕЛ VI

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Занятие 1. ПЛАСТИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ. МЕХАНИЗМЫ И ПРОЦЕССЫ ТЕПЛООБМЕНА

Контрольные вопросы

1. Обмен веществ как основа жизнедеятельности организма. Процессы ассимиляции и диссимиляции.
2. Пластическая роль белков, жиров, углеводов. Значение витаминов и микроэлементов.
3. Энергетический обмен организма. Методы его изучения.
4. Основной обмен и факторы, его определяющие. Энергетические затраты организма при различных видах труда.
5. Энергетическая ценность пищевых продуктов. Принципы составления пищевых рационов.
6. Температура тела и факторы, ее определяющие. Пойкило- и гомойотермия.
7. Механизмы физической и химической терморегуляции. Этологическая (поведенческая) терморегуляция.
8. Функциональная система, обеспечивающая постоянство температуры тела.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1986. Т. 3. С. 5–45.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 2. С. 317–355.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 374–395, 396–402.

Работа 1 (43). Определение основного обмена у человека

Способ определения расхода энергии по Дугласу – Холдену, основанный на принципе непрямого калориметрии, используем для определения расхода энергии у человека в кратковременных опытах. Расход энергии испытуемого вычисляем по объему поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа, для чего опытным путем определяем минутный объем дыхания (МОД) и состав выдыхаемого воздуха.

Пример расчета. Допустим, испытуемый за 5 мин выдохнул 35 л воздуха, в котором содержалось 17 % кислорода и 3,5 % углекислого газа. Состав атмосферного воздуха известен: в нем содержится 20,96 % кислорода и 0,03 % углекислого газа.

При расчете можно принять процентное содержание кислорода в атмосферном воздухе равным 21 %, а углекислый газ воздуха ввиду очень малого его содержания в расчет не принимать. Если в атмосферном воздухе содержалось 21 % кислорода, а в выдыхаемом – 17 %, то, следовательно, из каждых 100 мл воздуха, прошедшего через легкие, организм поглощено: $21 - 17 = 4$ мл кислорода и при этом выделено 3,5 мл углекислого газа.

Ход работы. Рассчитываем потребление кислорода за 1 мин.

Испытуемый за 5 мин выдохнул 35 л воздуха, следовательно, МОД у него равен 7 л ($35 \text{ л} : 5 = 7 \text{ л}$).

Составим уравнение:

$$\begin{array}{l} \text{из 100 мл воздуха потреблялось 4 мл кислорода} \\ \text{из 7000 мл} \qquad \qquad \qquad - \qquad \qquad \qquad x \end{array}$$
$$x = \frac{7000 \times 4}{100} = 280,$$

т. е. испытуемый за 1 мин поглощал 280 мл кислорода.

Рассчитаем дыхательный коэффициент:

$$\text{ДК} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} = \frac{3,5}{4,0} = 0,87.$$

Калорический эквивалент кислорода при данном коэффициенте находим по таблице. Он равен 4,88 ккал. Умножая объем поглощенного за 1 мин кислорода на калорический эквивалент кислорода, находим расход энергии испытуемого за 1 мин, он составляет: $0,280 \text{ л} \times 4,88 = 1,366$ ккал. За 1 ч расход энергии будет в 60 раз больше: $1,366 \text{ ккал} \times 60 \text{ мин} = 81,96$ ккал. За сутки расход энергии в состоянии мышечного покоя будет равен $81,96 \text{ ккал} \times 24 = 1967,04$ ккал.

Проводим определение расхода энергии и при мышечной работе.

Исходные данные для расчетов задаются преподавателем.

Результаты.



Работа 2 (44). Расчет должного основного объема

Определение зависимости основного обмена от пола, возраста, роста и массы тела. Для определения должных значений суточного расхода энергии пользуются специальными таблицами Гарриса – Бенедикта или номограммами, которые составлены по результатам многочисленных измерений основного обмена у здоровых людей разного пола, возраста, роста и массы тела. Номограммы отражают существующие корреляции между основным обменом и этими факторами.

Ход работы. По графику *A* определяем энергозатраты на массу тела (величина *A*), по графику *B* – энергозатраты с учетом роста и возраста (величина *B*). Основной обмен равен $A + B$ (ккал/сут).

Используя номограммы, определяем свой должный основной обмен.

$$A = \text{_____ ккал/сут} = \text{_____ кДж/сут};$$

$$B = \text{_____ ккал/сут} = \text{_____ кДж/сут}.$$

$$\text{Основной обмен} = \text{_____ кДж/сут} \text{ (1 ккал – 4,18 кДж)}.$$

Вывод (на основании номограмм делаем вывод о возрастных изменениях основного обмена у мужчин и женщин).



Вычисление основного обмена по формуле Рида. Минутный объем сердечного выброса человека (в покое 4–5 л/мин) изменяется параллельно изменению уровня (интенсивности) обмена энергии. В свою очередь, обе величины зависят от размеров поверхности тела. Исходя из этого, было предложено использовать легко определяемые данные, характеризующие интенсивность кровообращения, для вычисления основного обмена. Рид предложил формулу, эмпирически отражающую связь основного обмена с кровообращением.

$$\text{Основной обмен (\% от нормы)} = 0,75 \times (f + 0,74 \times P_p) - 72,$$

где f – частота пульса, мин; P_p – пульсовое давление (разность между одновременно измеренным систолическим и диастолическим артериальным давлением).

Определяем основной обмен по формуле Рида. Для этого трижды измеряем артериальное давление (по способу Короткова) и подсчитываем пульс. Соблюдаем условия, необходимые для определения основного обмена (исследование проводим через час после приема пищи в состоянии относительного покоя).

Данные измерений и вычислений записываем в табл. 1.

Табл. 1. Определение основного обмена по формуле Рида

Показатели	Найденные значения
Пульсовое давление, мм рт. ст.	
Отклонение основного обмена, %	
Основной обмен, кДж/сут	

Для упрощения расчетов можно использовать специальную номограмму. Найдя по номограмме соответствующие значения частоты пульса и пульсового давления, соедините их линейкой. Точка пересечения со средней линией покажет величину отклонения основного обмена от нормы в процентах.

Вывод (сопоставляем величины, вычисленные по номограммам и формуле Рида).



Работа 3 (45). Составление суточного пищевого рациона для взрослого человека

Составление пищевых рационов (сбалансирование питания) необходимо для того, чтобы привести в соответствие количество энергии, получаемой с пищей, с энергетическими потребностями организма. Для этого необходимо определить количества поступаемых питательных веществ и их энергетическую ценность. Последняя оценивается по тепловым коэффициентам питательных веществ. Энергетическую ценность пищевых продуктов вычисляем умножением тепловых коэффициентов на содержание в них углеводов, жиров и белков. Данные по составу некоторых основных продуктов питания и их энергетическая ценность приведены в табл. 2.

Табл. 2. Содержание питательных веществ и энергетическая ценность 100 г пищевых продуктов, кДж

Продукты	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, кДж
<i>Хлеб, крупы</i>				
Хлеб формовой	5,9	0,8	47,3	1362,6
Батоны простые	9,0	1,3	51,4	1086,8
Гречневая крупа	13,4	2,5	66,5	1467,1
Манная крупа	11,2	0,8	73,3	1479,7
Пшеничная крупа	11,8	2,4	68,4	1471,3
Рис	7,5	1,0	74,4	1446,7
Макаронные изделия	11,0	0,9	74,2	1496,4
Горох	32,8	2,3	52,0	1375,2
Крахмал	1,0	—	84,7	1467,1
<i>Мясо, мясопродукты</i>				
Баранина	12,6	13,1	—	723,17
Говядина	14,2	8,3	—	564,30
Свинина мясная	14,2	18,5	—	961,40
Печень говяжья	18,05	4,1	2,9	518,32
Колбаса отдельная	12,3	14,8	1,2	806,74
Сардельки	14,7	10,0	2,4	664,62
Куриное мясо	9,7	6,3		409,64

