

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»**

**Кафедра физиологии человека и животных**

**Ф И З И О Л О Г И Я Ч Е Л О В Е К А И Ж И В О Т Н Ы Х**

**Практическое руководство по выполнению лабораторных работ  
для студентов биологического факультета**

**Гомель 2004**

центрифугу, закрывают крышку и начинают центрифугирование со скоростью 3000 об/мин в течение 3-5 мин, после чего капилляр извлекают из пробирки.

Обратите внимание на распределение плазмы и форменных элементов в капилляре и объясните.

Для вычисления гематокритного числа необходимо измерить линейкой общую заполняемость капилляра кровью, а также измерить столбик плазмы и форменных элементов. В конечном итоге высчитать процентное соотношение плазмы крови и форменных элементов.

**Результаты работы и их оформление.** Результаты необходимо выразить процентным соотношением плазмы и форменных элементов. В выводе следует сравнить полученные данные с нормальным соотношением объемов плазмы и форменных элементов.

#### Лабораторная работа № 7

#### Определение относительной плотности крови

##### **Задание.**

Освоить методику определения плотности крови

**Материалы и оборудование:** пипетки, пробирки, растворы хлороформа в бензоле с плотностью 1,060; 1,050; 1,040; 1,030, вата, эфир, йод, стерильная инъекционная игла, свежая кровь.

##### **Методика определения плотности крови**

В четыре пробирки вносим по 5-6 мл раствора хлороформа в бензоле с относительной плотностью 1,060; 1,050; 1,040; 1,030. Затем пипеткой вносим в каждую пробирку по капле свежей крови в средний слой раствора. Ведем наблюдение за перемещением капли крови в растворе (вверх, вниз, без движения). Плотность крови будет соответствовать относительной плотности того раствора, в котором капля крови оставалась без движения.

Результаты опыта сравнить с нормой.

#### Лабораторная работа № 8

#### Подсчет форменных элементов крови

Для подсчета форменных элементов кровь разбавляют в специальных смесителях, чтобы создать нужную концентрацию клеток, удобную для подсчета. Разбавленной кровью заполняют специальную счетную камеру и подсчитывают под микроскопом число форменных элементов. Зная объем камеры и разбавление крови, вычисляют число кровяных телец в 1 мм цельной крови

Для подсчета форменных элементов используют камеру Горяева. Счетная камера Горяева представляет собой толстое предметное стекло, в средней части которого находятся четыре желоба. Между ними имеются три узкие площадки. Средняя площадка ниже боковых на 0,1 мм и разделена пополам поперечным желобком (рисунок 1).

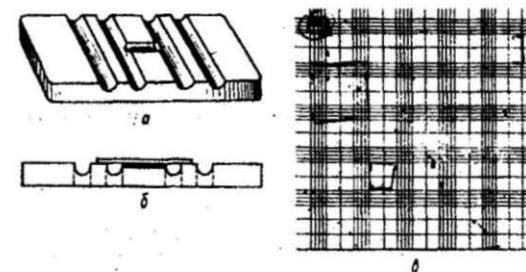


Рисунок 1 - Счетная камера Горяева:  
а — вид сверху, б — вид сбоку, в — сетка Горяева

По обе стороны от этого желобка расположены сетки, нанесенные на стекло. Сетка Горяева состоит из 225 больших квадратов, в их число входят квадраты, разделенные дополнительно на 16 маленьких квадратиков. Таких больших квадратов, содержащих по 16 маленьких, в камере - 25. Единицей отсчета является маленький квадрат. Его сторона равна 1/20 мм, площадь -  $1/20 \times 1/20 = 1/400 \text{ мм}^2$ . Объем крови, помещающийся над маленьким квадратом, равен  $1/400 \text{ мм}^2 \times 1/10 \text{ мм} = 1/4000 \text{ мм}^3$  (1/10 мм - высота слоя крови).

Когда в меланжер для эритроцитов набирают кровь до метки 0,5 и раствор, которым разбавляют кровь, ш метки 1017 то кровь разбавляется в 200 раз. Если в меланжер для подсчета лейкоцитов набрать кровь до метки 1,5, а раствор - до 11, то кровь разбавляется в 20 раз (рисунок 2).

Для подсчета эритроцитов в качестве разбавляющего раствора применяют 3%-ный раствор NaCl. Эритроциты в нем сморщиваются и становятся заметнее для подсчета.

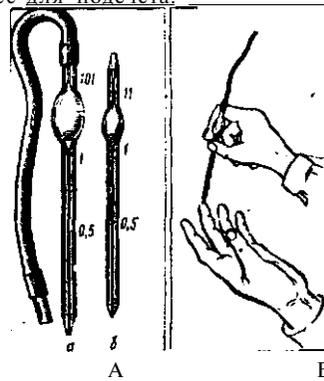


Рисунок 2 - Меланжеры для подсчета форменных элементов крови (А) и взятие крови в меланжер (Б); а - меланжер для подсчета эритроцитов, б - то же, для лейкоцитов

Для подсчета лейкоцитов необходимо разбавлять кровь 5%-ным раствором СНзСООН. В этих условиях эритроциты разрушаются, и в поле зрения остаются только лейкоциты (точнее, их ядра). Уксусную кислоту подкрашивают метиленовым синим, при этом ядра лейкоцитов становятся видны отчетливее.

### Подсчет эритроцитов

В норме в 1 мм<sup>3</sup> крови содержится 4,5-5 млн. эритроцитов.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, камера Горяева, смеситель для подсчета эритроцитов, стерильный скарификатор, чашка для разбавления раствора, фильтровальная бумага, 3%-ный раствор NaCl, вата, спирт, иод, эфир. Объект исследования - кровь.

#### Методика подсчета эритроцитов

Камеру помещают под микроскоп и рассматривают сетку вначале при малом, а затем при большом увеличении. Накрывают камеру покровным стеклом, притирая его края к стеклу камеры до появления радужных колец (в перчатках). Оставив камеру под микроскопом, прокалывают вену уха кролика.

Первую выступившую из вены каплю крови стирают ватным тампоном. Во вторую каплю погружают кончик смесителя для

эритроцитов, держат его вертикально и набирают кровь до метки 0,5, следя, чтобы в капилляр не попали пузырьки воздуха (рис. 2, Б). Обтирают конец капилляра фильтровальной бумагой и быстро, пока кровь не свернулась, переносят его в чашку с раствором, продолжая держать смеситель вертикально. Насасывают раствор до метки 101, т. е. разводят кровь в 200 раз, после чего смеситель переводят в горизонтальное положение и кладут на стол.

Для подсчета эритроцитов берут заполненный смеситель, зажимая нижний конец пальцем, снимают резиновую трубку и, зажав оба конца смесителя третьим и первым пальцами, в течение минуты перемешивают кровь. Выдувают из смесителя на вату 3 капли, а 4-ю наносят на среднюю площадку камеры у края покровного стекла. Объясните почему. Капиллярными силами капля сама втягивает под покровное стекло и заполняет камеру. Излишек раствора крови стекает в желобок. Если на сетку попал воздух или на боковых площадках оказался излишек раствора, камеру следует промыть дистиллированной водой, насухо вытереть марлей и заполнить снова. Заполненную камеру ставят под микроскоп и, если форменные элементы расположены равномерно (что является показателем хорошего перемешивания крови), приступают к подсчету. Считать эритроциты лучше при малом объективе (x8), но использовать при этом окуляр x 15.

Для того чтобы получить наиболее точные данные, необходимо подсчитать число эритроцитов в 5 больших квадратах, расположенных в различных местах сетки, например, по диагонали. Рекомендуется на листе бумаги нарисовать 5 больших квадратов, разделив каждый из них на 16 маленьких, в каждый маленький квадрат вписывают найденное число эритроцитов. Во избежание двукратного подсчета клеток, лежащих на границе между малыми квадратами, пользуются следующим правилом: «Относящимися к данному квадрату считаются эритроциты, лежащие как внутри квадрата, так и на его левой и верхней границе; эритроциты, лежащие на правой и нижней границе, в данном квадрате не считаются». Подсчитав, таким образом, сумму эритроцитов в 5 больших квадратах (что составляет 80 маленьких), находят среднее арифметическое число эритроцитов в одном маленьком квадрате. Зная, что объем пространства камеры над одним маленьким квадратом равен 1/4000 мм<sup>3</sup> разведенной крови, умножают найденное число на 4000.

Получают число эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> разведенной крови. Умножив на величину разведения (200), получают количество эритроцитов в

1 мм<sup>3</sup> цельной крови. Таким образом, формула для вычисления количества эритроцитов следующая:

$$x = (\Sigma \times 4000 \times 200) / 80,$$

x-искомое число эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови,

Э-сумма эритроцитов в 80 маленьких квадратах.

**Результаты работы и их оформление.** Запишите, сколько эритроцитов содержится в 1 мм<sup>3</sup> исследованной крови.

Сравните полученные данные с нормой [4].

#### Подсчет лейкоцитов

Лейкоциты - белые кровяные тельца. Основная их функция - защитная (фагоцитоз, а также выработка антител). В норме в 1 мм<sup>3</sup> крови содержится 6000-8000 лейкоцитов.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, счетная камера Горяева, смеситель для подсчета лейкоцитов, стерильный скарификатор, чашка для разбавляющего раствора, фильтровальная бумага, 5%-ный раствор СНдСООН, подкрашенный метиленовым синим, вата, спирт, йод, эфир. Объект исследования - кровь.

#### Методика подсчета лейкоцитов

Последовательность процедур та же, что и при подсчете эритроцитов. После прокола краевой вены уха кролика кровь набирают в меланжер для подсчета лейкоцитов до метки 0,5 и уксусную кислоту до метки 11. Перемешивают встряхиванием, затем заполняют счетную камеру, соблюдая те же предосторожности, что и при подсчете эритроцитов. Лейкоциты считают в 25 больших квадратах, что составляет 400 малых. Формула для вычисления количества лейкоцитов:

$$x = (Л \times 4000 \times 20) / 400,$$

где

x — искомое число лейкоцитов в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови,

Л—сумма лейкоцитов в 400 маленьких квадратах.

**Результаты работы и их оформление.** Запишите, сколько лейкоцитов содержится в 1 мм<sup>3</sup> исследованной крови. Сравните полученные результаты с нормой [4].

#### Лабораторная работа № 9

#### Определение содержания гемоглобина в крови по методу Сали

Гемоглобин - сложный белок, хромопротеид - содержится в эритроцитах. Функция гемоглобина - перенос кислорода от легких к тканям и отчасти перенос СО<sub>2</sub> в обратном направлении. Определение содержания гемоглобина обязательно проводится в ходе анализа крови. В крови содержится в среднем 14 г% гемоглобина (у женщин - 12,1-13,8 г%, у мужчин- 13,3-15,6 г%).

Определение гемоглобина производят визуальным способом, основанном на следующем принципе: если исследуемый раствор путем разбавления довести до окраски, одинаковой со стандартным раствором, то концентрация растворенных веществ обоих растворов будет одинакова, а количества веществ будут соотноситься как их объемы. Зная количество веществ в стандартном растворе (16,7 г%, что принято за 100% гемоглобина), легко вычислить его содержание в исследуемом растворе в относительных процентах.

#### Задание

Освоить методику и определить количество гемоглобина в исследуемой крови.

**Материалы и оборудование:** гемометр Сали, стерильный скарификатор, 0,1 н раствор НС1, фильтровальная бумага, вата, спирт, эфир, йод, дистиллированная вода. Объект исследования - кровь.

Гемометр Сали (рисунок 3) представляет собой штатив, задняя стенка которого сделана из матового стекла. В штатив вставлены три пробирки одинакового диаметра. Две крайние *а* сверху запаяны и содержат раствор солянокислого гематина, средняя *б* градуирована и открыта. Она предназначена для исследуемой крови. К прибору приложены капилляр (с меткой 20 мм<sup>3</sup>), стеклянная палочка и пипетка.

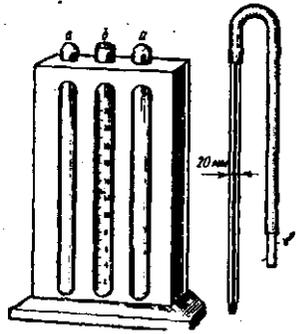


Рисунок 3 - Гемометр Сали и капилляр (пояснение в тексте)

**Методика определения гемоглобина по методу Сали**

В среднюю пробирку гемометра наливают 0,1 н раствор HCl до нижней кольцевой метки. Затем набирают кровь в капилляр до метки, удаляя излишек путем прикладывания фильтровальной бумаги к кончику капилляра. Выдувают кровь на дно средней пробирки так, чтобы верхний слой соляной кислоты оставался неокрашенным. Не вынимая пипетки, ополаскивают ее соляной кислотой из верхнего слоя. После этого содержимое пробирки перемешивают, ударя пальцем по ее дну, и оставляют стоять 5-10 мин. Это время необходимо для полного превращения гемоглобина в солянокислый гематин. Затем к раствору прибавляют по каплям дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет одинаков с цветом стандартного (добавляя воду, раствор перемешивают стеклянной палочкой).

Цифра, стоящая на уровне нижнего мениска полученного раствора, показывает содержание гемоглобина в исследуемой крови в грамм-процентах. Можно вычислить относительное содержание гемоглобина в исследуемой крови

**Результаты работы и их оформление.** Запишите, каково содержание гемоглобина в данной крови. Вычислите относительное процентное содержание гемоглобина в исследуемой крови следующим образом. Допустим, в крови 14 г% гемоглобина, тогда:

$$16,7 \text{ г\%} - 100\%$$

$$14,0 \text{ г\%} - x = (100 \cdot 14,0) / 16,7 \quad (\text{относительное содержание гемоглобина}).$$

Сравните полученную цифру с нормой [4].

**Вычисление цветного показателя крови**

При некоторых заболеваниях крови человека нарушается соотношение между содержанием гемоглобина и количеством эритроцитов. Насыщенность эритроцитов гемоглобином изменяется. Для того чтобы судить, нормально ли насыщен гемоглобином каждый эритроцит, используют условную величину - так называемый цветной показатель крови (ЦП).

Для его вычисления количество гемоглобина в крови, выраженное в относительных процентах (по отношению к стандарту, принимаемому за 100%), делят на три первые цифры числа эритроцитов и полученное значение умножают на 5.

Такой способ вычисления рассчитан на то, что в идеальных условиях (при содержании гемоглобина = 100% и эритроцитов - 5 млн. в  $1 \text{ мм}^3$  крови) цветной показатель соответственно равен  $(100 : 500) \times 5 = 1$ .

Если цветной показатель меньше единицы, то такое явление называется *гипохромазией*, больше единицы - *гиперхромазией*.

Для расчета величины цветного показателя крови **ЦП** необходимо использовать цифры, полученные в предшествующих работах: процентное содержание гемоглобина в крови и количество эритроцитов Э в  $1 \text{ мм}^3$  крови, из которого используют первые три цифры.

Данные, проставляют в формулу  $\text{ЦП} = (\text{Г} \times 5) : \text{Э}$ .

Дайте оценку полученного цветного показателя по сравнению с нормой.

**Лабораторная работа № 11****Изучение различных видов гемолиза**

Гемолизом называется разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму крови. Гемолизированная кровь прозрачна и называется «лаковой». Под микроскопом в ней не видно эритроцитов, так как они разрушены. Не выполняя своей основной дыхательной функции, гемолизированная кровь оказывает вредное воздействие на организм.

**Задание**

Изучить различные виды гемолиза.

**Материалы и оборудование:** штатив с пятью пробирками, пипетки, физиологический раствор, дистиллированная вода, 0,1%-ный раствор  $\text{NaCl}$ , 5%-ный раствор аммиака, 5 мл нитратной крови любого животного (в пробирке).

**Методика получения различных видов гемолиза**

В штатив ставят 4 пробирки, в каждую из которых наливают по 3 мл соответственно физиологического раствора, дистиллированной воды, 0,1%-ного раствора  $\text{NaCl}$  и 5%-ного раствора аммиака; в 5-й пробирке - нитратная кровь. Во все 4 пробирки вносят пипеткой по 2 капли крови из 5-й пробирки. Оставшуюся в 5-й пробирке кровь помещают на 1 ч в морозильную камеру холодильника. Затем пробирку вынимают и оттаивают в стакане с горячей водой. Рассматривая содержимое всех 5 пробирок, сравнивают результаты.

**Результаты работы и их оформление.** Определите наличие или отсутствие гемолиза в 1, 2, 3, 4 и 5-й пробирках. Опишите механизм гемолиза в каждой пробирке.

Лабораторная работа № 12

И з у ч е н и е   о с м о т и ч е с к о й   р е з и с т е н т н о с т и  
э р и т р о ц и т о в

Под осмотической резистентностью подразумевают способность эритроцита противостоять понижающемуся осмотическому давлению. При различных заболеваниях крови резистентность эритроцитов может меняться, поэтому определение ее границ имеет диагностическое значение в клинике.

**Задание**

Изучить осмотическую резистентность эритроцитов.

**Материалы и оборудование:** штатив с 18 - ю пробирками, растворы  $\text{NaCl}$  убывающей концентрации (0,9%-ный, 0,85, 0,8 и т. д. до 0,1%-ного), пробирка с цитратной кровью любого животного, взятой не более чем за 3 ч до опыта, 2 пипетки

**Методика изучения осмотической резистентности эритроцитов**

Пробирки последовательно нумеруют и ставят в штатив. Пипеткой наливают в каждую пробирку по 3 мл раствора  $\text{NaCl}$  в таком порядке: в 1-ю пробирку - 0,9%-ный раствор, во 2-ю - 0,85%-ный раствор, в 3-ю - 0,8%-ный и т.д. до 0,1 %-ного раствора.

Затем с помощью пипетки в каждую из пробирок добавляют по 2 капли цитратной крови. Через 5 мин смотрят результаты - наличие или отсутствие гемолиза.

**Результаты работы и их оформление.** Запишите, в какой из пробирок и при какой концентрации раствора  $\text{NaCl}$  отмечаются первые признаки гемолиза. Отметьте, при какой концентрации кровь полностью гемолизирована (стала «лаковой»). Определите верхнюю и нижнюю границы резистентности эритроцитов и сравните данные с нормой.

Лабораторная работа № 13

С к о р о с т ь   о с е д а н и я   э р и т р о ц и т о в  
( С О Э )

Стабилизированная цитратом  $\text{Na}$  кровь при отстаивании разделяется на верхний, светлый слой плазмы и нижний красный слой форменных элементов, среди которых значительно преобладают эритроциты. Оседание эритроцитов связано с изменением их электростатических свойств, и скорость оседания в основном зависит от свойств плазмы. При изменениях состава или электрического заряда белков плазмы СОЭ может возрастать. В норме СОЭ у мужчин - 3-7 мм/ч, у женщин - 7-12 мм/ч.

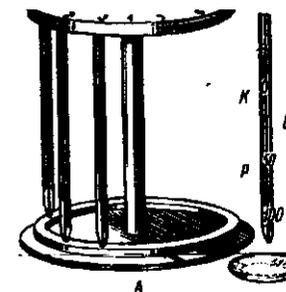
**Задание**

Определить скорость оседания эритроцитов в исследуемой крови.