Продолжение табл. 2

Продукты	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, кДж
<i>Рыба</i>				
Карп	15,2	3,2	—	386,65
Окунь речной	8,9	0,4	—	167,20
Судак	9,7	0,4	—	179,74
Треска	13,7	0,3	—	246,62
Сельдь атлантическая	13,7	0,4	—	400,28
Икра осетровая	25,4	14,2	—	976,48
<i>Молочные продукты</i>				
Молоко коровье	3,3	3,7	4,7	321,86
Простокваша жирная	3,3	3,7	3,9	280,06
Сливки	2,88	19,0	3,4	848,54
Сметана	2,5	30,0	2,3	848,54
Творог	13,2	20,0	2,4	1057,5
Сыр голландский	21,7	28,4	—	1508,9
<i>Жиры, яйца</i>				
Масло сливочное	0,5	83,5	0,8	3264,58
Масло подсолнечное	—	99,8	—	3879,0
Яйца куриные	10,7	10,3	0,4	593,56
<i>Напитки, печенье</i>				
Кофе с молоком	3,5	3,5	16,4	601,92
Какао	23,6	20,2	40,2	1776,8
Печенье сахарное	12,8	9,0	69,5	1759,7
Пирожное	5,6	39,1	40,5	2311,5
Варенье из слив	0,2	—	74,7	1295,8
Шоколад	6,3	37,2	53,2	2466,2
Сахар	—	—	99,9	1713,8
Мед пчелиный	0,4	—	81,3	1400,3
<i>Овощи</i>				
Капуста белокочанная	1,4	—	4,3	96,14
Капуста цветная	1,5	—	2,8	75,24
Капуста квашеная	0,3	—	2,3	71,06

Окончание табл. 2

Продукты	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, кДж
Картофель	1,4	—	14,7	275,88
Лук репчатый	2,5	—	8,1	179,74
Морковь	1,1	—	6,0	121,22
Огурцы	0,8	—	2,8	62,70
Томаты	0,5	—	3,6	79,42
Редис	0,9	—	3,1	66,88
Свекла	1,0	—	8,1	154,66
Горошек зеленый	5,0	—	13,3	313,50
<i>Грибы</i>				
Свежие	4,2	0,4	2,3	125,40
Сушеные	36,0	4,0	23,5	1574,5
<i>Фрукты, ягоды</i>				
Яблоки	0,3	—	10,0	183,92
Апельсины	0,7	—	6,3	137,94
Виноград	0,4	—	14,9	275,88
Лимоны	0,51	—	9,27	167,20
Клюква	0,5	—	4,7	137,94
Арбуз	0,3	—	4,8	87,78

Результаты (суточный пищевой рацион).

Продукты	Масса, г	Содержание, г			Энергетическая ценность, кДж
		белков	жиров	углеводов	
<i>Завтрак</i>					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
<i>Всего</i>					

Продукты	Масса, г	Содержание, г			Энергетическая ценность, кДж
		белков	жиров	углеводов	
<i>Обед</i>					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
<i>Всего</i>					
<i>Ужин</i>					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
<i>Всего</i>					
<i>Всего за сутки</i>					

Суточную потребность в энергии и необходимых питательных веществах (белки – 100 г, жиры – 70–80 г, углеводы – 500 г) разделяем на три части, соответствующие завтраку, обеду и ужину. Используя данные табл. 2, составляем свой суточный рацион по схеме, приведенной в таблице на с. 79–80.

При этом учитываем, что завтрак должен составлять 30 % суточной энергетической ценности рациона, обед – 50 %, ужин – 20 %. Количество белков и общую калорийность суточного рациона можно превысить по сравнению с расчетами, но не более чем на 10 %.

В вы о д (дайте физиологическую оценку составленного рациона).



Работа 4 (46). Функциональная мобильность потовых желез как один из путей теплоотдачи у человека

Исследования проводим при комнатной температуре 18–20 °С. Исследуемый должен чисто вымыть и досуха вытереть руки. На пальце с ладонной стороны рисуем ручкой кружок диаметром 2 мм, наносим на эту область каплю кедрового масла и рассматриваем под микроскопом при боковом освещении. На фоне валиков кожи пальцев в виде прозрачных плоских дисков видны капли пота. Подсчитываем количество капель пота внутри круга в состоянии покоя и после физической нагрузки (20 приседаний).

Результаты.

Количество капель пота в состоянии покоя _____.

Количество капель пота после физической нагрузки _____.

Вывод.



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Гомеостаз / Под ред. П. Д. Горизонтова. М., 1981.
Гончарик И. И. Лихорадка. Мн., 1999.
Гурин В. Н. Центральные механизмы терморегуляции. Мн., 1980.
Гурин В. Н. Обмен липидов при гипотермии, гипертермии и лихорадке. Мн., 1986.
Гурин В. Н. Терморегуляция и симпатическая нервная система. Мн., 1989.
Гурин В. Н. Механизмы лихорадки. Мн., 1993.
Гурин В. Н., Гурин А. В. Раствормаживание пейсмекеров высших автономных центров как организационный принцип системной регуляции процессов теплообмена // Вестн. новых мед. технологий. 1998. № 1. С. 29–33.
Држевецкая И. А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной системы. М., 1983.
Зайчик А. Ш., Чурилов Л. П. Основы общей патологии: Ч. 2: Основы патохимии: Учеб. пособие для студ. медвузов. СПб., 2000.

- Иванов К. П.* Основы энергетики организма. Т. 1: Общая энергетика, теплообмен и терморегуляция. Л., 1990.
- Крепс Е. М.* Липиды клеточных мембран. Л., 1981.
- Кучеренко Н. Е., Васильев А. Н.* Липиды. Киев, 1985.
- Лейкок Дж. Ф., Вайс П. Г.* Основы эндокринологии / Пер. с англ. М., 2000.
- Лейтес С. М.* Проблемы регуляции обмена веществ в норме и патологии. М., 1987.
- Луландин Ю.В., Мейгал А.Ю., Сорокина Л.В.* Терморегуляционная активность двигательной системы человека. Петрозаводск, 1995.
- Мак-Мюррей У.* Обмен веществ у человека / Пер. с англ. М., 1980.
- Матюхин В. А., Разумов А. Н.* Экологическая физиология человека и восстановительная медицина. М., 1999.
- Нейропептиды и терморегуляция // Материалы междунар. симпоз. по пробл. управл. и биоэнергетики процессов терморегуляции / Под ред. В. Н. Гурина. Мн., 1990.
- Нихельман М.* Температура и жизнь. Мн., 2001.
- Семенова И. Н.* Субфебрилитет и лихорадка: сравнительно-физиологический аспект // Журн. эвол. биохимии и физиологии. 1999. № 4. С. 324–329.
- Семенова И. Н.* Зависимость температурного ответа на пирогены от температуры окружающей среды и исходной температуры тела // Патолог. физиология и эксперим. терапия. 2000. № 1. С. 20–23.
- Термофизиология: Информ. бюл. Вып. 3 / Ин-т физиологии АН Беларуси / Под ред. В. Н. Гурина. Мн., 1994.
- Физиология и фармакология терморегуляции: Сб. ст. / Под ред. В. Н. Гурина. Мн., 1978.
- Физиология и фармакология терморегуляции: Сб. ст. / Под ред. В. Н. Гурина. Мн., 1985.
- Физиология терморегуляции: Руководство по физиологии / К. П. Иванов и др. Л., 1984.
- Химический состав пищевых продуктов / Под ред. А. А. Покровского. М., 1976.

РАЗДЕЛ VII

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Занятие 1. РЕФЛЕКТОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЦНС. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В ЦНС

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика строения и функций ЦНС.
2. Интегративная функция нейрона и ЦНС.
3. Распространение возбуждения в ЦНС.
4. Развитие рефлекторной теории. Рефлекторная дуга и функциональная система.
5. Классификация рефлексов. Рефлекторная дуга соматического, симпатического и парасимпатического рефлексов.
6. Общие принципы координационной деятельности ЦНС.
7. Структурно-функциональная характеристика спинного мозга. Рефлексы спинного мозга.
8. Сравнительная характеристика симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Основная литература

- Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 88–126.
- Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева, М., 1991. Т. 1. С. 91–101, 174–185.
- Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 88–102, 112–122, 158–176.

Работа 1 (47). Рефлексы устранения раздражающего агента

Рефлекс сгибания. Спинальную лягушку подвешиваем за нижнюю челюсть на штативе. Через 10–15 мин (время, необходи-

мое для исчезновения спинального шока) сдавливаем пинцетом кончики пальцев задней лапки и наблюдаем ответную реакцию.

Результаты.



Рефлекс потирания. Фильтровальную бумагу, смоченную 1 % раствором серной кислоты, накладываем на наружную поверхность верхней трети бедра, затем на нижнюю часть живота. Регистрируем ответную реакцию.

Результаты.



Вывод.



Работа 2 (48). Особенности распространения возбуждения в спинном мозге

Зависимость «времени рефлекса» от силы раздражения.
«Время рефлекса» – отрезок времени с момента нанесения раздражения на рецепторы до момента начала ответной реакции.

Спинальную лягушку подвешиваем за нижнюю челюсть на штативе. Пускаем метроном с частотой 100 ударов в минуту и погружаем заднюю лапку лягушки в стаканчик с 0,15 % раствором серной кислоты. Определяем время рефлекса по количеству ударов метронома (по Тюрку). Повторяем опыт, раздражая лапку кислотой возрастающей концентрации (0,25, 0,5 и 1 %). После каждого определения делаем перерыв 1–2 мин и лапку обмываем водой.