**Материалы и оборудование:** прибор Панченкова, стерильный скарификатор, часовое стекло, 5%-ный раствор цитрата  $\text{Na}$ , вата, спирт, йод. Объект исследования - кровь.

**Методика определения СОЭ**

Капилляром из прибора Панченкова (рисунок 4) набирают 5%-ный раствор цитрата  $\text{Na}$  до метки 50 (Р) и выпускают раствор на часовое



стекло.

Рисунок 4 - Прибор Панченкова с часовым стеклом

Погружают в каплю свежей крови кончик капилляра и, наклоня капилляр, набирают в него (без пузырьков) кровь до метки О (К). Затем содержимое выпускают в раствор цитрата Na на часовое стекло. Тотчас второй раз набирают кровь до метки О (К) и эту порцию тоже выпускают на часовое стекло. Быстро перемешивают кровь на часовом стекле. Наклоня капилляр, набирают в него смесь до метки О (К) и закрывают пальцем верхний конец капилляра, чтобы раствор крови не вытек. Упирают нижний конец капилляра в нижнее резиновое кольцо прибора Панченкова и затем вставляют верхний конец в резиновое кольцо сверху. Отмечают время и ровно через 1 ч смотрят, какова высота столбика прозрачной плазмы, т. е., на сколько миллиметров за 1 ч осели эритроциты.

**Результаты работы и их оформление.** Напишите, чему равна СОЭ в мм за 1ч. Сравните полученные результаты с нормой [4].

#### Лабораторная работа №14

##### Определение группы крови

В эритроцитах крови человека содержатся специфические антигены, называемые агглютиногенами. Различают агглютиногены А и В. В плазме находятся антитела называемые агглютинином а и в. В крови одного человека никогда не сочетаются А и а или В и в, так называемые «одноименные» тела. Сочетание одноименных тел может наблюдаться лишь при переливании крови. Поэтому могут возникнуть опасные осложнения вследствие реакции агглютинации крови (склеивание эритроцитов одноименными агглютинами плазмы). Для предотвращения несовместимых сочетаний при переливании необходимо предварительно определить группу крови

##### **Задание**

Освоить методику и определить группу исследуемой донорской крови.

**Материалы и оборудование:** три стеклянные палочки, три пипетки, стандартные сыворотки групп I, II, III; кафельная белая плитка, вата, спирт, эфир, йод. Объект исследования - донорская кровь.

##### **Методика определения группы крови**

Группы крови определяют по свойствам эритроцитов, устанавливаемым с помощью стандартных сывороткой, содержащих известные агглютинины.

На кафельную плитку наносят, не смешивая, по одной капле стандартных сывороток I, II, III групп, содержащих соответственно агглютинины: I - а, Р, II - р и III - а. Небольшое количество донорской крови стеклянной палочкой переносят в каплю сыворотки I группы, второй стеклянной палочкой такое же количество крови переносят в сыворотку II группы. При помощи третьей стеклянной палочки третью каплю исследуемой крови переносят в сыворотку III группы. Каждый раз кровь тщательно размешивают в капле сыворотки, пока смесь не станет равномерно розового цвета. 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 или отсутствия агглютинации.

1. Если агглютинации нет во всех трех каплях, это свидетельствует об отсутствии агглютиногенов в эритроцитах исследуемой крови и, следовательно, она принадлежит I (0) группе.

2. Если агглютинация произошла с сыворотками I и III групп, содержащими соответственно агглютинины а, Р и а, то эритроциты исследуемой крови содержат агглютиногены А, и эта кровь принадлежит ко II (А) группе.

3. Если агглютинация произошла с сыворотками I и II групп, содержащими агглютинины а, Р и р, то эритроциты исследуемой крови содержат агглютиноген В, и она принадлежит к III (В) группе.

4. Если агглютинация произошла с сыворотками I, II, III, групп, содержащими соответственно агглютинины а, Р, р и а, то эритроциты исследуемой крови содержат как агглютиноген А, так и агглютиноген В. Следовательно, исследуемая кровь принадлежит к IV (АВ) группе.

**Результаты работы и их оформление.** Запишите, к какой группе крови принадлежит кровь. Определите: 1) реципиентам с какими группами крови можно переливать эту кровь, 2) кровь какой группы можно переливать к ней [4].

#### Лабораторная работа № 15

##### Определение резус-фактора (Rh-фактора)

В эритроцитах, кроме агглютиногенов А и В, может содержаться агглютиноген резус-фактор. Кровь, в которой имеется Rh-фактор, называется резус-положительной. В крови людей не бывает готовых антител по отношению к Rh-фактору. Они

вырабатываются лишь при введении Rh-отрицательным реципиентам Rh -положительной крови. Rh -антитела сохраняются в организме, и поэтому при повторном введении Rh -положительной крови возникает реакция агглютинации, сопровождаемая -развитием патологического состояния. К Rh -положительным относится 85% людей. Определение Rh -фактора так же необходимо, как и определение группы крови людей.

Наиболее удобным способом определения Rh -фактора является методика с использованием специфической антирезусной сыворотки.

#### **Задание**

Освоить методику и определить Rh -фактор донорской крови.

**Материалы и оборудование:** белая кафельная плитка, стеклянная палочка и пипетка, антирезусная сыворотка, пипетки, вата, спирт, йод. Объект исследования - донорская кровь.

#### **Методика определения Rh -фактора донорской крови**

На кафельную плитку пипеткой наносят каплю антирезусной сыворотки. Стеклянной палочкой вносят в нее каплю донорской крови. Через 5 мин наблюдают результат.

**Результаты работы и их оформление.** Отметьте, в какой капле происходит агглютинация. На основании результата эксперимента сделайте вывод о том, является данная кровь Rh -положительной или Rh -отрицательной [4].

#### Лабораторная работа № 16

### Определение скорости свертывания крови (по Альтгаузену)

Нормальные показатели свертывания крови у человека составляют 5-6 мин в условиях комнатной температуры (18-20°C). Существует ряд методов определения свертывания крови. Наиболее широко распространенным является Альтгаузеуна.

#### **Задание**

Освоить данную методику определения времени свертывания крови.

**Материалы и оборудование:** секундомер, спирт, йод, вата, эфир, стерильная инъекционная игла, предметное стекло, кролик.

#### **Методика определения времени свертывания крови**

Перед началом работы традиционным способом у кролика забирают до 2 мл крови. Затем согревают предметное стекло в ладони при температуре тела человека. Наносим на него 2-3 капли свежей

крови (включаем секундомер), через каждые полминуты проводят через кровь острым концом инъекционной иглы, пока за иглой не потянется первая нить фибрина (при этом фиксируют время на секундомере). Предметное стекло при этом все время держать на ладони

Полученный результат сравнивают с нормой.

## РАЗДЕЛ 2 ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

**Строение сердца.** Сердце (cor) представляет собой полый мышечный орган конусообразной формы, располагающийся в переднем средостении. Большая часть сердца находится в левой половине грудной полости. Величину сердца сравнивают с размером кулака данного человека; вес его около 300 г. На сердце различают широкую часть - основание, суженную часть - верхушку и три поверхности: переднюю, заднюю и нижнюю. Основание сердца направлено кверху и кзади, верхушка - книзу и кпереди, передняя поверхность обращена к груди и реберным хрящам, задняя - к пищеводу, нижняя - к сокращающемуся центру диафрагмы,

Стенка сердца состоит из трех слоев: внутреннего - эндокарда, среднего - миокарда и наружного - эпикарда. Все сердце заключено в околосердечную сумку - перикард. Перикард и эпикард являются двумя листками серозной оболочки сердца, между которыми находится щелевидное пространство - полость перикарда, содержащая небольшое количество серозной жидкости. Миокард - самый мощный слой стенки сердца - состоит из поперечнополосатой мышечной ткани. Мышечные волокна в стенке сердца соединены между собой перемычками (анастомозами). В отличие от скелетных мышц сердечная мышца, хотя и является поперечнополосатой, но сокращается произвольно.

Эндокард представляет собой тонкую соединительнотканную оболочку, выстланную эндотелием. Он покрывает сердечную мышцу изнутри и, кроме того, образует клапаны сердца.

Сердце человека четырехкамерное. Продольной перегородкой оно разделено на две не сообщающиеся между собой половины: правую и левую. В правой половине протекает венозная кровь, а в левой артериальная. У плода в верхнем отделе перегородки сердца между предсердиями имеется так называемое овальное отверстие, которое после рождения зарастает. Стенка каждого предсердия спереди

образует выпячивание, называемое ушком. На внутренней поверхности желудочков имеются выступы мышечной оболочки сердца - сосочковые мышцы. Стенка левого желудочка значительно толще правого.

Сосуды, входящие в сердце и выходящие из сердца. В правое предсердие впадают две самые крупные вены: верхняя и нижняя полые вены. В левое предсердие открываются четыре легочные вены которые несут артериальную кровь от легких к сердцу.

Из правого желудочка выходит легочный ствол, по кою рому венозная кровь направляется в легкие.

Из левого желудочка выходит самый крупный артериальный сосуд аорта.

Около отверстий, которыми начинается аорта и легочный ствол, имеются складки эндокарда - клапаны сердца. Различают предсердно-желудочковые (створчатые) и полулунные (похожие на карманы) клапаны. У предсердно-желудочковых отверстий располагаются одноименные клапаны: правый состоит из трех створок (трехстворчатый), левый из двух створок (двухстворчатый, или митральный). К створкам этих клапанов прикрепляются сухожильные нити, отходящие от сосочковых мышц. Около отверстия легочного ствола и отверстия аорты имеется по три полулунных клапана. Значение клапанов состоит в том, что они не допускают обратного тока крови: створчатые клапаны - из желудочков в предсердия, а полулунные - из аорты и легочного ствола в соответствующие желудочки. При некоторых болезнях сердца строение клапанов изменяется, что вызывает нарушение работы сердца (пороки сердца).

**Сосуды сердца.** Сердечная мышца совершает все время огромную работу. Поэтому особенно важное значение имеет непрерывный приток кислорода и питательных веществ к сердцу. Питательные вещества и кислород сердечная мышца получает из крови, когда она протекает не по камерам сердца, а по специальным сосудам.

Кровоснабжение сердца происходит через две венечные (коронарные) артерии: правую и левую. Они отходят от начального отдела аорты и находятся в венечной борозде сердца. Венечные артерии, как и артерии других органов, делятся на более мелкие ветви, а затем на капилляры. Через стенки капилляров из крови в ткани стенки сердца переходят питательные вещества и кислород, а обратно - продукты обмена. В результате этого артериальная кровь превращается в венозную. Из капилляров венозная кровь переходит в вены сердца. Все вены сердца сливаются в общий венозный сосуд - венечную пазуху сердца, которая впадает в правое предсердие.

Нарушения в кровоснабжении сердца вызывают изменение его деятельности. В частности, иногда происходит полное замыкание просвета внутримышечных ветвей венечных артерий, что нарушает приток крови к соответствующему участку сердечной мышцы и вызывает инфаркт миокарда.

**Границы сердца.** В медицинской практике приходится определять границы сердца - их проекцию на переднюю грудную стенку. Верхушка сердца находится в пятом межреберье на 1-2 см кнутри от левой среднеключичной линии. Верхняя граница сердца определяется по верхнему краю хрящей III пары ребер. Правая граница проходит на 1-2 см правее грудины на протяжении от III до V ребра (включительно). Левая граница идет косо от верхушки сердца к хрящу III левого ребра.

При некоторых заболеваниях, например при пороке сердца, размеры сердца увеличиваются, и тогда границы его бывают смещены.

**Кровяное давление.** Кровь, циркулирующая в сосудах, оказывает на стенки определенное давление. Наблюдения показали, что кровяное давление в нормальных условиях постоянно, а если и изменяется то незначительно. Величина кровяного давления обусловлена двумя основными причинами: той силой, с которой кровь выбрасывается из сердца во время его сокращения, и сопротивлением стенок кровеносных сосудов, которое приходится преодолевать крови во время своего движения.

Постепенное уменьшение давления крови в сосудах по направлению от начала круга кровообращения к его концу объясняется тем, что энергия, приданная крови сокращением сердечной мышцы, тратится на преодоление трения крови о стенки сосудов. Наибольшее сопротивление току крови оказывают мелкие артерии и капилляры.

В свою очередь кровяное давление в каждом сосуде подвержено постоянным колебаниям, связанным с разными фазами работы сердца. Во время систолы желудочков оно более высокое, чем во время диастолы. Поэтому различают максимальное, или систолическое, кровяное давление и минимальное, или диастолическое. Принято также определять пульсовое давление, представляющее разность между максимальным и минимальным давлением.

В медицинской практике обычно производят измерение кровяного давления в плечевой артерии. У взрослого человека максимальное давление в этой артерии равняется 110-125 мм ртутного столба,

минимальное - 65-80 мм. У детей кровяное давление ниже: у новорожденного давление соответствует ровно 70/34 мм, у ребенка 9-12 лет - 105/70 мм и т. д. У людей пожилого возраста кровяное давление несколько повышается.

Во время физической работы наблюдается повышение кровяного давления, во время сна - понижение.

При заболеваниях, связанных с нарушением кровообращения, величина кровяного давления изменяется. В одних случаях давление оказывается повышенным - гипертония, в других - пониженным - гипотония. Непосредственными причинами понижения кровяного давления могут быть уменьшение числа и силы сокращений сердца, расширение артерий, особенно мелких, большие кровопотери

Значительное понижение кровяного давления ведет к серьезным нарушениям в организме, а иногда может быть опасным для жизни. Длительное повышение давления наблюдается при гипертонической болезни.

**Пульс.** Пульсом называют волнообразные колебания стенок артерий. Эти колебания происходят в результате ритмичных сокращений сердца. Во время систолы желудочков кровь выбрасывается в аорту и растягивает ее стенки. Во время диастолы желудочков стенки аорты вследствие эластичности возвращаются в прежнее положение. Колебательные движения стенок аорты передаются на стенки ее ветвей - артерий. Эти колебания стенок сосудов (пульсовая волна) передаются со скоростью 9 м в секунду, они не связаны со скоростью кровотока.

Пульс можно прощупать в артериях, расположенных поверхностно, прижимая их к подлежащим костям. В медицинской практике обычно пульс определяют на лучевой артерии в нижнем отделе предплечья. При этом исследуют частоту, ритм, напряжение и другие свойства пульса. ЧСС у взрослого человека в состоянии покоя колеблется от 75 до 80 ударов в минуту.

## **ТЕМА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА**

Для оценки функционирования сердечно - сосудистой системы человека необходимы такие показатели: пульс, тоны сердца, систолический и минутный объемы крови, результаты электрокардиограммы, кровяного давления.

### **Лабораторная работа № 1**

#### **Определение длительности сердечного цикла человека по пульсу**

Известно, что длительность сердечного цикла у человека зависит от частоты сердечных сокращений. У здорового человека сердце сокращается ритмично, хотя существуют при этом, так называемая дыхательная аритмия, которая связана с фазами дыхания. Дыхательную аритмию можно выявить за счет определения пульса каждые 5 сек с последующим расчетом продолжительности сердечного цикла.

#### **Задание**

Определить длительность сердечного цикла учитывая пульс человека.

**Материалы и оборудование:** секундомер. Объект обследования - человек.

#### **Методика определения длительности сердечного цикла, учитывая пульс человека**

Нашупывают пульс лучевой артерии у себя или у коллеги. Подсчитывают число пульсовых ударов за 5 сек несколько раз в течение 3 мин. 5 делят на каждое найденное число, определяя тем самым продолжительность одного сердечного цикла. Рассчитывают среднюю продолжительность сердечного цикла в каждые 5 сек подсчета. Затем определяют число пульсовых ударов за 1 мин 60 делят на найденное число и находят среднюю продолжительность сердечного цикла.

**Результаты работы и их оформление.** Отметьте, есть ли разница в продолжительности сердечного цикла при разных способах подсчета. Определите, имеет ли место аритмия деятельности сердца и насколько при этом изменяется продолжительность сердечного цикла. Укажите, какое преимущество имеет методика определения длительности сердечного цикла путем дробного подсчета пульса (каждые 5 сек) перед методикой подсчета в течение 1 мин.

## Лабораторная работа №2

### Выслушивание тонов сердца человека

Выслушивание тонов сердца человека производится при помощи фонендоскопа (статоскопа). При этом отчетливо прослушиваются два тона разной продолжительности и высоты. Тоны сердца - это внешние показатели работы сердца, которые подразделяют на систолический (первый тон, звучащий, как «тук») и диастолический (второй тон, звучащий, как «так»). Систолический тон более низкий и глухой. Он образуется вначале систолы желудочков (комбинированный) - это прежде всего результат колебания створок антривентрикулярных клапанов и изометрическое сокращение желудочков, колебание сухожильных нитей.

Диастолический тон образуется в начале диастолы сердца в результате захлопывания полулунных клапанов аорты и легочного ствола.

Места выслушивания: митральный клапан - верхушка сердца (5-ое межреберье), а аортальные клапаны выслушиваются у основания сердца (2-ое межреберье, отступить от края грудины 2 см).

#### **Задание**

Освоить методику выслушивания сердечных тонов у человека.

**Материалы и оборудование:** фонендоскоп. Объект обследования - человек.

#### **Методика выслушивания сердечных тонов у человека.**

В пятом межреберье слева, отпущая на 1 см медиальнее среднеключичной линии (сосковой) прослушивается систолический тон

Диастолический тон прослушивается в проекции полулунных клапанов на уровне второго межреберья справа, отступая 2 см от края грудины.

Дать характеристику услышанных тонов.

## Лабораторная работа №3

### Определение систолического и минутного объемов крови расчетным методом

Во время систолы сердца выбрасывается в аорту и легочной ствол определенное количество крови, которое

называется ударным или систолическим объемом крови. Количество крови выбрасываемое в течение 1 мин называется минутным объемом крови.

Для определения систолического и минутного объема крови необходимо знать: диастолическое давление (ДД), пульсовое давление (ИД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), возраст испытуемого.

#### **Задание**

На основании расчетного метода определить систолический и минутный объем крови.

**Материалы и оборудование:** тонометр, секундомер, человек.

#### **Методика определения систолического и минутного объема крови**

В состоянии покоя у испытуемого определяют артериальное давление и подсчитывают пульс за 1 мин. Расчетный метод определения систолического и диастолического объемов крови человека основан на использовании формул:

$$CO = 101 - 0,5 ПД - 0,5 ДД - 0,5 А,$$

где

CO - систолический объем (мл),

ПД - пульсовое давление (мм.рт.ст.),

ДД - диастолическое давление (мм.рт.ст.),

А - возраст испытуемого.

$$МОК = CO * ЧСС,$$

где

МОК - минутный объем крови (мл),

CO - систолический объем (мл),

ЧСС - частота сердечных сокращений

Рассчитать CO, МОК в покое и после физической нагрузки. В выводах объяснить полученные результаты.

## Лабораторная работа №4

### Определение резервных возможностей .....сердца у человека (проба Руфье)

Данная проба получила широкое распространение в спортивной физиологии для оценки резервных возможностей сердца у спортсмена.

УДК 612 (075.8)  
ББК 28.673 + • 28.707.3я73  
Ф 504

Авторы - **составители:**

А.С. Калугин профессор, доктор медицинских наук\*  
Е.Р. Тороп кандидат биологических наук

**Рецензенты:**

Э.С. Питкевич, профессор, доктор медицинских наук^  
Л.А. Евтухова, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
учреждения образования «Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скорины»

Ф 504 Физиология человека и животных: Практик. руководство  
по выполн. лаб. работ для студентов биологических спец.  
вузов; Авт.-сост. А.С. Калугин, Е.И. Тороп.  
- Гомель, 2004. - 82 с.

Практическое руководство призвано оказать помощь студентам  
в изучении и освоении таких разделов физиологии человека и  
животных, как «Физиология крови», «Физиология кровообращения»,  
«Физиология дыхания», «Физиология пищеварения». В практическое  
пособие включены теоретические сведения, а так же методические  
рекомендации по проведению лабораторных исследований крови,  
сердечно - сосудистой системы, дыхания и пищеварения человека и  
животных.

Адресовано студентам биологического факультета

© А.С. Калугин, Е.И. Тороп, 2004  
© Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины», 2004

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	*
Раздел 1 Физиология крови .....	5
Тема 1 Общий анализ крови .....	14
Раздел 2 Физиология сердечно-сосудистой системы .....	31
Тема 1 Анализ состояния сердечно-сосудистой системы человека .....	34
Раздел 3 Физиология дыхания .....	51
Тема 1 Анализ состояния дыхательной системы человека .....	58
Раздел 4 Физиология пищеварения .....	66
Тема 1 Анализ состояния пищеварительной системы человека .....	78
Литература .....	82

### Задание

Оценить резервные возможности сердца человека  
Материалы и оборудование: секундомер, человек.

### Методика оценки резервных возможностей сердца человека.

Производим подсчет пульса у человека за 15 сек в состоянии покоя (р1). Затем испытуемый выполняет 30 приседаний за 1 мин. ЧСС измеряют в первые и последние 15 сек минуты (р2, р3).

Показатель сердечной деятельности у человека определяют по формуле:

$$\text{ПДС} = ((4 * (p1 - p2 - p3) / 10) > 200).$$

По результатам исследований производим оценку резервных возможностей сердца у испытуемого.

Общая оценка пробы,

- при ПДС от 0,1 до 5 отнед. - «Отлично»,
- при ПДС от 5,1 до 15 отнед. - «Хорошо»,
- при ПДС от 10,1 до 15 отн.ед. - «удовлетворительно»,
- при ПДС от 15,1 до 20 отнед. - «Плохо»,

### Лабораторная работа № 5

#### Электрокардиография

Электрокардиография - метод регистрации электрических явлений, возникающих в сердце во время сердечного цикла. Электрический потенциал, генерируемый сердечной мышцей, можно зарегистрировать на поверхности тела.

Электрокардиограмма (ЭКГ) обычно состоит из трех направленных вверх положительных зубцов *P*, *R* и *T* и двух направленных вниз отрицательных зубцов *Q* и *S* (рисунок 5а). Зубец *P*—предсердный комплекс ЭКГ; он является алгебраической суммой потенциалов, возникающих в правом и левом предсердиях при их возбуждении, причем потенциалы правого предсердия положительный левого—отрицательны. *QRST*—желудочковые потенциалы, он отражают процессы возбуждения желудочков.

Продолжительность и амплитуда отдельных зубцов, интервалов комплексов ЭКГ характеризуют два основных физиологических

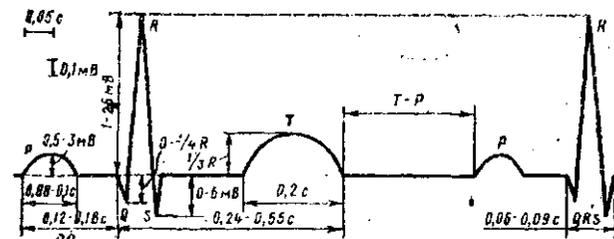


Рисунок 5 а - Схема электрокардиограммы (пояснение в тексте)

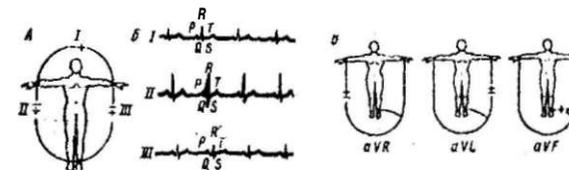


Рисунок 5 в - Схема отведений при электрокардиографии и характер полученных при этом кривых. А — стандартные отведения; Б — запись ЭКГ в 3 стандартных отведениях; В — усиленные однополюсные отведения по Вильсону

свойства сердца: возбудимость и проводимость. При электрокардиографии используется метод биполярных отведений. Наиболее распространены следующие отведения:

- 1) Три стандартных биполярных отведения, при которых регистрируется разность потенциалов между конечностями — от правой и левой руки (*I* отведение), правой и левой ноги (*II* отведение), левой руки и левой нога (*III* отведение) (рис. 5).

### Задание

Освоить метод электрокардиографии.

Материалы и оборудование: электрокардиограф, электроды, 10%-ный раствор NaCl, марля или фильтровальная бумага. Объект обследования - человек.

### Метод электрокардиографии

Подготавливают электрокардиограф к работе по прилагаемой к нему инструкции: Испытуемого укладывают на кушетку. Накладывают электроды в соответствии с описанными видами наложения при биполярных отведениях и одновременно укрепляют электрод на правой ноге. Он является индифферентным и предназначен для заземления испытуемого. Чтобы обеспечить

хороший электрический контакт, между электродами и кожей помещают марлю или фильтровальную бумагу, смоченную 10%-ным раствором NaCl. Записывают калибровочный сигнал (1 мВ = 1 см).

Для удобства и точности расшифровки ЭКГ регулятор скорости протяжки ленты устанавливают на 25 мм/сек (1мм = 0,04 сек). После этого делают запись в описанных выше отведениях, отмечая на ленте вид отведения.

**Результаты работы и их оформление.** ЭКГ, зарегистрированную во всех отведениях, вклейте в протокол опыта. Отметьте вид отведений, зубцы и интервалы соответствующими обозначениями. Определите по ЭКГ продолжительность сердечного цикла и частоту сердечных сокращений. Опишите форму и амплитуду зубцов: *P*, *Q R*, *S* и *T*. Измерьте интервалы *P-Q*, *QRS*, *QT*. На основании проведенного анализа ЭКГ охарактеризуйте функциональное состояние сердца испытуемого и отклонения, если они имеются. (Типичная ЭКГ см. на рис.5) [4].

#### Лабораторная работа № 6

##### Функциональные пробы для оценки состояния сердца по ЭКГ

При скрытых поражениях сердца и нарушениях периферического кровообращения физическая нагрузка усиливает или провоцирует появление на ЭКГ изменений, которые выявляются при сравнении ЭКГ, снятой в покое и после нагрузки.

При хорошем функциональном состоянии сердца ЭКГ после пробы характеризуется незначительными изменениями: 1) на 50 — 60% по сравнению с исходной увеличивается частота сердечных сокращений и сохраняется синусовый ритм; 2) положение электрической оси не изменяется или несколько смещается вправо, изредка влево; 3) интервал *P—Q* не изменяется или незначительно укорачивается; 4) длительность комплекса *QRS* не изменяется или укорачивается незначительно; 5) сегмент *S—T* остается на уровне изоэлектрической линии или смещается книзу не более чем на 0,5 мм; 6) наблюдается уплощение зубца *P* в I отведении и увеличение его во II отведении не более чем до 3 мм; 7) несколько увеличивается амплитуда зубца *T* во II, III ; 8) зубцы *Q* и *S* существенно не изменяются или слегка углубляются в I отведении; 9) восстановление всех исходных показателей заканчивается на 5-й мин отдыха. Проба может быть также использована для оценки генеза удлинения *P — Q*,

атриовентрикулярного ритма, экстрасистолической аритмии и других нарушений ритма. Иногда удлинение *P-Q* является следствием повышения тонуса блуждающего нерва. В этом случае после нагрузки длительность *P-Q* нормализуется. Удлинение *P-Q* после физической нагрузки, указывает на органическую природу удлинения предсердно-желудочковой проводимости

##### **Задание**

Изучить изменения ЭКГ испытуемого при физических нагрузках

**Материалы и оборудование:** электрокардиограф, электроды, 10%-ный раствор NaCl, марля или фильтровальная бумага. Объект обследования - человек.

##### **Методика изучения изменений ЭКГ испытуемого при физических нагрузках**

Для сравнения результатов исследования в динамике используют одну из общепринятых функциональных проб, которую выбирают в зависимости от состояния испытуемого.

Наибольшее распространение имеют следующие пробы: 1) 20 приседаний; 2) 10—20-кратное вставание на платформу высотой в 50 см; 3) быстрый 15 или 20-секундный бег на месте.

Испытуемому в положении лежа на кушетке накладывают стандартные ЭКГ - электроды. Через 10 мин в условиях полного покоя регистрируют ЭКГ в 3 стандартных отведениях (I, II и III). Затем испытуемый встает и, не снимая электродов, начинает выполнение пробы 1 или 2 или 3. Продолжительность нагрузки для больных или физически ослабленных людей 1,5 мин, а для здоровых молодых людей до 4—5 мин. Сразу после нагрузки у обследуемого в положении лежа регистрируют ЭКГ во все 3 стандартных отведениях. Такая последовательность записи ЭКГ объясняется тем, что верхушка сердца находится в наихудших условиях кровоснабжения, поэтому патологическое нарушение коронарного кровообращения после нагрузки раньше всего проявляется именно в этой области. Этим объясняется необходимость немедленной регистрации после нагрузки отведения I, а регистрация отведения II, III дает возможность выявить патологические изменения на задней стенке левого желудочка. Скорость регистрации ЭКГ на электрокардиографе 25 мм/сек. Затем записывают ЭКГ на 3-й и 6-й мин восстановительного периода.

**Результаты работы и их оформление.** Электрокардиограммы, зарегистрированные до и после функциональной пробы, вклейте в протокол опыта, обозначьте зубцы и интервалы. Измерьте зубцы и

интервалы ЭКГ и сделайте их сравнительный анализ. По полученным данным сделайте вывод об изменениях в ЭКГ, возникших в результате функциональной пробы, и о динамике их восстановления

После физической нагрузки на ЭКГ могут появляться как физиологические, так и патологические изменения. Результаты измерения амплитуды зубцов и длительности интервалов ЭКГ отмечают в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты измерения амплитуды зубцов и длительности интервалов ЭКГ

Отведения ЭКГ	Показатели								
	R—R	QRS	Q-T	P-Q	S-T	P	T	R	Q
I									
II									
III									

**физиологическими** (нормальными) изменениями на ЭКГ у обследуемых могут быть:

- 1) синусовая тахикардия;
- 2) увеличение амплитуды зубца R во II и III отведениях и его уплощение в I, переход отрицательного зубца P в покое в положительный после нагрузки;
- 3) укорочение интервала **QRS**;
- 4) уменьшение зубца R и увеличение зубца S в I отведении, увеличение зубца R и уменьшение зубца S в III отведении вследствие отклонения электрической оси сердца вправо;
- 5) укорочение интервала **Q-T** при тахикардии;
- 6) небольшое дугообразное смещение вниз интервала **S-T**;
- 7) небольшие колебания величины зубца T (при симпатикотонии - тенденция к уменьшению, а при ваготонии — к повышению);

**Патологическими** изменениями на ЭКГ после нагрузки являются:

- 1) выраженные отклонения от нормы зубца **P-ero** расщепление, двугорбость, двухфазность, инверсия;
- 2) удлинение интервала **P-Q** сразу же после нагрузки;
- 3) снижение интервала S-T. Как известно, в норме снижение интервала **S-T**, обусловленное ускорением реполяризации, происходит главным образом за счет его части, которая следует непосредственно за **QRS**, т. е. соответствует точке «J». Часть интервала, находящаяся за точкой «J», поднимается вверх; физиологическое смещение точки «J» не должно превышать 2 мм. Эти изменения

расценивают как физиологические, если они появляются после физической нагрузки и исчезают в покое. Если же они регистрируются без нагрузки или не исчезают в период восстановления после нагрузки, то это свидетельствует о нарушении метаболизма в миокарде. Важно подчеркнуть, что в отличие от физиологического типа смещения интервала **S—T при** ишемическом типе происходит снижение всего интервала, а не только его части;

4) инверсия зубца T после нагрузки может свидетельствовать о скрытой коронарной недостаточности, хотя этот признак имеет меньшее значение, чем ишемическое смещение интервала **S—T**, и отражает меньшую степень патологии;

5) сочетание снижения интервала **S—T** более чем на 1 мм с инверсией или двухфазностью зубца T является важным признаком коронарной недостаточности.

Испытуемому в положении лежа на кушетке накладывают стандартные и грудные ЭКГ - электроды. Через 10 мин в условиях полного покоя регистрируют ЭКГ в 3 стандартных отведениях (I, II и III) [4].

#### Лабораторная работа № 7

#### Опыт Данини - Ашнера

У человека при надавливании на глазные яблоки частота сердечных сокращений обычно замедляется. Это явление объясняется рефлекторным возбуждением ядер блуждающего нерва. Рефлекторная дуга этого рефлекса состоит из афферентных волокон глазодвигательного нерва, нейронов продолговатого мозга и блуждающих нервов, которые при возбуждении оказывают тормозящее действие на сердце.

#### Задание

Изучить влияние блуждающего нерва на частоту сердечных сокращений.

**Материалы и оборудование:** секундомер, стерильные салфетки. Объект обследования - человек.

#### Методика выполнения Данини - Ашнера

У испытуемого определяют (по пульсу) частоту сердечных сокращений. Экспериментатор через стерильные марлевые салфетки большими пальцами рук в течение 10 сек медленно надавливает на оба глаза (не сильно). Сразу после надавливания на глазные яблоки

вновь подсчитывают частоту сердечных сокращений. Обычно в этих условиях пульс становится реже в среднем на 10 ударов.

**Результаты работы и их оформление.** Отметьте в протоколе частоту пульса у испытуемого до и после надавливания на глазные яблоки. Нарисуйте схему рефлекторной дуги наблюдаемого рефлекса. Объясните механизм возникновения глазо-сердечного рефлекса и сделайте выводы о возможности его использования в лечебно-диагностических целях [4].

#### Лабораторная работа № 8

### Измерение артериального давления у человека

Уровень артериального давления определяется рядом факторов, среди которых работа сердца и тонус сосудов являются основными. Артериальное давление колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период систолы оно повышается (систолическое, или максимальное, давление), в период диастолы - снижается (диастолическое, или минимальное, давление). Разность между величиной систолического и диастолического давления составляет пульсовое давление.

У здорового человека в возрасте от 20 до 40 лет уровень систолического давления при измерении в плечевой артерии колеблется в пределах 110-120 мм рт. ст., диастолического - 70 - 80 мм рт. ст., пульсовое давление составляет 30 - 40 мм рт. ст. Повышение артериального давления называется *гипертонией*, понижение - *гипотонией*.

В клинике широкое распространение получил метод определения артериального давления с помощью фонендоскопа и тонометра. Существует два способа измерения артериального давления: аускультативный (метод Н.С. Короткова) и пальпаторный (метод Рива-Роччи).

#### Задание

Освоить метод Короткова измерения артериального давления.

**Материалы и оборудование:** тонометр или сфигмоманометр, фонендоскоп  
Объект обследования - человек.

#### Методика измерения артериального давления по Короткову

**Аускультативным методом Н. С. Короткова** можно измерить как систолическое, так и диастолическое давление. Сидя на стуле,

испытуемый кладет расслабленную руку на стол, на обнаженное плечо ему накладывают манжетку так, чтобы она плотно охватывала плечо, но не сдавливала ткани. Нижний край манжетки должен отстоять от локтевого сгиба не меньше чем на 1—1,5 см. В локтевой ямке находят пульсирующую плечевую артерию, на которую ставят фонендоскоп (рисунок 6). Нагнетанием воздуха в манжетку в ней создают давление выше максимального, пульс исчезает. Поворачивают винтовой клапан и, выпуская воздух из манжетки, выслушивают сосудистые тоны в плечевой артерии.

Момент появления тонов соответствует систолическому давлению. Продолжают снижать давление в манжетке и слушают нарастающую силу тонов, которые затем ослабевают и исчезают. Момент исчезновения тонов соответствует диастолическому, или минимальному, давлению. Не снимая манжетки, повторяют 2—3 раза измерения систолического и диастолического давлений.

**Пальпаторный метод Рива-Роччи** позволяет определить только максимальное давление. Исследование проводится также с помощью манжетки, накладываемой на плечо. В манжетке создается давление, превышающее уровень максимального давления в лучевой артерии. При этом пульсация ее прекращается. Снижая давление в манжетке, отмечают показания манометра в момент появления пульса. Эти показания соответствуют максимальному (систолическому) давлению в лучевой артерии.

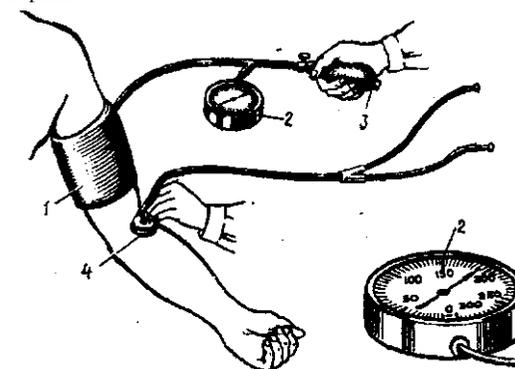


Рисунок 6 - Измерение кровяного давления у человека по способу Короткова:

1 - резиновая манжетка, 2 - тонометр, 3 - груша, 4 - фонендоскоп

**Результаты работы и их оформление.** Сравните показатели максимального давления, полученные в результате его измерения ме-

ходами Рива-Роччи и Короткова. Зная систолическое давление и диастолическое давление, вычислите пульсовое. Сравните полученный вами уровень артериального давления с нормой [4].

#### Лабораторная работа № 8

Оценка динамики артериального давления и ЭКГ-показателей у человека во время дозированной велоэргометрической пробы

##### **Задание**

Оценить динамичность изменения показателей АД и ЭКГ во время дозированной велоэргометрической пробы.

**Материалы и оборудование:** велоэргометр с вариатором нагрузки, электрокардиограф, тонометр, фонендоскоп (или автоматический тонометр), кушетка, секундомер, спирт. Объект обследования - человек.

##### **Методика проведения работы.**

Испытуемому в положении лежа на кушетке накладывают стандартные и грудные ЭКГ-электроды и манжетку на левое плечо для измерения артериального давления по методу Короткова. Через 10 мин в условиях полного покоя регистрируют ЭКГ в 3 стандартных отведениях, измеряют артериальное давление. Затем испытуемый пересаживается на велоэргометр. Перед выполнением нагрузки испытуемому повторно регистрируют ЭКГ и измеряют артериальное давление. Величину первой нагрузки устанавливают с учетом состояния испытуемого (например, 15–20 Вт). Продолжительность нагрузки - 5 мин. При хорошем самочувствии и отсутствии патологических изменений на ЭКГ после 10-минутного отдыха испытуемому предлагают выполнить вторую нагрузку (40-Вт) также в течение 5 мин. Нагрузку каждый раз увеличивают на 20 Вт по сравнению с предыдущим уровнем. При появлении у испытуемого утомления, чрезмерной одышки или других отмеченных выше симптомов велоэргометрическую пробу заканчивают. Сразу после нагрузки, а также на 2, 6 и 10-й мин восстановления регистрируют ЭКГ и артериальное давление.