Результаты.

Концентрация кислоты, %	Время рефлекса, с			
	первое определение	второе определение	третье определение	среднее значение
0,15				
0,25				
0,5				
1				

Вывод (отметьте зависимость времени рефлекса от силы раздражения).



Иррадиация возбуждения в ЦНС. У спинальной лягушки пинцетом слабо сдавливаем кончики пальцев задней лапки, а затем постепенно усиливаем раздражение и обращаем внимание на характер ответной реакции по движению лапок.

Результаты.



Вывод (сделайте заключение о зависимости степени иррадиации возбуждения в ЦНС от силы раздражения).



Работа 3 (49). Анализ рефлекторной дуги

Подвешиваем спинальную лягушку за нижнюю челюсть на штативе. Погружаем заднюю лапку примерно до голеностопного сустава в стаканчик с 0,5 % раствором серной кислоты и наблюдаем ответную реакцию. Проводим в области бедра круговой разрез кожи и снимаем ее с лапки. Погружаем лапку в раствор серной кислоты и проверяем наличие рефлекса. Отпрепаровываем седалищный нерв на бедре другой лапки, приподнимаем его с помощью лигатуры и подкладываем под нерв ватку, смоченную 0,5 % раствором новокаина. Через 1–2 мин проверяем наличие рефлекса. Затем накладываем смоченную 1 % раствором серной кислоты бумажку на кожу выше уровня блокады нерва и вновь проверяем наличие ответной реакции. Проводим такое же наблюдение после разрушения спинного мозга.

Результаты. Указываем наличие рефлекса у спинальной лягушки:

после удаления кожи (рецепторов) _____
после блокады седалищного нерва _____
во время раздражения кожи выше уровня блокады _____
после разрушения спинного мозга _____

Рисунок (схема дуги спинального соматического и вегетативного рефлексов).

А Б В
А – двухнейронная дуга; Б – трехнейронная дуга;
В – дуга вегетативного рефлекса

Вывод.



Работа 4 (50). Суммация возбуждения в нервных центрах

Спинальную лягушку подвешиваем на штативе. Двумя тонкими оголенными проводами обматываем голень одной задней конечности на расстоянии 0,5–1 см друг от друга. Вначале производим одиночное раздражение конечности подпороговым стимулом. Затем наносим последовательно ряд одиночных раздражений с частотой два стимула в секунду.

Результаты.



Вывод (объясните причину наблюдаемых явлений).



Работа 5 (51). Значение функционального состояния нервной системы для осуществления рефлекса (демонстрация)

Определяем время рефлекса у лягушки (погружая лапку в 0,1 % раствор серной кислоты) до и после охлаждения ее на льду в течение 60 мин.

Результаты.



Вывод (укажите, как изменяется рефлекторная деятельность организма под влиянием факторов, по-разному изменяющих функциональное состояние нервной системы).



Работа 6 (52). Проприоцептивные рефлексы человека

Коленный рефлекс. Испытуемый садится на стул и кладет ногу на ногу. Молоточком легко ударяем по сухожилию четырехглавой мышцы ниже коленной чашечки – наблюдаем разгибание ноги.

Рисунок (схема дуги коленного рефлекса).

Ахиллов рефлекс. Испытуемый встает коленями на стул так, чтобы ступни свободно свисали. Молоточком легко ударяем по ахиллову сухожилию. Наблюдаем подошвенное сгибание стопы.

Р и с у н о к (схема дуги ахиллова рефлекса).

Зрачковый рефлекс. Испытуемый садится лицом к окну, закрывает глаз рукой. Поочередно то закрываем второй глаз испытуемого экранчиком, то открываем его. Наблюдаем за изменением величины зрачка.

Р и с у н о к (схема дуги зрачкового рефлекса)

Вывод (укажите, какой отдел ЦНС ответствен за осуществление каждого из исследованных рефлексов).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Занятие 2. ТОНУС НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ. ТОРМОЖЕНИЕ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ. ФИЗИОЛОГИЯ СТРУКТУР МОЗГА

Контрольные вопросы

1. Тонус нервных центров. Роль ретикулярной формации в его поддержании.
2. Открытие торможения в ЦНС (опыт И. М. Сеченова).
3. Общая характеристика торможения. Роль тормозных процессов в нервной системе.
4. Виды торможения: постсинаптическое, пресинаптическое, торможение Введенского. Торможение в нейронных сетях ЦНС – возвратное, латеральное, реципрокное.
5. Синаптические механизмы торможения.
6. Структурно-функциональная характеристика ствола мозга.
7. Структурно-функциональная характеристика таламуса.
8. Структурно-функциональная характеристика мозжечка.
9. Структурно-функциональная характеристика лимбической системы.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 88–192.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 1. С. 169–171, 185–222.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 102–111, 124–140.

Работа 1 (53). Торможение спинальных рефлексов

Взаимное торможение спинальных рефлексов. Спинальную лягушку подвешиваем на крючке штатива. Определяем время сгибаемого рефлекса по методике Тюрка, погрузив заднюю лапку в 0,5 % раствор серной кислоты. Промываем лапку водой. Затем, погружая одну лапку в серную кислоту, одновременно сдавливаем другую лапку пинцетом и также определяем время рефлекса сгибания.

Результаты:



Опыт Гольца по торможению. Берем лягушку двумя пальцами за боковые поверхности спинки – возникает квакательный рефлекс. Сдавливаем переднюю лапку пинцетом – квакательный рефлекс тормозится.

Вывод (объясните механизм возникновения торможения в этих опытах).



Работа 2 (54). Сеченовское торможение

Для проведения опыта необходимо обнажить головной мозг лягушки. С этой целью заворачиваем слабо наркотизированную лягушку в марлю и держим в левой руке, оставив голову свободной. Делаем Т-образный разрез кожи на голове, а затем срезаем все кожные лоскуты, оголив черепную коробку. Далее острую браншу малых ножниц осторожно вводим в полость черепа. Делаем поперечный разрез черепной крышки, скользя ножницами по внутренней поверхности черепа, чтобы не повредить мозг. Таким же образом разрезаем кость по бокам черепа и удаляем черепную коробку. Кровотечение останавливаем ватным тампоном. Найдя в головном мозге область зрительных бугров, проводим над ней поперечный разрез острым скальпелем и удаляем все содержимое выше разреза. Останавливаем кровотечение тампоном.

Подвешиваем лягушку за нижнюю челюсть на крючке и дважды с интервалами 1–2 мин определяем время рефлекса по Тюрку, погружая заднюю конечность в 0,5 % раствор серной кислоты. Вслед за этим через 2–3 мин, предварительно осушив разрез головного мозга фильтровальной бумажкой, накладываем кристаллик поваренной соли и сразу же после этого определяем время рефлекса. Через 1–2 мин вновь определяем время рефлекса. При удлинении времени рефлекса или его исчезновении удаляем кристаллик соли и промываем поверхность мозга раствором Рингера. Через 5–7 мин еще раз определяем время рефлекса.

Результаты. Время рефлекса:
до раздражения зрительных бугров _____;
при раздражении зрительных бугров _____;
после раздражения зрительных бугров _____.

Рисунок (на схеме головного мозга лягушки указать положение разреза).

Вывод (объясните механизм сеченовского торможения).



Работа 3 (55). Изменение рефлекторной реакции на раздражители в условиях действия стрихнина на тормозные процессы в ЦНС

Наблюдаем за поведением интактной лягушки. Затем под кожу спины (в лимфатический мешок) вводим 0,5 мл раствора стрихнина (1:1000) и помещаем лягушку на тарелку под стеклянный колпак. Наблюдаем за ее состоянием. Через каждые 1–2 мин проверяем реакцию на прикосновение к лягушке, постукивая по краю тарелки. Отмечаем изменение характера реакции.

Результаты.



Вывод (объясните причину изменения рефлекторных реакций после введения стрихнина).



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Ажипа Я. И.* Трофическая функция нервной системы. М., 1990.
- Айрапетяниц М. Г., Вейн А. М.* Неврозы в эксперименте и в клинике. М., 1982.
- Анохин П. К.* Избранные труды. Кибернетика функциональных систем / Сост. В. А. Макаров; Под ред. К. В. Судакова. М., 1999.
- Бабкин П. С.* Рефлексы и их клиническое значение. М., 1973.
- Батуев А. С.* Высшие интегративные системы мозга. Л., 1981.
- Батуев А. С., Куликов Г. А.* Введение в физиологию сенсорных систем. М., 1984.
- Бериташвили И. С.* Нейрофизиология и нейропсихология // Избр. тр. Л., 1975.
- Бехтерева Н. П.* Здоровый и больной мозг человека. Л., 1988.
- Блум Ф., Лайзерсон А., Хорстедтер Л.* Мозг, разум и поведение. М., 1988.
- Бреже М.* Электрическая активность нервной системы. М., 1979.
- Брин В. Б.* Физиология человека в схемах и таблицах. Ростов н/Д., 1999.
- Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Дж.* Основные методики и эксперименты для изучения мозга и поведения. М., 1991.