В протоколе дайте объяснение полученных результатов.

#### Лабсдйто2н-чя\_работа №9

Элекгрокардиография во время ортостатической пробы с нагрузкой

Изменение периферического кровообращения, происходящее при перемене положения тела (при вставании и в положении стоя), отражается на кровоснабжении сердца. При наличии скрытой коронарной недостаточности на ЭКГ могут появляться патологические изменения, которые обнаруживаются, например, тотчас после вставания у больных с нейроциркуляторной дистонией. Изменение ЭКГ в этом случае является подтверждением нарушения адаптационных регуляторных механизмов — синдрома, который является основным и ведущим у больных с нейроциркуляторной дистонией и у больных с наличием «ваготонического» сердечнососудистого невроза. У здоровых людей при ортостатической пробе ЭКГ не изменяется, а увеличение зубца *R* в III стандартном отведении, связанное с изменением положения сердца и возникающее тотчас после вставания, является физиологическим. Ортостатическая проба с нагрузкой — более чувствительный тест для диагностики коронарной патологии, чем простая ортостатическая проба. При регистрации ЭКГ наибольшее практическое значение имеют изменения в отведениях, II, III. Патологическим считается появление отрицательных зубцов *T* и снижение интервала *S—T* в результате ортостатически обусловленных нарушений регуляции коронарного кровообращения.

##### **Задание**

Изучить как изменяются показатели ЭКГ во время ортостатической пробы с нагрузкой.

**Материалы и оборудование:** электрокардиограф, сфигмоманометр с манжеткой для регистрации артериального давления в левой плечевой артерии, фонендоскоп, секундомер, кушетка, спирт, марлевые салфетки. Объект обследования - человек.

##### **Методика проведения работы.**

Регистрируют ЭКГ покоя у испытуемого в 3 стандартных отведениях в положении лежа на спине, Измеряют также артериальное давление по Короткову в левой плечевой артерии. Затем испытуемому предлагают встать (электроды остаются фиксированными) и выполнить 20 приседаний примерно за 30 сек. Тотчас после этого, а потом через 3, 6, 10 и 15 мин вновь

регистрируют ЭКГ и артериальное давление в положении испытуемого стоя. При регистрации ЭКГ особое-внимание уделяют трем стандартным отведениям.

**Результаты работы и их оформление** Данные о функциональной оценке переносимости ортостатической пробы с нагрузкой заносят в протокол и таблицу 3 в виде результатов измерения амплитуды (мВ) зубцов и длительности (сек) интервалов ЭКГ, систолического и диастолического артериального давления (мм рт. ст.). В протоколе необходимо отметить также оценку испытуемым своего самочувствия (головокружение, боль в области сердца и др.).

Таблица 3 - Результаты измерения амплитуды (мВ) зубцов и длительности (сек) интервалов ЭКГ

Показатели ЭКГ и АД	Фон лежа	Время пробы, мин										
		Ортопроба после физической нагрузки					Восстановление					
		1	3	6	10	15	1	5	10	15		
R-R												
ЧСС												
Q-T												
QPS												
S-T												
P-Q												
P												
T												
R												
АД систолическое												
АД диастолическое												
АД пульсовое												

После заполнения таблицы следует дать оценку ортостатической пробе с физической нагрузкой по результатам ЭКГ и динамике артериального давления (переносимость ортопробы хорошая, удовлетворительная, плохая) и уточнить, почему дана та или иная оценка.

## Лабораторная работа № 19

### Определение характера пульса и артериального давления

Различают пять типов пульса и АД (нормотонический, гипотонический, гипертонический, ступенчатый и диастолический).

Нормотонический - тип реакции характеризуется учащением пульса, повышением пульсового давления, подъем систолического и уменьшение диастолического артериальных давлений. Указанный тип реакции на физическую нагрузку считается наиболее рациональным, так как при этом происходит увеличение ударного объема крови. Увеличение систолического давления косвенно указывает на уменьшение тонуса артериол. Это наиболее благоприятный тип реакции на физическую нагрузку.

Гипертонический или астенический тип реакции характеризуется компенсаторными механизмами ССС в виде увеличения сердечных сокращений. При этом типе реакции пульс учащается до 120-140 уд/мин, а пульсовое давление увеличивается на 15-20 % или остается на исходном уровне. Такая реакция отражает неполноценную работу сердца.

Диастолический тип реакции характеризуется большими сдвигами в систолическом и диастолическом артериальном давлении. При этом может иногда прослушиваться феномен «бесконечного» тона на 2-3 минутах восстановительного периода. Такой тип реакции называется не благоприятным.

Ступенчатый тип реакции встречается редко и характеризуется ступенчатым подъемом систолического артериального давления. В восстановительном периоде на 2-3 мин систолическое давление выше, чем на первой минуте. Это указывает на функциональную недостаточность ССС.

При оценке сердечнососудистой системы необходимо учитывать реакцию на функциональную пробу, величину пульса, АД которые могут превышать исходные данные, но их параллельность сохраняется и в восстановительном периоде на 2-3 мин.

Индивидуально определить тип ССС реакции на физическую работу, результаты отразить в протоколе исследования.

## Лабораторная работа № 11

### Функциональные пробы для оценки состояния сердца по АД

#### Задание

Изучить изменения показателей АД испытуемого при физических нагрузках.

**Материалы и оборудование:** тонометр, фонендоскоп. Объект обследования - человек.

#### Методика проведения работы

Для сравнения результатов исследования в динамике используют одну из обще принятых функциональных проб, которую выбирают в зависимости от состояния испытуемого.

Наибольшее распространение имеют следующие пробы: 1) 20 приседаний за 20 сек; 2) 10—20-кратное вставание на платформу высотой в 50 см; 3) быстрый 15 или 20-секундный бег на месте.

Перед пробой необходимо измерить артериальное давление и частоту сердечных сокращений.

Важным условием при проведении функциональных проб является качественное выполнение пробы.

При проведении пробы манжетка тонометра должна находиться постоянно на плече.

АД ЧСС измеряются в течении 10 мин с интервалом 2 мин.

#### Результаты работы и их оформление.

Результаты исследований записать в тетради в виде предложенной ниже таблицы 4 и сделать выводы

Таблица 4 - Результаты исследований

Показатели, (П, АД)	Восстановительный период, (мин)				
	2	4	6	8	10
Пульс					
АД					

Оценка реакции пульса при проведении функциональных проб путем сопоставления ЧСС в покое и после нагрузки.

Пример:

ЧСС в покое принимают за 100%, а разницу до и после нагрузки за X.

Получается следующая пропорция :

$$(20-11) \dots - X$$

$$X = (9 \cdot 100) / 11 = 82\%$$

Это означает, что после функциональной пробы на первой минуте восстановительного периода пульс участился на 82% по сравнению с исходным. При пробе с 20 приседаний считается нормой учащение пульса в диапазоне 60%-80% от первоначальной величины состояния покоя. Если пульс значительно участился - это может расцениваться как нерациональная реакция сердца на нагрузку.

В оценке реакции АД необходимо учитывать изменение максимального, минимального и пульсового давлений.

Наиболее рациональной реакцией АД является увеличение максимального давления на 15%-20% и уменьшение минимального на 15%-25% или неизменность его по сравнению с исходным.

ПД в покое у здорового человека принимается за 100%, разница в величине пульсового давления непосредственно после нагрузки и в покое принимают за X.

Например:

ПД в покое 45 мм.рт.ст., после нагрузки 40 мм.рт.ст.,

$$45 - 100\%$$

$$(45-40) - X$$

$$X = (5 \cdot 100) / 45 = 12\%$$

Следовательно, пульсовое давление после выполнения функциональной пробы уменьшилось на 12%.

Сделать анализ полученных результатов и сравнить с нормой.

## РАЗДЕЛ 3 ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

### Значение дыхания

Для жизнедеятельности организма нужны не только питательные вещества, но и кислород. Кислород участвует в обмене веществ. В процессе обмена веществ в тканях происходит непрерывное потребление кислорода и образование углекислого газа. Почти все окислительные процессы в тканях, в результате которых высвобождается необходимая для жизнедеятельности организма энергии, протекают с участием кислорода. Поэтому прекращение поступления кислорода приводит к гибели тканей и организма. Наиболее чувствительна к недостатку кислорода нервная ткань.

Обмен газов, происходящий в тканях, т. е. потребление клетками и межклеточным веществом кислорода и выделение

углекислого газа, носит название тканевого дыхания. Тканевое дыхание представляет сложный процесс, в котором участвуют особые вещества - дыхательные питательные и дыхательные ферменты.

Доставка кислорода к тканям и вынос углекислого газа, образующегося в процессе обмена, осуществляются кровью. Поскольку кислород непрерывно расходуется, а углекислота накапливается, поддержание постоянной концентрации газов в крови возможно лишь при условии непрерывного пополнения кислорода и выведения углекислого газа. Такой процесс происходит также непрерывно в легких (в легочных альвеолах) и носит название легочного дыхания. Легочное дыхание состоит в том, что из легочных альвеол в кровь поступает кислород, а из крови в легочные альвеолы - углекислый газ.

Осуществление легочного дыхания возможно лишь при условии постоянного поступления в легкие из окружающей атмосферы свежего воздуха и выведения воздуха, находящегося в альвеолах. Такой процесс называется легочной вентиляцией.

#### **Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха газообмен в легких**

Атмосферный воздух, поступающий в легкие во время вдоха, называется вдыхаемым воздухом; воздух, выделяемый наружу через дыхательные пути во время выдоха, - выдыхаемым. Выдыхаемый воздух - это смесь воздуха, заполнявшего альвеолы, -альвеолярного воздуха - с воздухом, находящимся в воздухоносных путях (в полости носа, гортани, трахеи и бронхов). Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха в нормальных условиях у здорового человека довольно постоянен, и определяется следующими цифрами (табл. 1).

Данные цифры могут несколько колебаться в зависимости от различных условий (состояние покоя или работы и др.). Но при всех условиях альвеолярный воздух отличается от вдыхаемого значительно меньшим содержанием кислорода и большим содержанием углекислого газа. Это происходит в результате того, что в легочных альвеолах из воздуха поступает в кровь кислород, а обратно выделяется углекислый газ

Газообмен в легких обусловлен тем, что в легочных альвеолах и венозной крови, притекающей к легким, давление кислорода и углекислоты различно: давление кислорода в альвеолах выше, чем в крови, а давление углекислого газа, наоборот, в крови выше, чем в альвеолах. Поэтому в легких и осуществляется переход кислорода из воздуха в кровь, а углекислоты - из крови в воздух. Такой переход газов объясняется определенными физическими законами: если давление какого-нибудь газа, находящегося в жидкости и в

окружающем ее воздухе, различно, то газ переходит из жидкости в воздух и наоборот, пока давление не уравнивается.

Таблица 5 - Содержание газов (в процентах)

	Кислород	Углекислый газ	Азот и другие газы
Вдыхаемый воздух	20,94	0,03	79,03
Выдыхаемый воздух	16,3	4,0	79,7
Альвеолярный воздух	14,2	5,2	80,6

В смеси газов, какой является воздух, давление каждого газа определяется процентным содержанием данного газа и называется парциальным давлением (от латинского слова pars - часть). Например, атмосферный воздух оказывает давление, равное 760 мм ртутного столба. Содержание кислорода в воздухе равно 20,94 %. Парциальное давление кислорода атмосферного воздуха будет составлять 20,94 % от общего давления воздуха, т. е. 760 мм, и равно 159 мм ртутного столба. Установлено, что парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе составляет 100-110 мм, а в венозной крови и капиллярах легких - 40 мм. Парциальное давление углекислого газа равняется в альвеолах 40 мм, а в крови - 47 мм. Разницей в парциальном давлении между газами крови и воздуха и объясняется газообмен в легких. В этом процессе активную роль играют клетки стенок легочных альвеол и кровеносных капилляров легких, через которые происходит переход газов.

#### **Перенос газов кровью**

Кровь непрерывно переносит из легких в ткани кислород и из тканей в легкие углекислый газ. В артериальной крови, оттекающей от легких, кислорода содержится значительно больше, чем должно быть по физическим законам растворения газов в жидкостях. Это объясняется тем, что большая часть кислорода находится в крови не в растворенном, а в химически связанном состоянии. Кислород, поступающий из легочных альвеол в плазму крови, активно проникает в эритроциты и соединяется с гемоглобином, образуя непрочное химическое соединение - оксигемоглобин. Новые порции кислорода поступают из альвеол в плазму крови, а из нее в эритроциты до тех пор, пока почти весь гемоглобин не перейдет в оксигемоглобин. При дыхании атмосферным воздухом в обычных

условиях 96 % гемоглобина переходит в оксигемоглобин, и в результате в эритроцитах кислорода содержится в 60 раз больше, чем в плазме крови. Это и обеспечивает тканям необходимое для обмена количество кислорода.

Газообмен в тканях происходит по тому же принципу, что и в легких. При прохождении крови по кровеносным капиллярам различных органов кислород из области высокого парциального давления (плазма крови) переходит в область низкого парциального давления (тканевая жидкость). Из тканевой жидкости кислород поступает в клетки и сразу вступает в химические реакции окисления. Вследствие этого парциальное давление кислорода внутри клеток всегда равняется нулю. По мере выхода кислорода из плазмы крови оксигемоглобин переходит в гемоглобин, обеспечивая достаточную концентрацию кислорода в плазме. Превращению оксигемоглобина в гемоглобин способствуют многие факторы и, в частности, насыщение крови углекислым газом, и повышение температуры крови в органах (например, в мышцах во время их сокращения).

Углекислый газ, образующийся в клетках в процессе обмена, выходит в тканевую жидкость, создавая в ней высокое парциальное давление. В крови, протекающей по кровеносным капиллярам различных органов, парциальное давление углекислого газа значительно ниже, поэтому углекислый газ переходит из тканевой жидкости в кровь. Кровь содержит значительно больше углекислого газа, чем это возможно вследствие растворения его в жидкости. Это определяется также тем, что углекислый газ находится не только в растворенном состоянии в плазме, но и вступает в химическое соединение с гемоглобином эритроцитов и с солями плазмы. При участии специального фермента углекислый газ сравнительно легко соединяется также с водой плазмы крови, образуя угольную кислоту, которая в легких вновь распадается на углекислый газ и воду. Этим обеспечивается возможность выноса всей углекислоты, образующейся в тканях. Кровь, отдавшая кислород и насыщенная углекислым газом, называется венозной.

Венозная кровь поступает в легкие, где и происходит легочное дыхание.

#### **Механизм вдоха и выдоха**

Акт дыхания состоит из ритмично повторяющихся вдоха и выдоха.

Вдох осуществляется следующим образом. Под влиянием нервных импульсов сокращаются мышцы, участвующие в акте вдоха: диафрагма, наружные межреберные мышцы и др. Диафрагма при

своем сокращении опускается (уплощается), что ведет к увеличению вертикального размера грудной полости. При сокращении наружных межреберных и некоторых других мышц поднимаются ребра, при этом увеличиваются переднезадний и поперечный размеры грудной полости. Таким образом, в результате сокращения мышц увеличивается объем грудной клетки. Вследствие того, что в полости плевры воздух отсутствует и давление в ней отрицательное, одновременно с увеличением объема грудной клетки расширяются и легкие. При расширении легких давление воздуха внутри них понижается (оно становится ниже атмосферного) и атмосферный воздух устремляется по дыхательным путям в легкие. Следовательно, при вдохе последовательно происходит: сокращение мышц - увеличение объема грудной клетки - расширение легких и уменьшение давления внутри легких - поступление воздуха по воздухоносным путям в легкие.

Выдох происходит вслед за вдохом. Мышцы, участвующие в акте вдоха, расслабляются (диафрагма при этом поднимается), ребра в результате сокращения внутренних межреберных и других мышц и вследствие своей тяжести опускаются. Объем грудной клетки уменьшается, легкие сжимаются, давление в них повышается (становится выше атмосферного), и воздух по воздухоносным путям устремляется наружу.

Дыхательные движения ритмичны. У взрослого человека в спокойном состоянии в минуту происходит 16-20 дыхательных движений. У детей они чаще (у новорожденного около 60 в минуту). Как правило, физическая нагрузка, особенно у мало тренированных людей, сопровождается учащением дыхания. При многих болезнях также наблюдается учащение дыхательных движений. Учащение дыхания может сопровождаться падением его глубины. Во время сна дыхание урежается.

Различают два типа дыхания: брюшной (преобладает у мужчин) и грудной (у женщин). При первом типе объем грудной полости увеличивается преимущественно в результате сокращения диафрагмы (увеличение вертикального размера), при втором - в результате сокращения других дыхательных мышц (увеличение переднезаднего и поперечного размеров грудной клетки).

#### **Жизненная емкость легких**

Для функциональной характеристики легких пользуются определением их жизненной емкости. Под жизненной емкостью легких понимают то количество воздуха, которое человек способен выдохнуть после глубокого вдоха. В среднем она равна 3500 см<sup>3</sup>.

Величина жизненной емкости легких в значительной степени зависит от тренировки, возраста и пола.

Систематические занятия физкультурой и спортом способствуют увеличению жизненной емкости легких (у некоторых физкультурников она достигает 6000-7000 см<sup>3</sup>). У женщин жизненная емкость в среднем меньше, чем у мужчин; у молодых она больше, чем у пожилых людей. Для определения жизненной емкости легких пользуются особым прибором - спирометром. При спокойном дыхании за один вдох в легкие поступает около 500 см<sup>3</sup> воздуха. Этот объем носит название дыхательного воздуха. При максимальном вдохе после спокойного выдоха в легкие поступает воздуха в среднем на 1500 см<sup>3</sup> больше, чем при спокойном вдохе. Этот объем воздуха называется дополнительным. При максимальном выдохе после обычного вдоха можно вывести из легких в среднем на 1500 см<sup>3</sup> воздуха больше, чем при обычном выдохе. Этот объем воздуха называется резервным. Все три объема воздуха - дыхательный, дополнительный и резервный - и составляют вместе жизненную емкость легких; в среднем: 500 см<sup>3</sup> + 1500 см<sup>3</sup> + 1500 см<sup>3</sup> = 3500 см<sup>3</sup> воздуха.

После выдоха, даже самого глубокого, в легких остается около 1000 см<sup>3</sup> воздуха. Этот объем называется остаточным воздухом.

Благодаря наличию остаточного воздуха легкое, опущенное в воду, не тонет. У плода до рождения легочное дыхание отсутствует и легкие не содержат воздуха. Кусочек такого легкого в воде тонет. Воздух поступает в легкие после рождения при первом вдохе.