Введенский Н. Е., Ухтомский А. А. Учение о координационной деятельности нервной системы. М., 1950.

Власова И. Г., Торшин В. И. Альбом основных физиологических показателей в графиках, схемах и цифрах: Учеб. пособие / Под ред. Н. А. Агаджаняна, С. А. Чесноковой. 2-е изд. М., 1998.

Дельгадо Х. Мозг и сознание. М., 1971.

Диагностика и прогнозирование функционального состояния мозга человека / Под ред. М. Г. Айрапетянца. М., 1988.

Зайчик А. Ш., Чурилов Л. П. Основы общей патологии: Учеб. пособие для студ. медвузов: Ч. 1. Основы общей патофизиологии. СПб., 2000.

Зилов В. Г., Судаков К. В., Эпштейн О. И. Элементы информационной биологии и медицины: Моногр. М., 2000.

Карамян А. И. Эволюция конечного мозга позвоночных. Л., 1976.

Кассиль Г. И. Наука о боли. М., 1975.

Ковбаса С. И., Ноздрачев А. Д., Ягодин С. В. Анализ взаимосвязи нейронов. Л., 1984.

Ковбаса С. И., Ноздрачев А. Д. Информационные характеристики систем нейронов. Л., 1990.

Костюк П. Г. Физиология центральной нервной системы. Киев, 1977.

Котляр Б. И., Шульговский В. В. Физиология центральной нервной системы. М., 1979.

Кругликов Р. И. Нейрохимические механизмы обучения и памяти. М., 1981.

Крушинский Л. В. Биологические основы рассудочной деятельности. М., 1988.

Куйфлер С., Николс Д. От нейрона к мозгу. М., 1979.

Кэндел Э. Клеточные основы поведения. М., 1980.

Макро- и микроуровни организации мозга / Под ред. О. С. Адрианова. М., 1990.

Малый практикум по физиологии человека и животных: Учеб. пособие / А. С. Батуев и др.; Под ред. А. С. Батуева. СПб., 2001.

Матюшкин Д. П. Обзор: Учение Н. Е. Введенского о возбуждении и торможении в свете современной нейрофизиологии // Физиол. журн. СССР им. И. М. Сеченова. 1981. Т. 67. № 3. С. 349–356.

Механизмы деятельности мозга человека. Т. 1: Нейрофизиология человека. Л., 1988.

Механизмы памяти / Под ред. Г. А. Варганяна. Л., 1988.

Ноздрачев А. Д., Чернышева М. П. Висцеральные рефлексы. Л., 1989.

Общий курс физиологии человека и животных: Учеб. для студ. биол. и мед. спец. вузов / Ред. А. Д. Ноздрачев. М., 1991.

Патофизиология. Курс лекций: Учеб. пособие / П. Ф. Литвицкий, Н. И. Лосев, В. А. Войнов и др.; Под ред. П. Ф. Литвицкого. М., 1997.

Патологическая физиология / Под ред. А. Д. Адо. Томск., 1994.

Поляков Г. И. Проблема происхождения рефлекторных механизмов мозга. М., 1964.

Практикум по физиологии / Под ред. К. М. Кулунды. М., 1970.

Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. М., 1967.

Серков Ф. Н. Корковое торможение. Киев, 1986.

Симонов П. В. Эмоциональный мозг: Физиология. Нейроанатомия. Психология эмоций. М., 1981.

- Соколов Е. Н.* Нейронные механизмы памяти и обучения. М., 1981.
- Сороко С. И.* Основные типы механизмов саморегуляции мозга. Л., 1990.
- Управление движениями. М., 1990.
- Ухтомский А. А.* Доминанта. Л., 1966.
- Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем. М., 1991.
- Физиология. Основы и функциональные системы: Курс лекций для вузов / Под ред. К. В. Судакова. М., 2000.
- Физиология поведения. Нейробиологические закономерности / Под ред. А. С. Батуева. Л., 1987.
- Физиология человека: Учеб. для студ. мед. ин-тов / Ред. Г. И. Косицкий. М., 1985.
- Физиология человека: В 3 т. / Пер. с англ.; Под ред. Р. Шмидта. М., 1999.
- Физиология человека: Учеб.: В 2 т. / Н. М. Покровский, Г. Ф. Коротько, В. И. Кобрин и др. М., 1999.
- Функциональные системы организма / Под ред. К. В. Судакова. М., 1987.
- Шаде Д., Форд Д.* Основы неврологии. М., 1976.
- Шеперд Г.* Нейробиология: В 2 т. М., 1987.
- Шульговский В. В.* Основы нейрофизиологии: Учеб. пособие для студ. вузов. М., 2000.
- Эволюционная физиология: Руководство по физиологии / Под ред. Е. М. Крепса. Л., 1983. Ч. 2.

РАЗДЕЛ VIII

ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Занятие 1. ОБЩИЕ СВОЙСТВА АНАЛИЗАТОРОВ. ФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО, СЛУХОВОГО, ВКУСОВОГО И ТАКТИЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРОВ

Контрольные вопросы

1. Общие свойства анализаторов. Структура и классификация.
2. Понятие об рецепторе. Классификация рецепторов. Преобразование сигнала в первичном и вторичном рецепторе. Адаптация рецепторов.
3. Характеристика оптической системы глаза. Острота зрения.
4. Рецепторы сетчатки. Зрительные пигменты. Механизм восприятия света.
5. Устройство нейронной сети сетчатки. Нервные механизмы зрения.
6. Механизмы восприятия звука.
7. Механизмы восприятия положения тела в пространстве и пространственного перемещения.
8. Характеристика вкусовой, обонятельной и тактильной сенсорных систем.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 178–321.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А. Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 1. С. 373–500.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985. С. 430–479.

Работа 1 (56). Исследование зависимости ощущения от изменения интенсивности раздражения

Испытуемый берет в руку цилиндр, в который налито 100 мл воды, и закрывает глаза. Медленно наполняем цилиндр водой. Испы-

туемый должен сообщить, в какой момент он почувствует нарастание тяжести. Замечаем количество воды, добавленной в цилиндр к этому моменту. Затем опыт повторяем, каждый раз первоначально заново наливая в мерный цилиндр 200, 300 и 500 мл воды. Повторяем серии опыта, предварительно предложив испытуемому подержать в течение 1–2 мин на вытянутой руке гантель весом 2 кг. Результаты эксперимента заносим в таблицу.

Номер опыта	Исходная масса воды в цилиндре, г (ΔI)	Масса воды, прибавленная до ощутимого прироста тяжести, г (ΔI)	Значение К ($K = \Delta I/I$)
<i>До нагрузки</i>			
1	100		
2	200		
3	300		
4	500		
<i>После нагрузки</i>			
1	100		
2	200		
3	300		
4	500		

Полученные данные используем для расчета константы (К) в уравнении Вебера: $K = \Delta I/I$, где ΔI – прирост раздражения; I – исходное раздражение; К – постоянная величина. Сравните между собой постоянные значения К, полученные в 1–4 опытах (отдельно до и после физической нагрузки).

Вывод (сделайте вывод о том, как влияет степень адаптации рецепторного аппарата на способность ощущать изменения интенсивности раздражения).



Работа 2 (57). Определение остроты зрения

Таблица Головина имеет 12 строк, размеры букв в которых постепенно уменьшаются от верхней строки к нижней. Таблицу укрепляем на хорошо освещенной стене. Испытуемый усаживается на расстоянии 5 м от таблицы и, закрыв один глаз, начинает читать вслух буквы по строкам, начиная с самых крупных. Последняя строка, прочитываемая безошибочно (или не более чем с 20 % ошибок), служит показателем остроты зрения. Остроту зрения (*visus*) определяют по формуле $V = d/D$, где d – расстояние от испытуемого до таблицы; D – расстояние, с которого данная строка правильно читается нормальным глазом.

Пример. Испытуемый видит с 5 м буквы, которые человек с нормальным зрением может прочитать на расстоянии 25 м. В этом случае $V = 5/25 = 0,2$ (ниже нормы). Определяем остроту зрения левого и правого глаза. Результаты измерений заносим в таблицу.