Пневмоторакс. При травме грудной клетки с повреждением плевры в плевральную полость поступает атмосферный воздух - наступает пневмоторакс. При этом давление в полости плевры будет таким же, как и в легком. Легкое вследствие своей эластичности спадается и не участвует в дыхании. В медицинской практике прибегают иногда к искусственному введению воздуха в полость плевры (искусственный пневмоторакс).

#### **Дыхание при различных условиях**

В спокойном состоянии взрослый человек совершает 16-20 дыхательных движений в минуту. Изменение условий, в которых находится организм, оказывает влияние на деятельность всех его органов, в том числе на систему органов дыхания.

Газообмен резко увеличивается при физической нагрузке. Во время работы в мышцах повышается обмен веществ и связанное с этим потребление кислорода и выделение углекислоты. В ответ рефлекторно изменяется легочное дыхание. У тренированных людей

газообмен в легких увеличивается преимущественно за счет большой глубины вдоха и выдоха, у нетренированных — за счет учащения дыхания. Однако поступление кислорода в кровь у нетренированных будет меньше, чем у тренированных. Длительная интенсивная мышечная работа приводит к «кислородной задолженности»: потребность организма в кислороде превышает его поступление. При этом иногда появляются сильная одышка, учащенное сердцебиение и другие неблагоприятные явления. Затем может наступить так называемое второе дыхание, при котором дыхательные движения выравниваются, повышается работоспособность.

Резкие изменения в организме, связанные с нарушением газообмена, наблюдаются при понижении и повышении атмосферного давления.

При подъеме на большую высоту (около 4 км над уровнем моря и выше) развивается состояние, называемое горной болезнью: отмечается учащение пульса и дыхания, головная боль, мышечная слабость и др. Причиной этому является резкий недостаток кислорода в тканях организма - кислородное голодание (гипоксия). Известно, что по мере подъема на высоту атмосферное давление падает, в результате снижается давление кислорода (парциальное) в легочных альвеолах и уменьшается количество кислорода, переходящее из легких в кровь. Понижение содержания кислорода в крови ведет к недостаточному поступлению его в ткани, что сопровождается различными нарушениями в деятельности организма. Чтобы избежать этого, при полетах на больших высотах применяют специальные кислородные приборы. Вдыхание кислорода приводит к повышению его содержания в крови.

В условиях повышенного атмосферного давления находятся люди, работающие в кессонах или под водой. Это может быть причиной состояния, называемого кессонной болезнью; для нее характерны боли в суставах и мышцах, кожный зуд, головокружение, рвота, иногда обморок (в тяжелых случаях может наступить смерть). По мере повышения атмосферного давления, например при погружении водолаза, давление газа в легочных альвеолах увеличивается. Вследствие этого из легких в кровь переходит не только кислород, но и азот.

Азот находится в крови в растворенном состоянии и при нормальном атмосферном давлении; при повышенном же давлении содержание его возрастает.

По мере понижения повышенного атмосферного давления до нормального, например при подъеме водолаза из глубины на

## Введение

Общепризнанным считается, что физиология относится к экспериментальным наукам биологического цикла. Техническое оснащение лабораторного практикума с каждым годом совершенствуется.

Практическое руководство рассчитано не только на индивидуальное, но и на групповое исследование. В ходе выполнения лабораторных исследований большое внимание уделяется индивидуальной работе студентов. Каждое занятие в обязательном порядке заносится в протокол, в котором отражается название работы, цель исследований, оборудование и реактивы, методика проведения эксперимента, подводятся итоги результатов исследований с последующей защитой протокола.

Практическое пособие призвано оказать помощь студентам в изучении и освоении таких разделов физиологии человека и животных, как «Физиология крови», «Физиология кровообращения», «Физиология дыхания», «Физиология пищеварения». В практическое пособие включены теоретические сведения, а также методические рекомендации по проведению лабораторных исследований крови, сердечно - сосудистой системы, дыхания и пищеварения человека и животных.

## РАЗДЕЛ I ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Кровь представляет собой жидкость красного цвета, слабо щелочной реакции, солоноватого вкуса с удельным весом 1,054-1,066. Общее количество крови у взрослого в среднем составляет около 5 л (равно по весу 1/13 веса тела). Кровь вместе с тканевой жидкостью и лимфой составляет внутреннюю среду организма и выполняет многообразные функции.

### Функции крови

Кровь несет важную функцию в обмене веществ: она доставляет питательные вещества к тканям всех органов и выводит оттуда продукты распада. Питательные вещества в кровь поступают путем всасывания их в тонкой кишке. Продукты распада из крови выводятся через органы выделения.

Кровь выполняет важнейшую функцию в дыхании: она доставляет кислород к тканям всех органов и выводит углекислоту. Кислород поступает в кровь через легкие. Углекислота выводится из крови преимущественно также через легкие.

Кровь осуществляет гуморальную регуляцию деятельности различных органов: она разносит по всему организму различные вещества (гормоны и др.), которые в одних случаях вызывают усиление, в других - торможение работы органов.

Кровь выполняет защитную функцию: в ней имеются клетки, обладающие свойством фагоцитоза, и особые вещества - антитела, играющие защитную роль.

Кровь принимает участие в распределении тепла внутри организма и в поддержании постоянной температуры тела. Благодаря движению крови по сосудам тепло переносится из тех частей тела, где его больше, туда, где его меньше. Излишек тепла кровь отдает в окружающую среду. Благодаря этому не наступает перегревания организма.

Количество и состав крови и ее физико-химические свойства у здорового человека относительно постоянны; в зависимости от условий, в которых находится организм, они подвергаются небольшим колебаниям, но быстро выравниваются. Так, на относительно постоянном уровне в крови поддерживается содержание — белков, — глюкозы, — свертывающих — и противосвертывающих веществ, концентрация солей (различных ионов), осмотическое давление, химическая реакция, а также температура крови. Относительное постоянство состава и свойств

поверхность воды, излишек азота переходит из крови в воздух. Если давление понижается очень быстро, весь излишек азота из крови выделяться не успеет и в кровеносных сосудах образуются из него пузырьки газа. Они циркулируют вместе с кровью и могут вызвать закупорку сосудов, что сопровождается различными нарушениями в деятельности организма. Одной из мер предупреждения кессонной болезни является медленный переход от повышенного атмосферного давления к нормальному.

При многих болезнях наблюдается затрудненное дыхание - одышка. Виды одышки различны и зависят от характера причины, вызвавшей нарушение дыхания. Для одних заболеваний характерна одышка с учащенным и поверхностным дыханием, а для других - с замедленным и глубоким и т. д. Иногда одышка связана с нарушением ритма дыхательных движений, что чаще всего является результатом понижения возбудимости дыхательного центра.

### ТЕМА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Для оценки функционирования дыхательной системы человека необходимы такие показатели: результаты спирометрии, пневматометрии.

#### Лабораторная работа № 1

#### Функциональная проба с задержкой дыхания

В тех случаях, когда проба с физической нагрузкой для получения проходящей гипоксемии не может быть выполнена (например, у лежачих или оперированных больных), нередко проводят пробу с задержкой дыхания на высоте вдоха. При обследовании здоровых лиц проба с задержкой дыхания может проводиться как на вдохе, так и на выдохе. Для объективной оценки результатов, указанной пробы у испытуемого регистрируют ЭКГ, измеряют артериальное давление в плечевой артерии.

**Материалы и оборудование:** электрокардиограф, сфигмоманометр с манжеткой и фонендоскоп (или автоматический тонометр), секундомер, марлевые салфетки, спирт для протирания кожи, электродов, 10% раствор хлорида натрия. Объект обследования — человек.

#### Методика проведения работы

Перед началом пробы у испытуемого регистрируют ЭКГ в 3 стандартных отведениях, измеряют артериальное давление. Затем испытуемому предлагают глубоко вдохнуть и, насколько возможно, задержать дыхание. В момент глубокого вдоха включают секундомер. В процессе задержки дыхания и в «точке срыва» непосредственно после инспираторного апноэ выключают секундомер, измеряют артериальное давление, регистрируют ЭКГ.

**Результаты работы и их оформление.** Занесите в протокол результаты субъективной оценки испытуемым своего самочувствия до и после функциональной пробы с задержкой дыхания (головокружение, шум в ушах, мелькание «мушек» перед глазами, головная боль и другие симптомы, возникшие в «точке срыва» и явившиеся причиной прекращения задержки дыхания). В таблицы запишите результаты измерения зубцов и интервалов ЭКГ, артериального давления до и после пробы с задержкой дыхания. В протоколе отметьте также время задержки дыхания (минуты и секунды).

Таблица 6 - Результаты исследований

Этап работы	ЭКГ	R-R	ЧС С	R	T	P	QR S	Q-T	P-Q	S-T
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До пробы	I									
	II									
	III									
То же, после пробы										

Таблица 7 - Результаты исследований

Этап работы до и после пробы	Измеряемые величины			
	АД систолическое	АД диастолическое	АД пульсовое	ЧСС

При объективной оценке результатов функциональной пробы с задержкой дыхания следует учесть, что при здоровом сердце даже длительная (свыше 60 сек) задержка дыхания на вдохе не оказывает заметного влияния на ЭКГ. У человека со скрытой коронарной недостаточностью, как правило, выявляется изменение зубца Г (уменьшение амплитуды). Снижение интервала *S-T* наблюдается редко. Во время пробы могут появиться экстрасистолы, что является неблагоприятным симптомом и служит основанием для досрочного прекращения пробы.

После анализа полученных данных сделайте заключение о переносимости функциональной пробы с задержкой дыхания на вдохе или выдохе (хорошая, плохая, удовлетворительная).

#### Лабораторная работа № 2

#### Спирометрия

Спирометрия — метод определения жизненной емкости легких и составляющих ее объемов воздуха. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) - это наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после максимального вдоха. На рис. 7 показаны легочные объемы и емкости, характеризующие функциональное состояние легких, а также пневмограмма, поясняющая связь объемов и емкостей легких с дыхательными движениями. Функциональное состояние легких зависит от возраста, роста, пола, физического развития и ряда других факторов. Для оценки функционирования дыхательной системы у данного человека измеренные у него легочные объемы следует сравнивать с должными величинами. Должные величины рассчитывают по формулам или определяют по номограммам (рис. 8), отклонения на  $\pm 15\%$  расцениваются как незначительные. Для измерения ЖЕЛ и составляющих ее объемов используют водяной или сухой спирометр (рисунок 9)

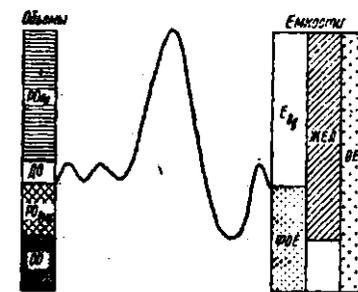


Рисунок 7 - Легочные объемы:

Р<sub>О</sub>вд — резервный объем вдоха, Д<sub>О</sub>—дыхательный объем, Р<sub>О</sub>вд — резервный объем выдоха, О<sub>О</sub> — остаточный объем, Е<sub>д</sub> — емкость вдоха, **Ф<sub>О</sub>Е** — функциональная остаточная емкость, **ЖЕЛ**—жизненная емкость легких, **ОЕЛ** — общая емкость легких

#### Задание

Освоить методику и определить ЖЕЛ испытуемого в положении сидя, стоя, лежа.

**Материалы и оборудование:** сухой спирометр, носовой зажим, загубник, спирт, вата. Объект обследования человек.

#### Методика проведения работы.

Мундштук спирометра протирают ватой, смоченной спиртом. Испытуемый после максимального вдоха делает максимально глубокий выдох в спирометр. По шкале спирометра определяют ЖЕЛ. Точность результатов повышается, если измерение ЖЕЛ производят несколько раз и вычисляют среднюю величину. При многократных измерениях необходимо каждый раз устанавливать исходное положение шкалы спирометра. Для этого у сухого спирометра поворачивают измерительную шкалу и нулевое деление шкалы совмещают со стрелкой.

ЖЕЛ определяют в положении испытуемого стоя и лежа, сидя, а также после физической нагрузки. Отмечают разницу в результатах измерений.

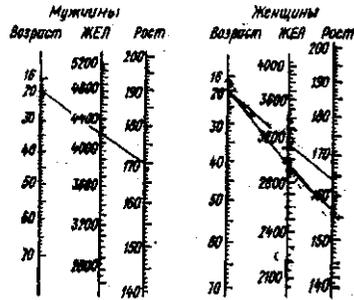


Рисунок 8 - Номограмма для определения должной величины ЖЕЛ



Рисунок 9 - Сухой спирометр

Для определения **дыхательного объема выдоха** испытуемого просят при обычном режиме дыхания сделать 5-7 спокойных выдохов в спирометр. Затем показатели спирометра делят на число выдохов.

Для определения **резервного объема выдоха** испытуемого просят сделать после очередного спокойного выдоха максимальный выдох в спирометр. По шкале спирометра определяют резервный объем выдоха. Повторяют измерения несколько раз и вычисляют среднюю величину.

**Резервный объем вдоха** можно определить двумя способами: вычислить и измерить спирометром. Для его вычисления необходимо из величины ЖЕЛ вычесть сумму дыхательного и резервного объемов воздуха. При измерении резервного объема вдоха спирометром в него набирают определенный объем воздуха и испытуемый после спокойного вдоха делает максимальный вдох из спирометра. Разность между первоначальным объемом воздуха в спирометре и объемом, оставшимся там после глубокого вдоха, соответствует резервному объему вдоха.

Для определения **остаточного объема** воздуха пока не существует прямых методов, поэтому используют косвенные. Считают, что в норме остаточный объем составляет 25—30% от величины ЖЕЛ.

**Результаты работы и их оформление.** Полученные данные запишите в тетрадь. Сравните величину ЖЕЛ, измеренную спирометром, с должной ЖЕЛ, найденной по номограмме. Рассчитайте остаточный объем, а также емкости легких: общую емкость легких, емкость вдоха и функциональную остаточную емкость [4].

### Пневмотахометрия

Этот метод применяют для определения максимальной скорости воздушного потока при форсированном вдохе или выдохе. Полученные при пневмотахометрии показатели принято называть мощностью вдоха или выдоха. Количественные значения этих показателей колеблются в широких пределах, что зависит как от индивидуальных особенностей дыхательной системы, так и от типа пневмотахометра, поэтому их оценка при однократном исследовании затруднительна. Ценность этого метода значительно повышается при сравнении результатов повторных исследований у одного и того же испытуемого.

#### Задание.

Ознакомьтесь с устройством пневмотахометра, определить у испытуемого максимальную скорость потока воздуха при вдохе и выдохе.

**Материалы и оборудование:** пневмотахометр, спирт, вата. Объект обследования-человек.

#### Методика проведения работы

Пневмотахометр (рисунок 10) представляет собой дифференциальный пневмоманометр, по шкале которого можно определить скорость воздушного потока в м/сек.

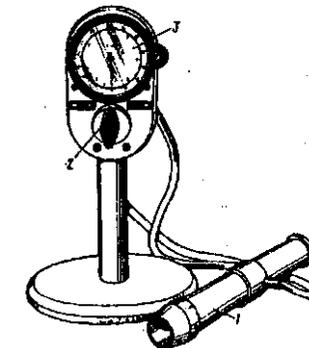


Рисунок 10 - Пневмотахометр:

1 - дыхательная трубка, 2 - переключатель «вдох» и «выдох»,  
3 - шкала прибора

Исследования выполняют при положении испытуемого стоя. Перед исследованием мундштук протирают ватой со спиртом. Для измерения мощности вдоха испытуемый после полного выдоха делает форсированный вдох через датчик пневмотахометра. При измерении мощности выдоха испытуемый из положения максимального вдоха делает форсированный выдох через датчик пневмотахометра. Каждую операцию повторяют 5 раз. Мощность вдоха и выдоха определяют по максимальным показателям пневмотахометра.

Максимальная объемная скорость выдоха у взрослого человека составляет 4-6 м/с. Должная объемная скорость выдоха (ДОСВ) определяется расчетным путем по формуле:

$$\text{ДОСВ} = \text{ЖЕЛ} \times 1,25$$

Величина объемной скорости вдоха несколько ниже, но не меньше 3 м/с в норме.

Пневмотахометрия широко используется в клинической практике для оценки проходимости бронхиального дерева. Если скорость выдоха ниже 1,5 м/с - это указывает на выраженную непроходимость воздуха по бронхиальному дереву.

**Результаты работы и их оформление.** Результаты пневмотахометрии запишите в тетрадь. Сравните результаты пневмотахометрии у разных испытуемых. Определите индивидуально ДОСВ [4].

#### Лабораторная работа № 4

Комбинированная проба состояния  
ССС и дыхания (по Серкину)

#### **Задание.**

Освоить комбинированную пробу Серкина.

**Материалы и оборудование:** тонометр, секундомер, испытуемый

#### **Методика проведения работы.**

Комбинированная проба Серкина состоит из трех этапов:

- 2) задержка дыхания на вдохе в положении сидя,
- 3) задержка дыхания на вдохе сразу после 20 приседаний, выполненных за 30 с,
- 4) задержка дыхания на выдохе в положении сидя.

Таблица 8 - Оценка пробы Серкина

Контингент и испытуемых	Этапы		
	1	2	3
Здоровые, тренированные	45-60с	более 50% 1 этапа	Более 100% 1 этапа
Здоровые, нетренированные	35-45 с	30%-50% 1 этапа	70%-100% 1 этапа
Лица имеющие заболевания ССС и дыхательной систем	25-35 с	менее 30% 1 этапа	менее 30% 1 этапа

Длительность задержки дыхания значительно уменьшается при нарушении дыхания и ССС.

**Результаты работы и их оформление.** Полученные результаты запишите в тетрадь. Сравните результаты с нормой.

#### Лабораторная работа № 5

Комбинированная проба состояния ССС и дыхания (по Мартини - Кушелевскому)

#### **Задание**

Освоение данного метода оценки функционального состояния ССС и дыхательной систем.

**Материалы и оборудование:** тонометр, секундомер, испытуемый.

#### **Методика проведения работы.**

В оценке состояния здоровья учащейся молодежи чаще всего используется эта проба.

Вначале испытуемый отдыхает 10 мин в положении сидя. Затем в течение 1 мин подсчитывается частота дыхания (ЧД), частота пульса (ЧСС) за 10с до тех пор, пока одна из цифр не менее 3 раз повторится.

Например: пульс 16,15,15,15ударов за 10с.

Затем на левое плечо накладываем манжетку и спустя 1-1,5 мин измеряем АД. После этого испытуемый делает 20 глубоких приседаний за 30 сек. В первые Юс 1-ой мин восстановительного периода подсчитываем пульс, после чего в течение 40с измеряем АД в интервале 10-50сек, затем снова подсчитываем пульс по 10-секундным отрезкам до т.е. лучения цифр исходной частоты. Одновременно определяем ЧД за 1, 2, 3-ю минуты восстановительного периода.

На основании полученных результатов ЧСС, АД определяем показатель качества реакции (ПКР).

$$\text{ПКР} = (\text{ПД1} - \text{ПД2}) / (\text{П1} - \text{П2}),$$

где

ПД1 - пульсовое давление до нагрузки,

ПД2 - пульсовое давление после нагрузки,

П1 - пульс до нагрузки в мин,

П2 - пульс после нагрузки в мин.

Например:

$$\text{ПД1} = 100/70 - 30 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$\text{ПД2} = 125/55 - 70 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$\text{П1} = 90 \text{ мин}$$

$$\text{П2} = 120 \text{ мин}$$

$$\text{ПКР} = (70 - 40) / (120 - 90) = 1$$

У здоровых людей ПКР находится в пределах от 0,5 до 1. У лиц, которые постоянно занимаются физическими упражнениями^ отмечается экономизация кардиореспираторной системы.

#### РАЗДЕЛ 4 ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Академик И. П. Павлов в своей речи о значении работ по пищеварению говорил: «Недаром над всеми явлениями человеческой жизни господствует забота о насущном хлебе. Он представляет ту насущную связь, которая соединяет все живые существа, в том числе и человека, со всей остальной окружающей их природой. Пища которая попадает в организм и здесь измельчается, распадается, олицетворяет собой жизненный процесс во всем его организме, от элементарнейших физических свойств организма, как закон тяготения, инерции и т.д. вплоть до высочайших проявлений человеческой природы».

##### Система органов пищеварения. Общие данные

Система органов пищеварения состоит из пищеварительного канала и пищеварительных желез.

Пищеварительный канал имеет длину около 8-10 м и подразделяется на следующие разделы: полость рта, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку. В строении различных отделов отмечаются как сходные черты, так и особенности

Стенка пищеварительного канала на большей части своего протяжения имеет три слоя: внутренний - слизистая оболочка с подслизистым слоем, средний - мышечная и наружный - серозная оболочка.

Слизистая оболочка выстлана эпителием, снаруж от которого

находится соединительная ткань с тонкой прослойкой гладких мышечных волокон. В слизистой оболочке проходит много кровеносных сосудов, вследствие чего она имеет розовую окраску. Многочисленные мелкие железы, находящиеся в толще этой оболочки (и в подслизистом слое) выделяют на ее поверхность вязкий секрет - слизь. Слизь смачивает всю поверхность слизистой оболочки пищеварительного канала, чем облегчает передвижение пищи и предохраняет слизистую оболочку от вредного воздействия твердых частиц пищи и различных химических веществ.

В слизистой оболочке некоторых отделов канала имеются также многочисленные железы, в секрете которых содержатся особые вещества - ферменты, участвующие в процессе переваривания пищи (железы желудка, железы тонкой кишки).

Подслизистый слой хорошо выражен в стенке пищевода, желудка и кишечника, он состоит из рыхлой соединительной ткани и соединяет слизистую оболочку с мышечной. В этих отделах пищеварительного канала слизистая оболочка образует многочисленные складки

В начальном отделе пищеварительного канала имеются скопления лимфоидной ткани - миндалины, выполняющие защитную функцию.

В пищеварительном канале, начиная с пищевода, в слизистой оболочке содержатся лимфатические узелки, играющие защитную роль.

Мышечная оболочка пищеварительного канала на большей части его протяжения состоит из двух слоев:

- 1) внутреннего - с круговыми мышечными волокнами;
- 2) наружного - с продольными мышечными волокнами

В стенке глотки и верхнего слоя пищевода, а также в толще языка и мягкого неба находится поперечнополосатая мышечная ткань. В других отделах пищеварительного канала мышечная оболочка состоит из гладкой мышечной ткани.

Благодаря сокращению мышечной оболочки пища проводится по пищеварительному каналу.

Серозная оболочка, покрывающая органы пищеварения, находящиеся в брюшной полости, называется брюшиной. Она блестящая, беловатого цвета, увлажнена серозной жидкостью и состоит из соединительной ткани, которая выстлана однослойным эпителием (мезотелием). Глотка и пищевод снаружи покрыты не брюшиной, а слоем соединительной ткани, который называется адвентицией.

Пищеварительные железы выделяют секреты пищеварительные соки, содержащие ферменты и другие вещества, участвующие в химической обработке пищи. Помимо мелких желез, находящихся в слизистой оболочке пищеварительного канала, имеются крупные железы: слюнные, печень, поджелудочная железа. Эти железы лежат вне пищеварительного канала, но сообщаются с ним своими протоками.

Все отделы пищеварительного канала и пищеварительные железы снабжены нервными волокнами и их окончаниями. В стенках многих органов пищеварения (желудок, тонкая кишка и др.) имеются нервные сплетения, в состав которых входят не только нервные волокна, но и нервные клетки. Окончания чувствительных нервных волокон воспринимают различные раздражения пищи: вкусовые, температурные, механические (например, давление пищи на стенку желудка) и др. Двигательные нервные волокна оканчиваются в мышечной оболочке органов пищеварения и регулируют ее сокращения, например вызывают усиление или замедление перистальтики кишечника. Нервы пищеварительных желез регулируют секрецию и выделение пищеварительных соков (слюны, желудочного сока и др.).

Нервная система не только регулирует деятельность каждого органа, но и осуществляет связь между ними. Так, во время глотания через нервную систему обеспечивается согласованное сокращение мышц; языка, мягкого неба, глотки и пищевода, благодаря чему пища переходит из полости рта в глотку, а затем в пищевод и желудок. В ответ на раздражение пищей нервных окончаний слизистой оболочки полости рта происходит отделение слюны, желудочного и поджелудочного сока.

#### **Значение пищеварения**

Организм нуждается в регулярном поступлении пищи. В пище содержатся питательные вещества: белки, углеводы и жиры. Кроме того, в состав пищи входят вода, минеральные соли и витамины. Питательные вещества необходимы для построения живого вещества тканей тела и служат источником энергии, за счет которой совершаются все жизненные процессы (сокращения мышц работа сердца, нервная деятельность и т. д.). Короче говоря, питательные вещества являются для организма пластическим и энергетическим материалом. Вода, минеральные соли и витамины не являются питательными веществами и источником энергии, но входят в состав клеток и тканей и участвуют в различных жизненных процессах.

Белки, углеводы и жиры пищи представляют собой сложные

органические вещества и в таком виде организмом не усваиваются. В пищеварительном канале пища подвергается механическим и химическим воздействиям, в результате чего питательные вещества расщепляются на более простые и растворимые в воде вещества, которые всасываются в кровь или лимфу и усваиваются организмом. Этот процесс обработки пищи в пищеварительном канале называется пищеварением. Механическая обработка пищи состоит в ее размельчении и перетирании, что способствует перемешиванию с пищеварительными соками (разжижению пищи) и последующей химической обработке. Химическая обработка - расщепление сложных веществ на более простые - происходит под воздействием особых веществ, содержащихся в пищеварительных соках, - пищеварительных ферментов.

Вода, минеральные соли и витамины не подвергаются в пищеварительном канале специальной обработке и всасываются в том виде, в каком поступают.

#### **Пищеварительные ферменты**

Пищеварительные ферменты, как и все другие ферменты (внутриклеточные, дыхательные и др.) нашего организма, представляют собой сложные органические вещества, выполняющие роль катализаторов, т. е. ускорителей химических реакций. Существует несколько видов пищеварительных ферментов. Они обладают специфичностью действия: каждый фермент участвует в расщеплении определенного питательного вещества. Поэтому все ферменты пищеварительных соков подразделяют на три группы: расщепляющие белки; расщепляющие углеводы; расщепляющие жиры. На активность ферментов влияет реакция среды, например ферменты желудочного сока действуют только в кислой среде, а кишечного - в щелочной. Каждый пищеварительный сок содержит определенные ферменты. Характерно, что небольшое количество ферментов оказывает действие на большое количество питательных веществ, так как, участвуя в переваривании пищи, они не изменяются и вступают снова в реакцию. Специфичность обработки пищи ферментами состоит также в том, что имеет место высокая скорость процессов расщепления органических веществ при относительно невысокой температуре (тела).

#### **Питательные вещества**

Питательные вещества - белки, углеводы и жиры - являются жизненно необходимыми составными частями пищи.

**Белки** - самые сложные питательные вещества. Их молекулы очень крупные; они построены из аминокислот. Всего известно 28

аминокислот. В разных тканях и организмах много разнообразных белков, они отличаются друг от друга по составу входящих в них аминокислот и способу их соединения, а следовательно, и по свойствам.

Белки пищи необходимы организму преимущественно в качестве пластического материала, т. е. идут на построение живого вещества клеток, составляя основу различных клеточных структур. В этом отношении они не могут быть заменены другими питательными веществами. В состав белков входят углерод, водород, кислород, азот, сера и фосфор. В силу того что в белках имеется азот, их называют азотсодержащими веществами. Другие питательные вещества азота не содержат. В процессе пищеварения под воздействием ферментов белки расщепляются на промежуточные продукты - пептоны, которые в свою очередь распадаются на менее сложные вещества - аминокислоты. Аминокислоты хорошо растворимы в воде, могут всасываться в кровь и усваиваться организмом. Принято разделять аминокислоты на заменимые и незаменимые. Первые могут синтезироваться в организме из других аминокислот, вторые не могут синтезироваться в организме и должны поступать в составе белков пищи. По составу входящих в белки аминокислот они подразделяются на полноценные и неполноценные. Полноценные белки содержат все аминокислоты, необходимые организму, неполноценные - только часть их. Наиболее ценными по составу аминокислот являются белки мяса, молока и яиц. Белки растительного происхождения содержат, как правило, только часть необходимых для человеческого организма аминокислот. Исключение составляют белки картофеля и некоторых бобовых растений, - они являются полноценными белками. В составе пищи должны быть разнообразные белки, благодаря этому лучше удовлетворяется потребность организма в различных аминокислотах.

**Углеводы** являются основным источником энергии и входят в состав тканей. Они состоят из углерода, водорода и кислорода, причем водород и кислород находятся в таких же соотношениях, как в воде. В зависимости от сложности химического строения различают три группы углеводов: моносахариды (виноградный сахар, или глюкоза), дисахариды (тростниковый сахар) и полисахариды (крахмал, гликоген и др.). В процессе пищеварения сложные углеводы расщепляются на моносахариды, которые хорошо растворяются, всасываются и усваиваются организмом. Основным источником углеводов являются пищевые продукты растительного происхождения (хлеб, овощи, фрукты).

**Жиры** являются богатым источником энергии и необходимы для построения различных тканей. В состав жиров входят те же химические элементы, что и в углеводы, но только в других соотношениях. Имеется много видов жиров. Молекулы жиров построены из глицерина и жирных кислот. Свойства различных жиров зависят от состава входящих в них жирных кислот. Всего известно около 60 жирных кислот, они подразделяются на насыщенные (стеариновая и др.) и ненасыщенные (олеиновая, линолевая, арахидиновая и др.). Наиболее распространенными жирными кислотами являются олеиновая (в растительных жирах), пальмитиновая (в сливочном масле и др.) и стеариновая (входит в состав сала и др.). Человеческий организм нуждается в поступлении различных жирных кислот, поэтому пища должна содержать жиры как животного, так и растительного происхождения. При этом необходимо учитывать, что некоторые ненасыщенные жирные кислоты в организме человека не синтезируются и поступают в составе жиров пищи, преимущественно в растительных маслах.

В процессе пищеварения жиры расщепляются на глицерин и жирные кислоты. При этом жирные кислоты вступают в химическую реакцию с имеющимися в тонкой кишке щелочами и образуют мыла, которые хорошо растворяются и всасываются.

В состав тканей входят еще так называемые жироподобные вещества (липоиды). Кроме углерода, водорода и кислорода, они содержат фосфор и другие элементы. К числу липоидов относятся лецитин и холестерин. В большом количестве жироподобные вещества находятся в нервной ткани, крови и костном мозгу. Холестерин сходен по своему составу с витамином, гормонами коркового вещества надпочечников и половыми гормонами и участвует в их синтезе. Сравнительно большое количество липоидов содержится в яичном желтке, молоке и икре.

Питательные вещества обычно поступают в организм не в чистом виде, а в составе смешанной пищи. Большая часть пищевых продуктов (мясо, хлеб, молоко и др.) содержит все питательные вещества, но только в разных количествах.

### **Слюнные железы**

В слизистой оболочке полости рта находятся многочисленные мелкие **железы** (губные, щечные, небные, язычные); они выделяют секрет, содержащий слизь, на поверхность слизистой оболочки. Кроме того, имеются три пары крупных слюнных желез - околоушная, подчелюстная и подъязычная железы, протоки которых открываются также в полость рта.

Околоушная железа (glandula parotis) находится книзу и впереди от наружного слухового прохода. Проток этой железы идет по наружной поверхности жевательной мышцы, затем прободает щечную мышцу и открывается в преддверие рта на слизистой оболочке щеки.

Подчелюстная железа располагается под диафрагмой рта в подчелюстной ямке. Проток этой железы ложится на верхнюю поверхность диафрагмы рта и открывается в собственно полость рта, под языком на слюнном сосочке.

Подъязычная железа находится под языком на диафрагме рта, сверху покрыта слизистой оболочкой, которая над железой образует складку (подъязычную). Железа имеет один крупный проток и несколько мелких. Крупный выводной проток открывается вместе с протоком подчелюстной железы на слюнном сосочке, мелкие протоки - на подъязычной складке.

Секрет слюнных желез называется слюной.

#### **Пищеварение в полости рта**

В полости рта определяются вкусовые свойства пищи, ее температура и консистенция и одновременно начинается процесс пищеварения: пища подвергается механической и химической обработке. Механическая обработка состоит в том, что пища измельчается и перетирается зубами во время жевания. Одновременно пища перемешивается и смачивается слюной, образуется пищевой комок. Химическая обработка заключается в воздействии на пищу ферментов слюны.

Состав и действие слюны. Слюна - прозрачная жидкость щелочной реакции. Она содержит 98,5 - 99 % воды и 1 - 1,5 % органических и неорганических веществ. В состав слюны входят тягучее слизистое вещество - муцин и два фермента - пتيالлин и мальтаза. Муцин обволакивает пищу в полости рта - образуется пищевой комок, который легко проглатывается. Ферменты слюны оказывают химическое действие на крахмал, способствуют превращению его в простой сахар.

Это действие продолжается в желудке, пока пищевой комок не пропитается кислым желудочным соком. Ферментов, расщепляющих жиры и белки, в слюне нет.

В течение суток у человека выделяется 600-800 мл слюны. Следует иметь в виду, что не только количество, но и состав слюны изменяется в зависимости от характера пищи и ее физических и химических свойств. В опытах на собаках установлено, например, что на сухую пищу выделяется значительно больше слюны, чем на

жидкую. Для слюноотделения у человека сухость пищи имеет меньшее значение. Сильно возбуждает секрецию слюны у человека раздражение ротовой полости кислотой и питье воды; способствует рефлекторно слюноотделению также акт жевания (чем лучше пережевывается пища, тем больше выделяется слюны). Характерно, что у собак слюноотделение происходит только во время приема пищи. У человека слюна выделяется постоянно и между приемами пищи, правда, в небольшом количестве.

Регуляция слюноотделения. Деятельность слюнных желез была изучена И. П. Павловым и его учениками. И П Павлов разработал методику наложения постоянной (хронической) фистулы, позволяющую получать чистую слюну для определения ее количества и качества. Эта методика состоит в том, что у животных выводят отверстие протока той или иной слюнной железы (чаще всего околоушной) из полости рта наружу и вшивают его в кожу. Через выведенное отверстие слюна изливается наружу и собирается в пробирку. Животные с постоянной фистулой живут годами. При изучении слюноотделения у людей пользуются специальной металлической капсулой, которая присасывается к слизистой оболочке полости рта вокруг отверстия протока слюнной железы. С капсулой соединена резиновая трубочка, по которой слюна вытекает наружу.

Методика, предложенная И. П. Павловым, позволила установить, что регуляция деятельности слюнных желез осуществляется рефлекторно - нервной системой. Пища в полости рта раздражает чувствительные нервные окончания, в частности вкусовые рецепторы. По вкусовым чувствительным нервным волокнам (из язычного и языкоглоточного нервов) возбуждение (нервные импульсы) передается в центральную нервную систему, в данном случае в продолговатый мозг, где находится центр слюноотделения. Из центра слюноотделения нервные импульсы по центробежным (секреторным) нервам идут к слюнным железам и вызывают слюноотделение. Так осуществляется безусловный рефлекс слюноотделения. Передача нервных импульсов к слюнным железам происходит по парасимпатическим (из лицевого и языкоглоточного нервов) и симпатическим нервным волокнам. В специальных опытах на животных установлено, что при раздражении парасимпатических волокон, идущих к железам, происходит обильное отделение жидкой слюны, а при раздражении симпатических волокон выделяется небольшое количество густой слюны. Секреция слюны может происходить не только после введения пищи в рот, но, как мы уже

упоминали, и при виде пищи, ощущении ее запаха, а у человека и при разговоре о ней. В таких случаях имеет место условнорефлекторное слюноотделение, при котором дуга рефлекса замыкается в коре головного мозга.

На секрецию слюны влияют некоторые химические, например лекарственные, вещества. Так, применяемый в медицинской практике пилокарпин может вызвать обильное слюноотделение, а атропин, наоборот, уменьшает секрецию слюнных желез.

#### **Акт глотания**

Как уже говорилось, в полости рта пища размельчается, перемешивается и смачивается слюной. При раздражении пищевым комком или жидкой пищей рецепторов заднего отдела полости рта (мягкое небо, зев), а затем рецепторов глотки нервные импульсы по чувствительным нервным волокнам передаются в центр глотания, находящийся в продолговатом мозгу, а оттуда по двигательным нервным волокнам - к мышцам, участвующим в акте глотания.

Глотание - сложное движение, в котором участвуют мышцы языка, дна полости рта, мягкого неба, глотки и пищевода. Во время глотания ротовое отверстие закрывается, мягкое небо приподнимается и отделяет носоглотку от остальной части глотки, гортань вместе с подъязычной костью поднимается вверх, язык отодвигается назад и проталкивает пищевой комок. При этом надгортанник закрывает вход в гортань, благодаря чему пища в дыхательные пути не попадает.

Проглоченный пищевой комок через зев поступает в глотку, а из нее по пищеводу - в желудок.

Продвижение пищевого комка по глотке и пищеводу происходит в результате сокращения мышечной оболочки этих органов.

#### **Пищеварение в желудке**

С целью изучения состава и количества желудочного сока, характера его действия на пищу и механизма сокоотделения в желудке производились различные наблюдения. П. П. Павлов на животных (собаках) разработал операцию создания изолированного желудочка, что позволило получать чистый желудочный сок и изучать его состав. При этой операции из стенки желудка выкраивается лоскут, из которого сшивается в виде мешочка маленький желудочек. Разрезы на желудке производят так, что нервы, идущие к маленькому желудочку, сохраняются. Собаки, перенесшие операцию образования маленького желудочка, живут годами. Во время еды пища в маленький желудочек не попадает, но желудочный

сок в нем выделяется одновременно и так же, как в большом желудке, в котором происходит переваривание пищи. Чистый желудочный сок, без примеси пищевых масс, из малого желудочка через фистулу выводится наружу. По характеру сокоотделения в малом желудочке можно судить вообще о желудочном сокоотделении. Для изучения пищеварения в желудке применялись и другие опыты (опыты мнимого кормления, опыты с механическим раздражением стенки желудка и др.).