Острота зрения (V):

для правого глаза $d = \underline{\hspace{2cm}}$ $D = \underline{\hspace{2cm}}$

для левого глаза $d = \underline{\hspace{2cm}}$ $D = \underline{\hspace{2cm}}$

Вывод (сделайте вывод об остроте своего зрения).



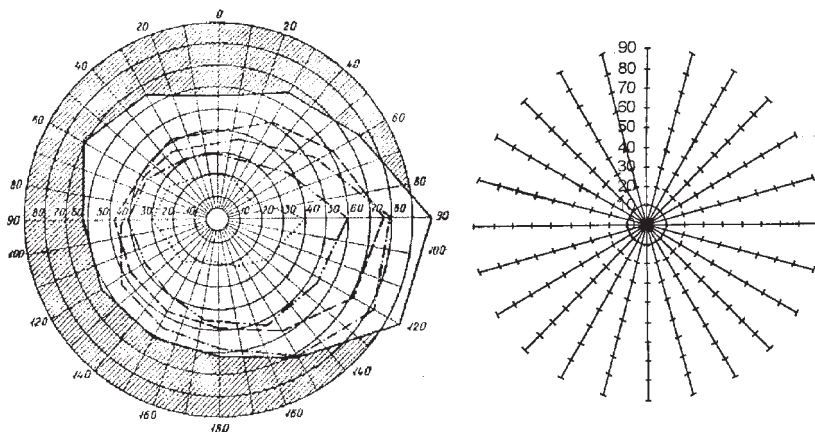
Работа 3 (58). Определение границ поля зрения (периметрия)

Периметр Фостера устанавливаем на столе в хорошо освещенной комнате. Испытуемый располагается спиной к свету, помещает подбородок на подставку (глаз должен находиться на уровне нижнего края визирной пластинки) и исследуемым глазом фиксирует белую точку в центре периметра (второй глаз закрыт). При первом измерении дугу устанавливаем в горизонтальное положение. Для измерения границ черно-белого видения используем белую марку, медленно передвигая ее по внутренней поверхности дуги от ее наружного края к центру. Испытуемый при неподвижно фиксированном взгляде сообщает, когда ему становится видна

марка. Экспериментатор отмечает точкой соответствующее положение марки на дуге (на стандартном бланке) нормального поля зрения. Местоположение каждой точки определяем дважды. Затем поле зрения определяем с другой стороны дуги, после чего дугу периметра поворачивают на 90° и соответствующие измерения повторяют вновь. Аналогичным образом определяют границы поля зрения, каждый раз поворачивая дугу на 15° . Подобный опыт проводим с различными цветными марками.

Результаты измерений в виде точек наносим на стандартный бланк и соединяем линиями.

Р и с у н о к (поле зрения).



- 1 – поле черно-белого зрения; 2 – поле зрения для желтого цвета;
- 3 – поле зрения для синего цвета; 4 – поле зрения для зеленого цвета;
- 5 – поле зрения для красного цвета

Сравните полученный многоугольник с нормальными границами поля зрения, представленными на контрольном бланке.

Вывод (сделайте вывод о соотношении границ цветового и черно-белого полей зрения, объясните причины различий).



Работа 4 (59). Выявление сферической и хроматических аберраций, астигматизма

Испытуемый читает правым глазом (левый закрыт) набранный мелким шрифтом текст при слабом освещении и убеждается в трудности чтения. Тот же шрифт испытуемый читает, приблизив к глазу искусственный зрачок. Шрифт кажется более четким, облегчается чтение текста. Приближаем к правому глазу испытуемого карандаш до тех пор, пока изображение станет расплывчатым. Затем испытуемый смотрит на карандаш через искусственный зрачок. Карандаш становится отчетливо видимым.

Закрываем отверстие в экране (2 см) фиолетовым стеклом (пропускает одновременно сине-фиолетовые и красные лучи). Испытуемый смотрит на него с небольшого расстояния. Просвет воспринимается в виде синей точки с красным ободком вокруг.

Испытуемый смотрит на диск с концентрическими кольцами. При наличии астигматизма он видит отрезки окружности только по вертикали или только по горизонтали. Целые концентрические круги он не видит.

Вывод (сделайте вывод о недостатках, присущих глазу как оптическому прибору).



Работа 5 (60). Определение направления звука

Испытуемый садится на стул и закрывает глаза. Экспериментатор при помощи колокольчика или постукивая карандашом о карандаш подает звуковые сигналы справа, слева, спереди, сзади, сверху и снизу от тестируемого, который должен указать направление источника звука. Опыт повторяем, закрыв одно ухо испытуемого ватой. Вставляем в его уши оливы фонендоскопа, который держим у испытуемого за спиной. Осторожно постукиваем по фонендоскопу, предлагая испытуемому определить направление звука. Опыт повторяем, заменив одну трубку фонендоскопа на значительно более длинную. Фиксируем результаты экспериментов.

Результаты.



Вывод (сделайте вывод о преимуществах бинаурального слуха).



Работа 6 (61). Сравнение воздушной и костной проводимости звука

Опыт Вебера. Рукоятку звучащего камертона прикладываем к средней линии головы испытуемого. Отмечаем, слышит ли испытуемый обоими ушами звук одинаковой силы. Опыт повторяем, предварительно вложив в одно ухо ватный тампон. Изменилось ли восприятие звука правым и левым ухом? Соединяем резиновой трубкой не заложённое ватой ухо первого испытуемого с ухом второго. Повторяем опыт. Будет ли слышать звук камертона второй испытуемый?

Результаты.



Вывод (объясните, почему более сильный звук воспринимается ухом, заложённым ватой, и почему второй испытуемый также слышит звук камертона?).



Опыт Ринне. Рукоятку звучащего камертона прикладываем к сосцевидному отростку. Испытуемый слышит постепенно ослабевающий звук. При исчезновении звука камертон переносим непосредственно к уху. Испытуемый вновь слышит звук. Отмечаем время, в течение которого испытуемый слышит камертон (128 и 512 Гц) при воздушной и костной проводимости. Результаты измерений заносим в таблицу.

Ухо	Время звучания камертона, с	
	костная проводимость	воздушная проводимость
<i>Камертон 128 Гц</i>		
Левое		
Правое		
<i>Камертон 512 Гц</i>		
Левое		
Правое		

Вывод (сделайте вывод о преимуществах воздушной проводимости по сравнению с костной и о чувствительности слухового аппарата к звукам разной частоты).



Работа 7 (62). Определение порога вкусовой чувствительности

Испытуемому на кончик языка наносим из пипетки каплю какого-либо из растворов (сахара, поваренной соли, лимонной кислоты и хинина, каждый в концентрации 1; 0,1; 0,01 и 0,001 %) и предлагаем сделать глоток. Испытуемый должен определить вкус раствора. Опыт начинаем с нанесения раствора в минимальной концентрации (0,001 %) и продолжаем (постепенно повышая концентрацию) до тех пор, пока испытуемый точно не определит вкус наносимого раствора. Найденную концентрацию принимаем за порог вкусовой чувствительности. После проведения опыта с одним раствором испытуемый должен тщательно прополоскать рот, и только после этого приступаем к работе с новым раствором. Результаты опыта заносим в таблицу.

Вещество	Порог вкусовой чувствительности (концентрация раствора, %)
Сладкое (сахар)	
Кислое (лимонная кислота)	
Горькое (хинин)	
Соленое (поваренная соль)	

Вывод (сравните пороги вкусовой чувствительности к различным веществам).



Работа 8 (63). Исследование тактильной чувствительности

Эстеziометром с максимально сведенными ножками (расстояние между ножками 1 мм) прикасаемся к различным участкам кожи испытуемого, сидящего на стуле с закрытыми глазами. Затем постепенно раздвигаем ножки эстеziометра (прибавляя каждый раз по 1 мм) и продолжаем прикосновение к участкам кожи в пер-

воначально избранной последовательности. Замечаем, при каком расстоянии между ножками и на каком участке кожи испытуемый впервые различает двойное прикосновение. Результаты измерений заносим в таблицу.

Участок кожи	Пространственный порог чувствительности (расстояние между ножками эстезиометра, мм)
Пальцы рук	
Ладони	
Шея	
Спина	
Нос	

Вывод (сравните пространственные пороги тактильной чувствительности различных участков кожи).



ДОЛЖНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНОВ ЧУВСТВ У ЧЕЛОВЕКА
(по материалам учебников, справочных пособий, лекций
заполняем приведенную ниже таблицу)

Частота звуковых колебаний, слышимых человеком, Гц
Максимальный уровень громкости, дБ
Ближняя точка ясного зрения, см
Сила аккомодации, Д
Диаметр желтого пятна, мм

Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Айрапетянц Э. Ш., Константинов А. И.* Эхолокация в природе. Л., 1970.
- Альтман Е. А.* Локализация звука. Л., 1972.
- Базисная и клиническая фармакология / Под ред. Б. Катцунга. СПб., 2000.
- Батуев А. С., Куликов Г. Л.* Введение в физиологию сенсорных систем. М., 1983.
- Бинг Р., Брюнкер Р.* Мозг и глаз. М., 1968.
- Вавилов С. И.* Глаз и солнце. М., 1948.
- Вейн А. М., Авруцкий М. Я.* Боль и обезболивание. М., 1997.
- Гранит Р.* Электрофизиологические исследования рецепции. М., 1957.
- Грегори Р.* Разумный глаз. М., 1972.
- Есаков А. И., Дмитриева Т. М.* Нейрофизиологические основы тактильного восприятия. М., 1971.
- Ильинский О. Б.* Механорецепторы. Л., 1967.
- Кратин Ю. Г.* Анализ сигналов мозгом. Л., 1977.
- Куффлер С., Николс Дж.* От нейрона к мозгу. М., 1979.
- Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. М., 1974.
- Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Роддуэл В.* Биохимия человека. М., 1993.
- Михайлов В. В.* Основы патологической физиологии: Руководство для врачей. М., 2001.
- Михайлович В. А., Игнатов Ю. Д.* Болевой синдром. М., 1990.
- Основы сенсорной физиологии / Пер. с англ. М., 1984.
- Основы физиологии / Под ред. П. Стёрки. М., 1984.
- Основы физиологии человека / Под ред. Б. Н. Ткаченко. СПб., 1994.
- Практикум по физиологии / Под ред. К. М. Кулланды. М., 1970.
- Рабин А. Г., Дуринян Р. А.* Центральные механизмы общей чувствительности. Л., 1975.
- Райт Р. Х.* Наука о запахах. М., 1966.
- Руководство по физиологии. Физиология сенсорных систем: В 3 т. Л., 1971. Т. 1. 1972. Т. 2. 1975. Т. 3.
- Сомьен Дж.* Кодирование сенсорной информации в нервной системе млекопитающих. М., 1975.
- Сравнительная физиология животных / Под ред. Л. Проссера. М., 1978.
- Тамар Г.* Основы сенсорной физиологии. М., 1976.
- Физиология сенсорных систем / Под ред. А. С. Батуева. Л., 1975.
- Харкевич Д. А.* Фармакология. М., 1981.
- Ходоров Б. И.* Общая физиология возбудимых мембран. М., 1975.
- Циммерман Г. С.* Ухо и мозг. М., 1967.
- Шевелев И. А.* Динамика зрительного сенсорного сигнала. М., 1971.
- Шеперд Г.* Нейробиология. М., 1987.
- Шмидт-Нильсен К.* Физиология животных. Приспособление и среда. М., 1983.

РАЗДЕЛ IX

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Занятие 1. УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ. АРХИТЕКТУРА ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АКТА

Контрольные вопросы

1. Формы поведения живых организмов, инстинкты. Формы обучения.
2. Условные рефлексы и их классификация. Правила выработки условных рефлексов.
3. Торможение условных рефлексов.
4. Память, ее виды, нейрофизиологические основы памяти.
5. Современные представления о механизмах формирования поведения. Роль эмоций и мотиваций.
6. Особенности высшей нервной деятельности человека. Первая и вторая сигнальные системы. Нейрофизиологические механизмы речевой деятельности.
7. Физиологическое значение сна. Характеристика фаз сна. Теории сна.

Основная литература

Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М., 1996. Т. 1. С. 155–167, 297–302.

Общий курс физиологии человека и животных: В 2 т. / Под ред. А.Д. Ноздрачева. М., 1991. Т. 1. С. 250–303, 348–351.

Физиология человека / Под ред. Г. И. Косицкого. М., 1985, С. 480–497.

Работа 1 (64). Образование и торможение условного мигательного рефлекса у человека

Для выработки условного мигательного рефлекса используем установку, позволяющую подавать испытуемому условный сигнал

(звук) и безусловный сигнал (действие струи воздуха) на роговицу глаза.

Подготовка установки к работе. 1. Обруч надеваем на голову испытуемого так, чтобы шарнирное устройство располагалось на лбу. 2. При помощи шарнирного устройства закрепляем наконечник таким образом, чтобы его окончание находилось напротив зрачка глаза, на расстоянии 10–15 мм от роговицы. 3. Включаем генератор звуковых сигналов. 4. Устанавливаем частоту звука (рекомендуемая частота 1500 Гц). 5. Рукоятку громкости звука поворачиваем в крайнее левое положение. 6. Нажимая кнопку «Звук» на пульте, подбираем комфортную для испытуемого громкость звука. 7. Нажатие кнопки «Звук» на пульте подает звуковой сигнал на динамик. При помощи рукоятки подберите комфортную для испытуемого частоту звука. 8. Для задува роговицы струей воздуха сжимаем резиновую грушу. Подбираем такую силу и скорость сжатия груши, которая будет вызывать у испытуемого мигательные движения.

ВНИМАНИЕ! Чтобы исключить травмы глаза, придерживайтесь следующих правил: 1) обруч должен быть закреплен на голове плотно; 2) винт шарнирного устройства должен быть затянут до упора, обеспечивая неподвижность; 3) резиновая трубка **НЕ** должна быть натянута. В ходе эксперимента **НЕ** допускайте рывков резиновой трубки.

Выработка мигательного рефлекса. Задание выполняют в паре «экспериментатор – испытуемый». Для выработки рефлекса экспериментатор многократно сочетает условный сигнал (звук) и безусловный (обдувание роговицы струей воздуха). Обдувание роговицы начинаем через 1–2 с после включения звука. Звук выключаем в момент прекращения обработки роговицы воздушной струей. Сочетание сигналов подаем с интервалами 20–30 с. После каждой подачи сигнала отмечаем в таблице характер мигательных движений испытуемого в течение интервала между началом действия условного и безусловного стимулов: отсутствие движений век («→»), неполное смыкание век («±»), полное смыкание век («+»). Подачу сигналов повторяем до выработки устойчивого условного рефлекса (не менее 30 раз). Рефлекс считаем выработанным, если смыкание век отмечается 4 раза в серии из пяти последовательных сигналов.

Изучение сигнального значения слова. После выработки устойчивого условного рефлекса 2–3 раза вместо подачи звука говорим вслух испытуемому «звук» или «свет» и отмечаем наличие или отсутствие рефлекторной реакции.

Торможение условного мигательного рефлекса. Для торможения условного рефлекса перестаем подавать безусловный сигнал, а условный подаем с интервалами 15–30 с до полного исчезновения рефлекса. Характер движений век после каждой подачи сигнала отмечаем в таблице. Подсчитываем количество сочетаний сигналов, необходимых для выработки и торможения рефлекса.

Номер стимула	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Выработка рефлекса</i>										
Наличие мигательных движений										
<i>Торможение рефлекса</i>										
Наличие мигательных движений										

Для выработки мигательного рефлекса потребовалось _____ сочетаний.

Для торможения мигательного рефлекса потребовалось _____ сочетаний.

В ы в о д ы. 1. Сделайте вывод о соотношении скоростей выработки и торможения мигательного рефлекса.



2. Сделайте вывод о сигнальном значении слова.



Работа 2 (65). Изучение времени двигательной реакции человека на визуальный (аудиальный) стимул

Измерение времени реакции проводим при помощи автоматического прибора, который показывает время между началом подачи сигнала и моментом нажатия на кнопку.

Порядок работы с прибором. 1. Включаем прибор. 2. Переводим выключатель аудиального сигнала на верхней панели прибора в верхнее положение, а выключатель визуального сигнала – в нижнее. 3. Нажимаем кнопку «Пуск». Через 5–10 с после нажатия кнопки «Пуск» раздастся звук зуммера. 4. Услышав звук зуммера, нажимаем на кнопку «Контакт». 5. Длительность латентного периода реакции (время от начала подачи сигнала до момента нажатия кнопки «Контакт») считываем на шкале прибора. 6. Для повторного измерения латентного периода реакции повторяем пункты 3–5.

Зачитываем испытуемому инструкцию: «Ваша задача – сосредоточиться на выполнении задания. Услышав звук зуммера, как можно быстрее нажмите кнопку „Контакт“». Испытуемый приступает к выполнению задания (см. пункты 3–5). Измерение времени реакции повторяем 10 раз. Результаты измерения времени реакции заносим в таблицу. Затем испытуемому даем инструкцию: «Ваша задача – считать вслух тройками назад от 500. Услышав звук зуммера, как можно быстрее нажмите кнопку „Контакт“». Измерение латентного периода реакции повторяем 20 раз. После этого испытуемому вновь зачитываем первую инструкцию и еще 10 раз повторяем измерение. Результаты заносим в таблицу, рассчитываем среднее значение времени реакции.