Изучение содержимого желудка у человека производят с помощью желудочного зонда - специальной резиновой трубки различного диаметра. Применяются и другие методы исследования функции желудка, в частности рентгенологические. В результате многочисленных наблюдений выяснен характер желудочного пищеварения.

Пища в зависимости от состава находится в желудке от 3 до 8-10 часов и подвергается механической и химической обработке.

Жидкая пища проходит из желудка в тонкую кишку быстрее, чем твердая. Пища, содержащая большое количество белков, задерживается в желудке дольше, чем пища, богатая углеводами. Дольше всего задерживается в желудке жирная пища.

Состав и действие желудочного сока. Желудочный сок представляет собой прозрачную жидкость кислой реакции. В его состав входят ферменты, соляная кислота, слизь и другие органические и неорганические вещества. Главным ферментом желудочного сока является пепсин. Кроме пепсина, в желудочном соке содержится сычужный фермент, или химозин, и липаза.

Пепсин расщепляет белки на промежуточные вещества - пептоны и альбумозы. Следует помнить, что пепсин действует только в кислой среде.

Сычужный фермент створаживает молоко, благодаря чему оно дольше задерживается в желудке и подвергается перевариванию. Это имеет особенно большое значение в грудном возрасте.

Желудочная липаза переваривает жиры, расщепляет их на жирные кислоты и глицерин. Однако она действует только на эмульгированные жиры, например на жир молока, который взвешен в виде мельчайших капелек.

Ферментов, расщепляющих углеводы, в составе желудочного сока нет. Но в желудке в течение 30-40 мин продолжает оказывать действие фермент слюны - пталин, пока пищевой комок не пропитается кислым желудочным соком.

Соляная кислота - важная составная часть желудочного сока.

Она повышает активность его ферментов и, кроме того, обладает бактерицидным действием, т. е. способностью убивать бактерии.

В составе желудочного сока содержится от 0,3 до 0,5 % соляной кислоты. Для ее образования необходима поваренная соль, которую человек принимает с пищей. При некоторых заболеваниях желудка наблюдается понижение или повышение содержания соляной кислоты в желудочном соке; при этом изменяется активность пепсина.

Количество и состав желудочного сока изменяются в зависимости от характера пищи. В лаборатории И.П Павлова прослежена секреция желудочного сока после приема хлеба, мяса и молока. В хлебе содержится много углеводов, в мясе - белков, а молоко относится к смешанной пище. Основные изменения в характере выделения желудочного сока, установленные в связи с приемом различной пищи, представлены в таблице 9. Количество выделенного секрета пропорционально также количеству принятой пищи. В сутки у человека выделяется до 2 л желудочного сока.

Регуляция отделения желудочного сока. Регуляция деятельности желез желудка осуществляется нервной системой и гуморальным путем. Различают две фазы в деления желудочного сока: рефлекторную и химическую (гуморальную). В первой фазе отделение желудочного сока происходит рефлекторно в ответ на следующие раздражения: вид и запах пищи; действие пищи на рецепторы, находящиеся в полости рта; механическое действие пищи на стенки желудка.

Таблица 9 - Изменения в характере выделения желудочного сока

Количество сока	Содержание соляной кислоты	Содержание ферментов в (главным образом пепсина)	Продолжительность отделения сока
Наибольшее - при еде мяса	Наибольшее - при еде мяса	Наибольшее - при еде хлеба	Наибольшая - при еде хлеба
Меньшее - при еде хлеба	Меньшее - при питье молока.	Меньшее - при еде мяса	Меньшая - при еде мяса
Еще меньше - при питье молока	Еще меньше - при еде хлеба	Еще меньше - при питье молока	Еще меньше - при питье молока

Выделение сока в ответ на вид и запах пищи предшествует еде и носит условнорефлекторный характер. Желудочный сок,

выделяющийся при этом, И. П Павлов назвал аппетитным, или «запальным». Этот сок очень богат ферментами и, следовательно, обладает большой переваривающей силой. Выделение «запального» сока обусловлено ощущением аппетита, что является необходимым условием нормального пищеварения.

Выделение сока во время еды связано с тем, что пища раздражает чувствительные нервные окончания слизистой оболочки полости рта. Нервное возбуждение по чувствительным нервам передается в продолговатый мозг, а оттуда по секреторным нервам — к железам желудка и вызывает выделение желудочного сока. Секреторные волокна для желез желудка отходят от блуждающего нерва. Соковыделение в ответ на раздражение рецепторов полости рта происходит по принципу безусловного рефлекса. Наличие такого механизма соковыделения доказано К. П. Павловым в опытах «мнимого» кормления на собаках.

Опыт состоит в том, что у животного перерезают пищевод в области шеи и оба его конца пришивают к коже. Перерезка пищевода обычно осуществляется одновременно с наложением постоянной фистулы желудка. У такой собаки во время еды пища вываливается в отверстие пищевода на шее и в желудок не попадает. Однако желудочный сок выделяется. Если предварительно у животного перерезать блуждающие нервы, то желудочного соковыделения в опытах с «мнимым» кормлением не происходит. Все это доказывает рефлекторный характер регуляции соковыделения в желудке. В ответ на раздражение рецепторов полости рта желудочный сок начинает выделяться через 5-6 минут после начала еды.

Отделение желудочного сока в ответ на механическое раздражение стенок желудка происходит также по принципу безусловного рефлекса. Пища, оказывая давление на стенки желудка, возбуждает заложенные в них рецепторы. Нервное возбуждение передается по нервам в продолговатый мозг, а оттуда к железам желудка, выделяющим сок.

Химическая, фаза выделения желудочного сока обусловлена влиянием некоторых химических веществ на секрецию желез желудка и наступает через 15-20 минут после начала еды. Обильное выделение желудочного, сока имеет место после приема мясного бульона и отвара овощей, которые содержат так называемые экстрактивные вещества. Возбудителями секреции. Некоторые вещества оказывают не возбуждающее, а, наоборот, тормозящее влияние на деятельность желез желудка. Таким веществом, в частности, является жир, который задерживает желудочное соковыделение.

крови является необходимым и обязательным условием жизнедеятельности всех тканей организма. У человека и теплокровных животных обмен веществ в клетках, между клетками и тканевой жидкостью, а также между тканями (тканевой жидкостью) и кровью происходит нормально при условии относительного постоянства внутренней среды организма (кровь, тканевая жидкость, лимфа).

Постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды организма носит название *гомеостаза*. При заболеваниях наблюдаются различные изменения обмена веществ в клетках и тканях и связанные с этим изменения состава и свойств крови. По характеру этих изменений можно в известной мере судить о самой болезни. Поэтому при подробном медицинском исследовании производят анализ крови.

Следует отметить, что часть крови не циркулирует по кровеносным сосудам, а находится в так называемых депо крови:

в капиллярах селезенки, печени и подкожной клетчатки. Объем циркулирующей крови при различных состояниях организма может увеличиваться и уменьшаться за счет изменения объема депонированной крови. Так, во время мышечной работы и при кровопотерях кровь из депо выбрасывается в кровяное русло.

Общее количество крови может кратковременно увеличиваться после приема большого количества жидкостей и всасывания воды из кишечника. Однако избыток воды из организма у здорового человека сравнительно быстро удаляется через почки. Временное уменьшение количества крови наблюдается при кровопотерях. Быстрая потеря большого количества крови (до  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{2}$  всего объема) может быть причиной смерти.

#### Состав крови

Кровь состоит из форменных, или клеточных, элементов и плазмы. Клетки составляют 40 - 45%, плазма 55 - 60% всего объема крови.

#### Форменные элементы крови

Форменные элементы крови представлены эритроцитами, лейкоцитами и кровяными пластинками

**Эритроциты**, или красные кровяные тельца, содержатся у здорового человека в количестве 4 500 000 - 5 000 000 в 1 мм крови. Они представляют собой безъядерные клетки, по форме напоминающие двояковогнутый диск. Диаметр эритроцитов 7 - 8 мкм, толщина - 1,5 - 2 мкм. В цитоплазме эритроцитов содержится красящее белковое вещество - гемоглобин, который и

обуславливает красный цвет крови. В состав гемоглобина входит железо. Важнейшая функция эритроцитов состоит в том, что они являются переносчиком кислорода. Когда кровь протекает через легкие, гемоглобин эритроцитов поглощает кислород; затем насыщенная кислородом (артериальная) кровь разносится по всему организму. В органах кислород отделяется от гемоглобина и поступает в ткани. Гемоглобин участвует также в переносе углекислоты из тканей в легкие, где она переходит из крови в воздух. Большая часть углекислоты переносится в составе плазмы крови.

Абсолютное содержание гемоглобина у взрослого человека составляет в среднем 12,5—14% от веса крови и достигает 17% (17 г гемоглобина в 100 г крови). При анализе крови определяют обычно относительное содержание гемоглобина. Оно отражает в процентах отношение фактического наличия гемоглобина в 100 г крови к 17 г и колеблется в пределах 70-100%. При некоторых болезненных состояниях содержание гемоглобина в крови изменяется. Так, основным признаком малокровия (анемии) является пониженное содержание гемоглобина. При этом может быть уменьшено количество эритроцитов в крови или понижено содержание гемоглобина в них (иногда и то, и другое).

**Лейкоциты**, или белые кровяные тельца, содержатся у здорового человека в количестве 6000-8000 в 1 мм<sup>3</sup> крови. Они имеют ядра. Диаметр различных лейкоцитов не одинаков. Эти клетки обладают активной подвижностью, в связи с чем форма их меняется. В цитоплазме одних лейкоцитов содержится зернистость, в других ее нет. В зависимости от этого все лейкоциты делят на две группы: зернистые и незернистые.

Зернистые лейкоциты, или гранулоциты, имеют в диаметре 9-12 мкм. Ядра этих лейкоцитов чаще состоят из сегментов, связанных друге другом перемычками (сегментоядерные лейкоциты). Реже встречаются более молодые формы зернистых лейкоцитов, у которых ядро имеет палочкоядерную форму (палочкоядерные лейкоциты) и очень редко - овальную (юные лейкоциты).

Зернистые лейкоциты не одинаковы. В зависимости от того, какой краской, кислой или основной, окрашивается зернистость, выделяют три вида зернистых лейкоцитов: эозинофилы, базофилы и нейтрофилы. Эозинофилы содержат в цитоплазме крупные, одинаковой величины зерна, окрашивающиеся в интенсивно-оранжевый или красный цвет. Базофилы имеют различной величины зерна, красящиеся в синий цвет.

В результате желудочного переваривания пища принимает вид жидкой *или* полужидкой кашицы, имеющей кислую реакцию. При поступлении очередной порции пищевой кашицы в привратниковую часть желудка соляная кислота раздражает рецепторы слизистой оболочки. Это вызывает рефлекторное открытие пилорического сфинктера, и кислая пищевая кашица переходит в двенадцатиперстную кишку (начальный отдел тонкой кишки), в которой среда щелочная. Поступившая с пищевой кашицей соляная кислота раздражает рецепторы слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки, что вызывает рефлекторное закрытие пилорического сфинктера.

## **ТЕМА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА**

Для оценки пищеварения в ротовой полости и желудке человека необходимы такие показатели: результаты работы пищеварительных ферментов слюны и желудочного сока.

### Лабораторная работа № 1

#### Переваривание крахмала ферментами слюны человека

В слюне содержатся амилалитические ферменты - амилаза и мальтаза. Оптимум действия амилазы и мальтазы находится в пределах нейтральной реакции среды при нормальной температуре тела (при 37°).

#### ***Задание.***

Изучить ферментативные свойства слюны человека.

***Материалы и оборудование:*** термостат или водяная баня с температурой 37-38°С, спиртовка, штатив с пробирками, пипетки, слюна, человека, 1%-ный раствор вареного крахмала, 1%-ный раствор сырого крахмала, раствор иода или раствор Люголя, реактив Фелинга, 0,5%-ный раствор HCl, лакмусовая бумага, стеклограф, лед или холодильник.

#### ***Методика проведения работы***

Заблаговременно готовят растворы и реактивы. Для приготовления раствора Люголя необходимо 0,1 г кристаллического йода и 0,15 г KI растереть в ступке пестиком и добавить 150 мл дистиллированной воды. В качестве реактива на крахмал можно использовать 5%-ный спиртовой раствор иода, но его нужно в 8 раз разбавить водой.

Реактив Фелинга состоит из двух растворов, которые готовят и сохраняют отдельно и смешивают в равных объемах только перед употреблением: 1) 5 г NaOH и 17,5 г сегнетовой соли растворяют в 50 мл воды, 2) 3,5 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 50 мл воды.

Собирают слюну с помощью капсулы или естественным путем, выпуская ее через воронку в пробирку. Для постановки опыта необходимо около 10 мл слюны. Нумеруют пробирки, ставят их в штатив и в каждую пробирку отмеривают по 1 мл слюны. Затем в 1-ю пробирку добавляют 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала; 2-ю пробирку нагревают на спиртовке до кипения, охлаждают и добавляют 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала; в 3-ю пробирку добавляют 0,5%-ный раствор HCl до появления стойкого окрашивания лакмусовой бумаги и 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала; в 4-ю-пробирку добавляют 3 мл 1%-ного раствора сырого крахмала; в 5-ю пробирку добавляют 3 мл 1%-ного раствора вареного крахмала. Первые четыре пробирки помещают на 30 мин в термостат или водяную баню при температуре 37-38°С, 5-ю пробирку ставят в холодильник или в стакан со льдом. Через 30 мин содержимое всех пробирок делят на две части (для чего нумеруют еще пять пробирок) и исследуют на наличие крахмала и Сахаров. Содержимое пробирок, некоторых присутствует крахмал, при добавлении 1-2 капель раствора Люголя приобретает синий цвет. При добавлении к содержимому пробирок реактива Фелинга и нагревании их до кипения определяют наличие простых Сахаров, т. е. продуктов расщепления крахмала ферментами слюны. При наличии простых Сахаров содержимое пробирки окрашивается в буро-красный цвет.

***Результаты работы и их оформление.*** Составьте таблицу

Таблица 10 – Результаты исследований

№ пробирок	Содержимое пробирок	Цвет содержимого пробирок после добавления		Результаты опытов
		раствора Люголя	реактива Фелинга	
1	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала			
2	1 мл кипяченной слюны + 3 мл вареного крахмала			
3	1 мл слюны + 0,5%-ный раствор HCl + 3 мл вареного крахмала			
4	1 мл слюны + 3 мл сырого крахмала			
5	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала			

Проанализировав результаты опыта, объясните, почему содержимое пробирок при добавлении раствора Люголя и реактива Фелинга приобретает различную окраску [4].

Лабораторная работа № 2

Исследование ферментативных свойств желудочного сока

За сутки у человека выделяется 2-2,5 л желудочного сока. Основными компонентами желудочного сока являются: соляная кислота, необходимая для создания оптимального значения среды, и протеолитические ферменты (пепсин, гастриксин, ренин). Не менее 95% протеолитической активности желудочного сока обеспечивается пепсином и гастриксином. Кроме этого в желудочном соке имеется липаза, расщепляющая жиры.

**Задание.**

Изучить ферментативные свойства желудочного сока.

**Материалы и оборудование:** водяная баня или термостат, спиртовка, штатив с пробирками, пинцет, натуральный желудочный сок, фибрин или мышцы лягушки (лучше вареные), 0,5%-ный раствор HCl, 0,5%-ный раствор NaHCO<sub>3</sub>, стеклограф, лакмусовая бумага.

**Методика проведения работы**

Нумеруют 4 пробирки и наливают: в 1-ю пробирку-2 мл желудочного сока; во 2-ю-2 мл желудочного сока и кипятят ее на спиртовке; в 3-ю-2 мл желудочного сока и добавляют раствор соды до получения слабощелочной реакции (до синеватого окрашивания

красной лакмусовой бумаги); в 4-ю-2мл 0,5%-ного раствора HCl. Во все пробирки кладут одинаковое количество фибрина (0,1-0,3 г) и помещают их на 30-40 мин в водяную баню или термостат при температуре 38°C.

**Результаты работы и их оформление.** Через 30-40 мин пробирки извлеките из термостата и определите, как изменились кусочки фибрина во всех пробирках. Результаты опыта занесите в таблицу 11 [4].

Таблица 11 - Результаты исследований

№ пробирок	Содержимое пробирок	Состояние кусочков фибрина	Причины изменения фибрина в пробирках
1	2 мл желудочного сока + фибрин		
2	2 мл кипяченого желудочного сока + фибрин		
3	2 мл желудочного сока + раствор NaHCO <sub>3</sub> + фибрин		
4	2 мл 0,5%-ного раствора HCl + фибрин		

## Л и т е р а т у р а

1. Практикум по нормальной физиологии: Учебное пособие для мед. ВУЗов / Под ред. проф. Н.А. Агаджаняна и А.В. Коробкова.- М.: Высш. школа, 1983 .- 323 с.
2. Руководство к практическим занятиям по физиологии: Учебное пособие / Под ред. проф. Г. И. Красицкого и проф. В.А Полянцева.- М: Медицина, 1986.-288с.
3. Физиология человека / Под ред. проф. Косицкого.- М.: Медицина.- 1985.- 544с.
4. Нормальная физиология / Под ред. проф. А.В. Коробкова.- М.: Высш. школа, 1980 .- 423 с.
5. Общий курс физиологии человека и животных: %2 книгах / Под ред. проф. А.Д. Ноздрачева.- М.: Высш. школа, 1991 .- 825с.
6. Основы физиологии человека в 2 книгах / Под ред. проф. Б.И. Ткаченко. - М.: Медицина, 1985.- 544с.
7. Методические указания к практическим занятиям по нормальной физиологии, раздел 1-4 / Под ред. проф. А.И. Куб.- Мн.: Арко, 1989- 134с.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

### Практическое руководство по выполнению лабораторных работ для студентов биологических специальностей вузов

Авт.-сост.: **Калугин Алексей Савельевич**  
**Тороп Елена Ивановна**

В авторской редакции

ЛИ №02330/0133208 от 30.04.04

Подписано в печать 01.11.04. Формат 60x84 1/16.

Бумага писчая № 1. Гарнитура Тайме. Усл. печ. л. 4,8. Уч.-изд. л. 4,55.

Тираж 30 экз. Заказ 78.

Учреждение образования  
«Гомельский государственный  
университет имени Ф.Скорины»  
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

Отпечатано с оригинала-макета на ризографе  
учреждения образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Ф.Скорины»

ЛП № 02330/0056611 от 16.02.04  
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

Нейтрофилы имеют мелкую пылевидную зернистость, которая воспринимает и кислые и основные краски и окрашивается в светло-фиолетовый цвет.

Незернистые лейкоциты, или агранулоциты, не содержат в цитоплазме зерен. Различают две формы этих клеток: лимфоциты и моноциты. Лимфоциты - мелкие клетки, диаметром 6,5 - 8,5 мкм, с круглым ядром, вокруг которого расположен тонкий ободок цитоплазмы. Моноциты - более крупные клетки, диаметром 12-20 мкм, имеют бобовидное, реже овальное ядро.