Номер попытки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
<i>В условиях концентрации внимания</i>											
Время реакции, мс											
<i>В условиях отвлечения внимания</i>											
Время реакции, мс											

Вывод (сделайте вывод о соотношении скорости двигательной реакции на аудиальный стимул в условиях концентрации внимания и в условиях отвлечения внимания).



Работа 3 (66). Определение объема кратковременной памяти у человека

Задание выполняем под руководством экспериментатора. Экспериментатор зачитывает первый ряд цифр (см. ниже) в темпе 1 цифра в 1–2 с. Прослушиваем ряд полностью и сразу же записываем названные экспериментатором цифры. Экспериментатор диктует второй ряд цифр и т. д. После того как продиктованы все ряды, проверяем правильность записанных рядов по таблице. Ряд считаем воспроизведенным правильно, если все цифры (буквы, слова) указаны в верной последовательности. Количество элементов в самом длинном правильно воспроизведенном ряду соответствует объему кратковременной памяти. Личные результаты заносим в таблицу. Рассчитываем средний по группе объем оперативной памяти для цифр, букв и слов.

Цифры	
Ряд 1	4, 7, 5
Ряд 2	2, 8, 6, 1
Ряд 3	8, 3, 9, 6, 5
Ряд 4	3, 7, 9, 8, 5, 3
Ряд 5	6, 3, 8, 2, 5, 3, 1
Ряд 6	3, 5, 1, 6, 4, 8, 2, 7
Ряд 7	6, 5, 9, 3, 7, 2, 5, 1, 4
Ряд 8	7, 2, 5, 1, 4, 8, 5, 9, 2, 6

Буквы	
Ряд 1	А, О, Ю
Ряд 2	Е, О, У, И
Ряд 3	У, Ы, Ю, О, Е
Ряд 4	И, А, О, Ы, А, Е
Ряд 5	Ю, И, Ы, Ю, О, Я, А
Ряд 6	Я, Ы, О, У, Ы, Ю, О, А
Ряд 7	И, А, О, И, Е, Ю, А, Ы, И
Ряд 8	А, О, Е, У, А, Ы, О, Ю, И, Я

Слова	
Ряд 1	дерево, пальто, блокнот
Ряд 2	яблоко, шапка, камень, трава
Ряд 3	стол, железо, апельсин, ковер, окно
Ряд 4	свитер, бумага, рубашка, вода, груша, пенал
Ряд 5	шапка, яблоко, блокнот, рубашка, окно, ручка, дерево
Ряд 6	дерево, полотенце, камень, кровать, шарф, стол, бумага, апельсин
Ряд 7	окно, камень, стекло, блокнот, кровать, карандаш, ковер, шапка, трава
Ряд 8	вода, груша, кровать, карандаш, апельсин, свитер, дерево, тетрадь, пенал, рубашка

Результаты.

Тип элементов	Объем кратковременной памяти (элементов)			
	Личный	По группе		
		средний	минимальный	максимальный
Цифры				
Буквы				
Слова				

Вывод (сделайте вывод о том, сколько единиц информации человек может удерживать в кратковременной памяти).



Работа 4 (67). Изучение явления избирательности внимания

Прочитываем один раз сообщение, напечатанное **«*вот таким*»** шрифтом, начиная со слова **«*Среди*»**. Текст читаем быстро, стараясь понять и запомнить сообщение, напечатанное **«*вот таким*»** шрифтом.

Затерянный *Среди* где-то *самых* среди *захватывающих* Роки Моунтинс *когнитивных* возле *способностей* Сентрал Сити Колорадо *человека выделяется* старый *способность* шахтер *выделять* припрятал *одно сообщение* ящик *из другого* золота. *Мы* хотя *делаем это* несколько, *фокусируя* сотен *наше* людей *внимание на* пытались *некоторых* его *признаках* искать, *таких* они *как* ничего *тип* не нашли *шрифта*. Если *Когда мы* вы *фокусируем* пройдете *наше* 300 шагов *внимание* на *на* запад *определенных* и *признаках*, 600 шагов *сообщение*, на северо-запад *связанное* от кабака *с другими* «Славная дыра» *признаками*, и выкопаете *не опознается*. яму *Однако*, в три фута *некоторая* глубиной вам *информация* хватит денег *из несопровождаемого* сходить на *вниманием* концерт *источника* Тины *может* Тернер *обнаруживаться*.

(Займствовано из: Р. Солсо, 1996)

После прочтения ответьте на следующие вопросы.

1. Можете ли Вы пересказать содержание текста, напечатанного «*вот таким*» шрифтом?
2. Можете ли Вы пересказать содержание текста, напечатанного «вот таким» шрифтом?
3. Можете ли Вы указать основную тему текста, напечатанного «вот таким» шрифтом?
4. Можете ли Вы вспомнить отдельные слова из текста, напечатанного «вот таким» шрифтом?
5. Какие из слов встречались в тексте, напечатанном «вот таким» шрифтом: серебро, золото, алмазы, сталь; ковбой, разбойник, шахтер, шериф; 100, 200, 300, 500; Невада, Колорадо, Канзас, Аризона; ящик, корзина, мешок, сумка?

Результаты (опишите различия в восприятии текста, на которых фиксировалось и не фиксировалось внимание при прочтении).



Выводы. 1. Сделайте вывод о степени и особенностях избирательности произвольного внимания.



2. Сделайте вывод о том, на каком этапе обработки информации «восприятие сигнала – распознавание – анализ» происходит фильтрация (отбор) сигналов при помощи внимания.



Работа 5 (68). Роль мотивации в формировании поведения (демонстрация)

Для выполнения работы используем трех мышей: мышь № 1 (помечена черным) – в течение суток была лишена воды; мышь № 2 (помечена красным) – в течение суток была лишена пищи; мышь № 3 – контрольная, получала полный пищевой рацион.

Помещаем мышей в клетку с кормом и поилкой. Отмечаем различия в поведении мышей.

Результаты (опишите различия в поведении мышей № 1, 2 и 3).



В ы в о д.



Дата занятия:

Подпись преподавателя:

Дополнительная литература

- Аткинсон Р.* Человеческая память и процесс обучения. М., 1980.
- Бехтерева Н. П.* Магия мозга и лабиринты жизни. СПб., 1999.
- Бехтерева Н. П.* Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. Л., 1971.
- Бехтерева Н. П.* О мозге человека: Размышления о главном. СПб., 1994.
- Бехтерева Н. О.* мозге человека: XX век и его последняя декада в науке о мозге человека. СПб., 1997.
- Блейхер Б. М., Крук И. В., Боков С. М.* Практическая патопсихология. Ростов н/Д., 1996.
- Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л.* Мозг, разум, поведение. М., 1988.
- Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А.* Функциональные асимметрии мозга человека. М., 1988.
- Вейн А. М., Хехт А.* Сон человека: физиология и патология. М.; Берлин, 1989.
- Воронин Л. Г.* Курс лекций по физиологии высшей нервной деятельности. М., 1965.
- Гримак Л. П.* Резервы человеческой психики. М., 1987.
- Грин Л. Л.* Ментальная биолокация. Воронеж, 1994.
- Гроф С.* За пределами мозга. М., 1993.
- Данилова Н. Н.* Физиология высшей нервной деятельности. Учеб. для студ. ун-тов. М., 1989.
- Дельгадо Х.* Мозг и сознание. М., 1971.
- Ильин Е. П.* Психология воли. СПб., 2000.
- Кванты жизнедеятельности / Под ред. К. В.Судакова. М., 1993.
- Клацки Р.* Память человека. Структуры и процессы. М., 1978.
- Красота и мозг. Биологические аспекты эстетики. М., 1995.
- Кэндел Э.* Клеточные основы поведения. М., 1980.
- Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. М., 1974.
- Миролюбов А. В.* Использование искусственных функциональных связей мозга для регуляции психофизиологического состояния человека. СПб., 1996.

- Наатанен Р.* Внимание и функции мозга. М., 1997.
- Павлов И. П.* Двадцатилетний опыт работы объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения). М., 1951.
- Павлов И. П.* Физиологический механизм так называемых произвольных движений: Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. М., 1951.
- Пратушевич Ю. М., Орбачевская Г. Н., Сербиненко М. В.* Системный анализ процесса мышления. М., 1989.
- Прибрам К.* Языки мозга. М., 1975.
- Раус С.* Устройство памяти: от молекул к сознанию. М., 1995.
- Романов В. Я., Дормашев Ю. Б.* Психология внимания. М., 1995.
- Святоц А. М.* Неврозы. М., 1982.
- Симонов П. В.* Мотивационный мозг. М., 1987.
- Симонов П. В.* Эмоциональный мозг. М., 1981.
- Соколов Е. В.* Механизмы памяти. М., 1969.
- Солсо Р.* Когнитивная психология. М., 1996.
- Судаков К. В.* Физиология мотиваций. М., 1990.
- Судаков К. В.* Биологические мотивации. М., 1971.
- Урываев Ю. В.* Высшие функции мозга и поведение человека (физиологические основы). М., 1987.
- Фадеев Ю. А.* Нейроны коры больших полушарий мозга в системной организации поведения. М., 1988.
- Файдыш Е. К.* Измененные состояния сознания. М., 1983.
- Хомская Е. Д.* Нейропсихология. М., 1987.
- Хромченко М.* Сомнения и настойчивость. М., 1979.
- Цветкова Л. С.* Мозг и интеллект. М., 1995.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

- 1. Введение в курс физиологии человека и животных.** Физиология как наука о динамике жизненных процессов. История физиологии.
- 2. Физиология возбудимых тканей – I.** Раздражение, раздражимость, возбуждение, возбудимость. Возбудимые мембраны. Потенциал покоя. Потенциал действия.
- 3. Физиология возбудимых тканей – II.** Законы раздражения. Законы проведения возбуждения по нервным волокнам. Механизм распространения возбуждения по нервным волокнам.
- 4. Физиология возбудимых тканей – III.** Синапс. Классификация синапсов. Электрические синапсы. Химические синапсы. Свойства синапсов.
- 5. Физиология мышечного сокращения.** Молекулярные механизмы мышечного сокращения. Виды и режимы сокращения скелетной мышцы. Регуляция силы мышечного сокращения. Физиологические особенности гладкой мышцы.
- 6. Физиология центральной нервной системы – I.** Структурно-функциональная организация ЦНС. Нервный центр. Интегративная деятельность ЦНС. Распространение возбуждения в ЦНС. Торможение в ЦНС и его роль.
- 7. Физиология центральной нервной системы – II.** Принципы координационной деятельности ЦНС. Развитие рефлекторной теории. Функциональная система как основа саморегуляции функций. Вегетативная нервная система. Нервная регуляция вегетативных функций.
- 8. Физиология крови.** Кровь как компонент функциональных систем организма. Функции крови. Кислотно-щелочное равновесие. Группы крови. Механизмы гемостаза.
- 9. Физиология сердца и кровообращения – I.** Эволюция системы кровообращения. Нагнетательная функция сердца. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы. Фазовый анализ сердечного цикла.
- 10. Физиология сердца и кровообращения – II.** Нервная и гуморальная регуляция работы сердца. Происхождение зубцов, сегментов и интервалов электрокардиограммы. Анализ фонокардиограммы.

11. **Физиология сердца и кровообращения – III.** Структурно-функциональная организация сосудистой системы. Кровообращение в разных участках сосудистой системы.
12. **Физиология сердца и кровообращения – IV.** Микроциркуляция. Транскапиллярный обмен. Механизмы регуляции кровообращения.
13. **Физиология дыхания – I.** Эволюция дыхательной системы. Вентиляция легких. Газообмен в легких и тканях.
14. **Физиология дыхания – II.** Транспорт газов кровью. Дыхательный центр. Регуляция дыхания.
15. **Физиология пищеварения – I.** Эволюция пищеварительной системы. Типы пищеварения. Пищеварение в ротовой полости, желудке, двенадцатиперстной кишке, тонком и толстом кишечнике.
16. **Физиология пищеварения – II.** Моторная функция желудочно-кишечного тракта. Всасывание питательных веществ. Регуляция пищеварения. Механизмы голода и насыщения.
17. **Обмен веществ и энергии.** Обмен веществ как основа жизни. Водно-солевой обмен. Энергетический обмен в различных условиях жизнедеятельности. Принципы составления пищевых рационов.
18. **Терморегуляция.** Типы терморегуляции. Механизмы терморегуляции. Особенности системы терморегуляции.
19. **Физиология выделения – I.** Эволюция выделительных систем. Выделительная функция почек. Клубочковая ультрафильтрация.
20. **Физиология выделения – II.** Канальцевая реабсорбция. Выведение мочи. Регуляция работы почек.
21. **Физиология эндокринной системы – I.** Гуморальная регуляция вегетативных функций. Механизм действия гормонов. Гипоталамо-гипофизарный комплекс.
22. **Физиология эндокринной системы – II.** Периферические эндокринные железы и их функции.
23. **Физиология центральной нервной системы – I.** Структурно-функциональная характеристика спинного мозга, ствола мозга, таламуса.
24. **Физиология центральной нервной системы – II.** Структурно-функциональная характеристика мозжечка, лимбической системы, коры больших полушарий.
25. **Физиология сенсорных систем – I.** Структурно-функциональная характеристика сенсорных систем. Обработка информации в звеньях анализаторов.

26. **Физиология сенсорных систем – II.** Строение глаза. Фоторецепторы сетчатки. Нейронная сеть сетчатки. Нейрофизиология зрения.
27. **Физиология сенсорных систем – III.** Нейрофизиология слуха и чувства равновесия. Механизмы боли.
28. **Регуляция движений.** Уровни регуляции движений. Спинальные механизмы регуляции движений. Стволовые механизмы регуляции позы тела. Роль мозжечка и базальных ганглиев в регуляции произвольных движений.
29. **Физиология высшей нервной деятельности – I.** Поведение. Врожденные и приобретенные механизмы. Инстинкты. Формы обучения.
30. **Физиология высшей нервной деятельности – II.** Условный рефлекс. Торможение условных рефлексов. Механизмы памяти. Мотивации и эмоции.
31. **Физиология высшей нервной деятельности – III.** Биологические ритмы. Современные представления о природе сна.
32. **Физиология высшей нервной деятельности – IV.** Особенности ВНД человека. Нейрофизиология речи.
33. **Заключительная лекция.** Современные направления физиологии человека и животных.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РАЗДЕЛ I. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ.....	4
З а н я т и е 1. Состав и физико-химические свойства крови. СОЭ. Группы крови	4
З а н я т и е 2. Форменные элементы крови. Гемоглобин. Буферные системы крови	8
РАЗДЕЛ II. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ ...	19
З а н я т и е 1. Физиологические свойства нервов и мышц	19
З а н я т и е 2. Проведение возбуждения по нерву. Свойства синапсов.....	26
З а н я т и е 3. Сокращение скелетной мышцы	31
РАЗДЕЛ III. ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА И КРОВООБРА- ЩЕНИЯ	42
З а н я т и е 1. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы	42
З а н я т и е 2. Регуляция сердечной деятельности	47
З а н я т и е 3. Методы изучения работы сердца	53
З а н я т и е 4. Физиология сосудистой системы.....	55
РАЗДЕЛ IV. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ	60
З а н я т и е 1. Внешнее дыхание. Объем газов в организме. Ре- гуляция дыхания.....	60
РАЗДЕЛ V. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ	67
З а н я т и е 1. Пищеварение в полости рта, желудке, кишечнике. Регуляция пищеварения.....	67

РАЗДЕЛ VI. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ	73
З а н я т и е 1. Пластический и энергетический обмен. Основы рационального питания. Механизмы и процессы теплообмена.....	73
РАЗДЕЛ VII. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	83
З а н я т и е 1. Рефлекторная деятельность ЦНС. Особенности распространения возбуждения в ЦНС	83
З а н я т и е 2. Тонус нервных центров. Торможение в нервной системе. Физиология структур мозга	90
РАЗДЕЛ VIII. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ.....	96
З а н я т и е 1. Общие свойства анализаторов. Физиология зрительного, слухового, вкусового и тактильного анализаторов	96
РАЗДЕЛ IX. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	106
З а н я т и е 1. Условные рефлексы. Архитектура поведенческого акта	106
ПРИЛОЖЕНИЕ. Тематический план лекций по физиологии человека и животных	116

Учебное издание

Гурин Валерий Николаевич
Семененя Игорь Николаевич
Гурин Александр Валерьевич и др.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

ПРАКТИКУМ

Учебное пособие

Редактор *Л. В. Рутковская*
Художник обложки *А. А. Федорченко*
Технический редактор *Г. М. Романчук*
Корректор *Н. Н. Семашко*
Компьютерная верстка *С. Н. Егоровой*

Подписано в печать 06.12.2002. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Kudriashov. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 500 экз. Зак. .

Белорусский государственный университет.
Лицензия ЛВ № 315 от 14.07.98.
220050, Минск, проспект Франциска Скорины, 4.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика.
Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Лицензия ЛП № 461 от 14.08.2001.
220030, Минск, ул. Красноармейская, 6.