Соотношение разных видов зернистых и незернистых лейкоцитов в крови здорового человека сравнительно постоянно. Это соотношение носит название лейкоцитарной формулы и выражается в процентах следующим образом (таблица 1).

Таблица 1 - Соотношение различных видов лейкоцитов в процентах

Зернистые лейкоциты			Незернистые лейкоциты			
нейтрофилы			эозинофилы	базофилы	лимфоциты	моноциты
юные	палочкоядерные	Сегментно-ядерные				
До 1	3-4	60-70	2-5	0,5-1	20-25	6-8

При многих заболеваниях изменяется как общее количество лейкоцитов, так и процентное соотношение различных их видов. Большинство болезней протекает с повышенным количеством белых кровяных телец. Такое явление называется лейкоцитозом. При некоторых болезнях, наоборот, наблюдается уменьшение числа лейкоцитов - лейкопения. Процентное соотношение групп лейкоцитов изменяется при различных заболеваниях по-разному. Так, при одних заболеваниях увеличивается процентное содержание эозинофилов (такое состояние называется эозинофилией), при других - нейтрофилов (нейтрофилия) и т. д. В частности, эозинофилия бывает при глистных заболеваниях и при скарлатине.

Кратковременные изменения лейкоцитов имеют место и у здорового человека. Например, лейкоцитоз наблюдается после приема пищи и при физической работе.

Лейкоциты выполняют в организме защитную функцию. Они обладают свойством фагоцитоза, т. е. захватывают и уничтожают бактерии и другие органические частицы, причем могут проходить через стенки сосудов и передвигаться в тканях к месту воспаления. Есть данные, которые указывают на то, что лейкоциты выделяют в плазму крови ферменты и другие вещества, способствующие борьбе с возбудителями болезней, попадающими в организм. Открыл защитную роль лейкоцитов и, как было отмечено ранее, создал учение о фагоцитозе великий русский ученый И. И. Мечников (1845 - 1916).

**Кровяные пластинки, или тромбоциты**, - очень мелкие, диаметром 2 - 3 мкм, неправильной формы образования. Они содержат вещество тромбопластин, принимающее участие в процессе свертывания крови. Количество тромбоцитов непостоянно и колеблется от 100 000 до 300 000 в 1 мм<sup>3</sup> крови. Резкое уменьшение числа тромбоцитов называется тромбопенией. При тромбопении понижается свертываемость крови.

#### Плазма крови

Плазма представляет собой вязкую белковую жидкость слегка желтоватого цвета. В ней взвешены клеточные элементы крови. В состав плазмы входит 90-92% воды и 8-10% органических и неорганических веществ. Большую часть органических веществ составляют белки крови: альбумины, глобулины и фибриноген. Помимо этого, в плазме содержатся глюкоза, жир и жироподобные вещества, аминокислоты, различные продукты обмена (мочевина, мочевая кислота и др.), а также ферменты и гормоны. Неорганические вещества (соли натрия, калия, кальция и др.) составляют около 0,9-1% плазмы крови. Концентрация различных солей в плазме относительно постоянна. Минеральные вещества, особенно хлористый натрий (ионы натрия и хлора), играют основную роль в поддержании относительного постоянства осмотического давления крови. Плазма крови находится во взаимосвязи с тканевой жидкостью организма: из плазмы в ткани переходят все вещества, необходимые для жизнедеятельности, а обратно - продукты обмена. Во всех тканях у здорового человека также поддерживается относительное постоянство осмотического давления. Состав плазмы крови имеет большое значение для поддержания относительного постоянства химической реакции крови (рН крови в среднем 7,4). При некоторых состояниях организма наблюдается смещение реакции крови в кислую сторону (ацидоз) или в щелочную сторону (алкалоз). В плазме

крови, как уже было отмечено, содержатся особые продукты антитела, играющие защитную роль. Одни из них обладают свойством нейтрализовать токсины (яды, выделяемые микробами), другие - разрушают сами микробы, попадающие в организм, третьи - склеивают их и т. д. Антитела могут длительно сохраняться в крови переболевшего человека, благодаря чему возникает невосприимчивость к повторному заболеванию.

В целях предупреждения (профилактики) многих болезней невосприимчивость к ним вызывают искусственно. Для этого в организм вводят вакцину, содержащую небольшое количество убитых или ослабленных бактерий и их токсинов. В ответ на это в организме вырабатываются антитела. Примером такого введения вакцины является прививка против оспы, брюшного тифа и других болезней. Невосприимчивость к заболеванию называется иммунитетом.

При некоторых заболеваниях вводят лечебные сыворотки. Сывороткой называется плазма крови, лишенная белка фибриногена. Лечебная сыворотка содержит готовые антитела. Ее готовят из крови животных, перенесших заболевание.

#### **Общие свойства крови. Свертывание крови**

Кровь обладает способностью свертываться, т. е. образовывать сгустки. В нормальных условиях, когда кровь движется по кровеносным сосудам, она не свертывается. Только при некоторых заболеваниях внутри сосудов образуются закупоривающие их сгустки крови, называемые *тромбами*.

Свертывание крови происходит обычно при кровотечении из сосудов в результате взаимодействия специальных белков, ферментов и других веществ, составляющих так называемую свертывающую систему крови. Эта система включает растворенные в плазме крови белок фибриноген, фермент протромбин, ионы кальция, содержащийся в тромбоцитах фермент тромбопластин, и многие другие компоненты. Протромбин и тромбопластин тромбоцитов являются неактивными ферментами, поэтому в обычных условиях кровотока свертывания крови не происходит.

Процесс свертывания крови при ранении сосудов очень сложный и сводится в конечной стадии к тому, что фибриноген плазмы крови превращается в нерастворимый белок фибрин, имеющий волокнистое строение. В результате этого и образуется сгусток крови, состоящий из переплетенных нитей фибрина, между которыми находятся

форменные элементы крови. При схематичном изложении процесса свертывания крови в нем можно выделить три фазы.

Первая по времени фаза - образование активного кровяного (или полного) тромбопластина. Он образуется в результате взаимодействия тромбопластина тромбоцитов и других веществ, содержащихся в кровяных пластинках, с некоторыми белками (различные глобулины) и другими компонентами плазмы крови. Это взаимодействие происходит во время кровотечения, при котором кровяные пластинки от соприкосновения с краями раны разрушаются и из них в плазму поступают различные вещества, участвующие в свертывании крови. В свертывании крови участвует также тканевый тромбопластин, выделяющийся в плазму крови из тканей при их ранении.

Вторая фаза заключается в том, что под влиянием активного тромбопластина в присутствии ионов кальция неактивный протромбин плазмы крови превращается в активный фермент тромбин.

В третьей фазе под воздействием активного тромбина фибриноген превращается в фибрин т.е. образуется сгусток крови

Важное значение для свертывания крови имеет витамин К. При его участии в печени синтезируется фермент протромбин, поступающий из печени в кровь. В крови, циркулирующей в организме, наряду со свертывающей системой имеется и противосвертывающая система. Она включает гепарин - вещество, противодействующее свертыванию крови (подобные вещества называются антикоагулянтами), фибринолизин - фермент, растворяющий при определенных условиях фибрин, если он образовался в сосудах, и другие компоненты. Гепарин получил свое название вследствие того, что вырабатывается в печени, из печени он поступает в плазму крови. Обе системы (свертывающая и противосвертывающая) взаимосвязаны, и действие их в обычных условиях уравновешено. При некоторых состояниях (гипертоническая болезнь, предынфарктное состояние и др.) повышается или падает активность какой-либо одной системы. При этом может наблюдаться повышение свертываемости крови и склонность к тромбообразованию или, наоборот, понижение свертываемости крови и склонность к кровоточивости.

— Кровь человека, вылепившаяся из организма, свертывается через 3 - 4 минуты. Высокая температура ускоряет свертывание крови, на холоде же оно резко замедляется.

Для предохранения взятой у доноров крови от свертывания в нее добавляют лимонную кислоту или ее соли (нитратная кровь) либо

шавелевую кислоту или ее соли (оксалатная кровь). Эти вещества осаждают из крови соли кальция. Такая кровь может долго сохраняться и ее используют для переливания больным.

У мужчин наблюдается иногда заболевание, носящее название гемофилии, при котором кровь теряет способность свертываться. При гемофилии малейшее ранение сопровождается сильным кровотечением.

Пониженная свертываемость крови имеет место и при других патологических состояниях. В медицинской практике применяются как противосвертывающие средства (гепарин и др.), так и вещества, способствующие свертыванию крови.

### **Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)**

В медицинской практике часто прибегают к определению реакции оседания эритроцитов. Эта реакция основана на том, что в крови, находящейся в сосуде (в неподвижном состоянии), эритроциты, имеющие больший удельный вес, чем плазма, опускаются вниз. В результате образуются два слоя крови: верхний, который содержит прозрачную плазму, и нижний, в котором находятся эритроциты. Исследование производится следующим образом. Небольшое количество крови, взятой из пальца, смешивают с раствором лимоннокислого натрия и набирают в капиллярную стеклянную трубочку специального прибора. Трубочку укрепляют строго вертикально в штативе. Эритроциты постепенно оседают. Через час определяют в миллиметрах высоту столбика крови, лишённого эритроцитов. Нормальное оседание эритроцитов равняется 4-10 мм в час. При многих болезнях вследствие изменения физико-химических свойств крови скорость оседания эритроцитов повышается. Повышенная СОЭ обычно является одним из признаков имеющегося или перенесенного заболевания. Реакция оседания также ускоряется при беременности.

В медицинской практике часто применяют переливание крови, например при потере крови в результате ранения, некоторым ослабленным больным и др. Люди, дающие кровь для переливания, называются донорами, а люди, которым ее переливают - реципиентами. При переливании крови имеют в виду свойство эритроцитов при определенных условиях склеиваться в комочки. Это свойство их называется агглютинацией. Агглютинация эритроцитов в крови человека приводит к тяжелым нарушениям и может быть причиной смерти.

Кровь разных людей отличается по содержанию в ней особых веществ - агглютининов (склеивающие вещества) и агглютиногенов (склеиваемые вещества). Агглютинины находятся в плазме крови, агглютиногены - в эритроцитах. Агглютинины бывают двух видов, условно их обозначают греческими буквами [а и в] агглютиногенов также два вида: А и В. У разных людей в крови находятся различные агглютинины и агглютиногены.

В зависимости от этого различают четыре группы крови:

первую (I), вторую (II), третью (III) и четвертую (IV).

Агглютинация эритроцитов наступает в том случае, если при смешении крови встречаются агглютиноген А крови донора с агглютинином а крови реципиента или агглютиноген В крови донора с агглютинином в крови реципиента. Следовательно, при смешении крови учитывается лишь содержание агглютиногенов в крови донора и агглютининов в крови реципиента, поскольку агглютинации подвергаются лишь эритроциты донора. Группы крови, которые, смешиваясь, дают агглютинацию, называются несовместимыми и не дающие агглютинацию - совместимыми. Кровь I группы может быть перелита больным с любой группой крови; но людям, имеющим кровь I группы, можно переливать только одногруппную кровь. Больным с IV группой крови можно переливать кровь любой группы, но их кровь может быть перелита только людям, имеющим кровь такой же группы. Лица, имеющие I группу крови, называются универсальными донорами, а обладающие кровью IV группы - универсальными реципиентами.

Кровь II и III группы может быть перелита людям, имеющим одноименную или IV группу. Больным со II и III группой крови, в свою очередь можно переливать кровь одногруппную или кровь I группы.

В последнее время установлено, что в крови обнаруживаются помимо А и В и другие агглютиногены. Так, у большинства людей в эритроцитах имеется агглютиноген, названный резус-фактором (название дано в связи с исследованием мартышки макаки резус). Такие люди называются резусположительными. У меньшинства людей этот агглютиноген отсутствует (резусотрицательные). В некоторых случаях кровь донора оказывается несовместимой с кровью реципиента по—резус-фактору (хот.-ц- совместима по описанному выше группам крови). Переливание такой крови очень опасно, так как происходит разрушение эритроцитов переливаемой крови. При этом гемоглобин поступает в плазму крови. Подобное явление (переход гемоглобина из эритроцитов в плазму) носит

название гемолиза. При полном гемолизе кровь остается красно окрашенной, но приобретает прозрачность и называется лаковой кровью.

Перед переливанием крови обязательно определяется группа крови у большого реципиента. В зависимости от результатов исследования и берется кровь для переливания. Кроме того, применяется так называемая биологическая проба. Она состоит в том, что вначале переливают небольшое количество крови и наблюдают за самочувствием больного.

## ТЕМА 1 ОБЩИЙ АНАЛИЗ КРОВИ

Общий анализ крови включает в себя следующие показатели: количество форменных элементов крови, гемоглобина, цветной показатель, время свертывания крови, резус - фактор, группу крови, СОЭ.

### Лабораторная работа № 1

#### Методика забора крови из вены уха кролика

Для проведения ряда физиологических, биологических, иммунологических и других исследований нужна свежая кровь.

#### **Задание.**

Освоить методику забора крови из краевой вены уха кролика.

**Материалы и оборудование:** ножницы, вата, спирт, йод стерильная инъекционная игла, гепарин или раствор цитрата натрия, кролик.

#### **Методика взятия крови**

Местом забора крови у кролика является краевая вена уха. Перед забором крови кролику дают немного попить воды. Предварительно ножницами выстригают шерсть на месте прокола вены на ухе. Затем обрабатывают кожу путем протирания тампоном со спиртом. Пробирку для сбора крови обрабатывают антикоагулянтом (гепарин или раствор цитрата натрия). Инъекционную стерильную иглу перед проколом так же обрабатывают гепарином или раствором цитрата натрия. Пальцами зажимают тыльный конец вены и делают прокол, при этом срез иглы направляют кверху. Кровь собирают в пробирку в количестве 2-4 мл, но не более 70 мл за один раз. После данной манипуляции на место

прокола положить ватный тампон со спиртом. Затем смазать ранку йодом, проследить что бы ранка после прокола была сухая.

### Лабораторная работа № 2

#### Получение сыворотки крови

Сыворотка крови широко применяется для выполнения ряда физиологических, биохимических и др. исследований. Сыворотка крови - это плазма лишенная белка фибриногена.

#### **Задание.**

Освоить методику получения сыворотки крови

**Материалы и оборудование:** цельная кровь, пробирки, пастеровские пипетки, центрифуга, эфир, вата, йод, стерильная инъекционная игла, кролик.

#### **Методика получения сыворотки крови**

Свежую кровь необходимо собрать в пробирку, поместить ее в теплое место на 10-15 мин до свертывания. Затем произвести «обведение» пипеткой между стенкой пробирки и краем поверхностной пленки крови, т.о. происходит отслоение образующихся сгустков от стенки пробирки. Затем пробирку с кровью центрифугируют 20 мин при 1000 об/мин. После окончания центрифугирования произвести визуальный осмотр пробирки и описать содержимое. Сыворотка при этом имеет светло-желтый цвет, расположена в верхней части пробирки. Сыворотку осторожно отделить.

В протоколе объяснить отличие сыворотки от цельной крови и плазмы.

### Лабораторная работа № 3

#### Препарат сежей крови под микроскопом

Известно, что цельная кровь состоит из плазмы (жидкая часть) и взвешенных в ней форменных элементов (клеток крови) эритроцитов- красных телец, лейкоцитов- белых телец, тромбоцитов- кровяных пластинок.

#### **Задание.**

Изучить под микроскопом свежий препарат крови.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, предметные и покровные стекла, вата, спирт, эфир, йод, стерильная инъекционная игла, капля свежей крови, антикоагулянт.

**Методика рассматривания препарата из свежей крови**

Берем каплю свежей крови обычным методом, помещаем ее на предметное стекло накрываем покровным и под микроскопом выбираем более тонкий слой, чтобы лучше рассмотреть эритроциты, которые располагаются в виде манетных столбиков.

Сделайте рисунок расположения красных кровяных телец в капле свежей крови.

Лабораторная работа № 4

Получение плазмы, дефибрированной крови и фибрина

Плазма крови состоит на 90% из воды, 8% - белки, 1,1% - другие органические вещества, 0,9% - минеральные вещества. Фибрин - это белок, принимающий участие в процессе свертывания крови

**Задание.**

Освоить методику раздельного получения плазмы крови, дефибрированной крови и фибрина.

**Материалы и оборудование:** пробирки химические, колбы, стеклянные шарики, цитрат натрия, вата, спирт, йод, эфир, стерильная инъекционная игла, центрифуга, кролик.

**Методика получения плазмы, дефибрированной крови, фибрина**

1. Получение плазмы: Кровь с целью предотвращения свертывания смешивают с цитратом натрия (5 мл свежей крови с 0,2 мл раствора цитрата натрия) так, чтобы не произошло вскипания. Затем кровь помещают в центрифугу и при 3000 об/мин в течение 10 мин отделяют плазму от форменных элементов. После центрифугирования в пробирке четко разделяется 2 слоя: верхний, соломенного цвета слой - плазма, нижний, темно-красный слой - форменные элементы.

Окрашивание плазмы в розовый цвет свидетельствует о частичном гемолизе эритроцитов и содержании в плазме гемоглобина.

2. Дефибрированная кровь: это кровь, содержащая все составные компоненты, кроме белка фибрина.

Для получения такой крови необходимо в колбочку, содержащую 5-10 мл свежей крови, положить несколько стеклянных шариков и

в течение 10-15 мин перемешивать кровь путем вращательных движений. При этом фибриноген оседает в виде нитей на стеклянных шариках. После осторожного удаления шариков (отфильтровать через марлю) кровь будет содержать сыворотку и форменные элементы такая кровь называется дефибрированной.

3. Получение фибрина: из предыдущей работы фибрин отмывают дистиллированной водой от стеклянных шариков.

В выводах отразить различия между цельной кровью и дефибрированной, плазмой и сывороткой.

Лабораторная работа № 6 \*

Определение объемного соотношения плазмы и форменных элементов (гематокрита)

В некоторых случаях в организме человека наблюдается физиологическое или патологическое обезвоживание (сгущение крови) или, наоборот, разжижение крови. В обоих случаях в единице объема крови соответственно увеличивается или уменьшается содержание форменных элементов. Степень сгущения или разжижения крови можно выявить с гематокрита. Гематокрит - это объемное соотношение плазмы крови к форменным элементам, выраженное в процентах.

**Задание.**

Освоить методику определения гематокрита при помощи центрифугирования.

**Материалы и оборудование:** центрифуга, стерильная инъекционная игла, ножницы, спирт, йод, эфир, вата, кристаллы цитрата Na. Объект исследования - кролик. Все инструменты, используемые при взятии крови, должны быть стерилизованы.

**Методика определения гематокритного числа с использованием центрифуги**

Кровь забирают у кролика способом, описанным выше в работе № 1. К месту прокола вены прикладывают смоченный йодом ватный тампон.

В выступившую каплю крови вносят пинцетом два-три кристаллика цитрата Na. Кровь набирают в шприц. Затем кровью заполняют капилляр (полиэтиленовая трубочка) без пузырьков воздуха и помещают в центрифужную пробирку таким образом, чтобы концы капилляра были кверху. Капилляр помещают в