

**МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение**  
**профессиональная образовательная организация**  
**«Государственное училище (техникум) олимпийского резерва по хоккею»**  
**(ФГБУ ПОО «ГУОР по хоккею»)**

## **Методические рекомендации**

**по выполнению практических и лабораторных работ**  
**по учебной дисциплине**

**ОУДБ.06 Естествознание**  
**(Раздел 2 Основы биологии)**

**для студентов специальности 49.02.01 «Физическая культура»**

**Гуманитарный профиль**

**Авторы:**

**Крымова Елизавета Сергеевна, преподаватель ФГБУ ПОО «ГУОР по хоккею»**

**Пименов Матвей Дмитриевич, студент группы 17-Ф-13(1) ФГБУ ПОО «ГУОР по хоккею»**

2018 г.



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Общие рекомендации по выполнению работ	5
3. Лабораторная работа 1 Строение животной и растительной клеток	6
4. Практическая работа 1 Наследственность и изменчивость	12
5. Практическая работа 2 Решение задач по теме «Основы генетики»	15
6. Лабораторная работа 2 Ткани, органы, системы органов	21
7. Практическая работа 3 Пищеварение	26
8. Лабораторная работа 3 Опорно-двигательный аппарат	29
9. Лабораторная работа 4 Анализаторы. Рефлексы. Высшая нервная деятельность	33
10. Практическая работа 4 Внутренняя среда организма	48
11. Практическая работа 5 Индивидуальное развитие организмов	51
Приложения	55

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Настоящие рекомендации призваны помочь студентам при выполнении практических занятий по естествознанию (Раздел 2 Основы биологии).
2. Настоящие рекомендации разработаны с учетом:
  - Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273 ФЗ (с изм. от 19.12.2016 г.);
  - Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, утв. приказом Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413 в ред. приказов Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1645 и от 31 декабря 2015 г. № 1578;
  - Федерального компонента государственного стандарта общего образования (в ред. Приказов Минобрнауки России от 03.06.2008 № 164, от 31.08.2009 № 320, от 19.10.2009 № 427, от 10.11.2011 № 2643, от 24.01.2012 № 39, от 31.01.2012 № 69, от 23.06.2015 № 609 и от 07.06.2017 № 506);
  - Приказа Минобрнауки России от 09.01.2014 № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
  - Положения о планировании, организации и проведении лабораторных работ и практических занятий;
  - Рабочей программы учебной дисциплины.

## **ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ**

Для практических и лабораторных работ по Разделу 2. Основы биологии необходимо иметь халат, тетрадь для выполнения работ (в клетку), цветные карандаши, простой карандаш, ручку, линейку.

Категорически запрещается находиться в помещении в верхней одежде. В кабинете запрещается употреблять продукты питания, напитки.

Рабочее место необходимо содержать в чистоте. Запрещается загромождать его сумками и другими личными вещами.

Перед началом работы необходимо визуальным осмотром проверить исправность оборудования. При выявлении неисправности немедленно сообщить преподавателю. Самостоятельно устранять неполадки категорически запрещается.

Запрещается приступать к выполнению работы (или ее этапа) без указания преподавателя. Нельзя проводить какие-либо работы, не связанные непосредственно с выполнением учебных заданий.

По окончании работы необходимо привести рабочее место в порядок и сдать его преподавателю или дежурному.

## РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

### Лабораторная работа 1. Строение животной и растительной клеток

Данная работа призвана способствовать закреплению у студентов знаний об особенностях строения животной и растительной клеток.

#### Теория

Клетки животных и растений существенно различаются по строению.

Растительные клетки — эукариотические клетки, однако несколькими своими свойствами они отличаются от клеток остальных эукариот (Рис. 1). К их отличительным чертам относят:

- Крупная центральная вакуоль, пространство, заполненное клеточным соком и ограниченное мембраной. Вакуоль играет ключевую роль в поддержании клеточного тургора, хранит полезные вещества и расщепляет отслужившие старые белки и органеллы.
- Есть клеточная стенка, состоящая главным образом из целлюлозы, а также гемицеллюлозы, пектина и во многих случаях лигнина.
- Специализированные пути связи между клетками — плазмодесмы, цитоплазматические мостики.
- Пластиды, из которых наиболее важны хлоропласты. Хлоропласты содержат хлорофилл, зелёный пигмент, поглощающий солнечный свет. В них осуществляется фотосинтез, в ходе которого клетка синтезирует органические вещества из неорганических. Другими пластидами являются лейкопласты, а также хромопласты, специализирующиеся на синтезе и хранении пигментов.

Также растительная клетка может иметь клеточные включения, такие как:

1. трофические включения:
  - крахмальные зёрна;
  - белковые гранулы.
  - липидные (жировые) капли — мощный источник энергии.
2. включения, не имеющие энергетической ценности (как правило, отходы жизнедеятельности).

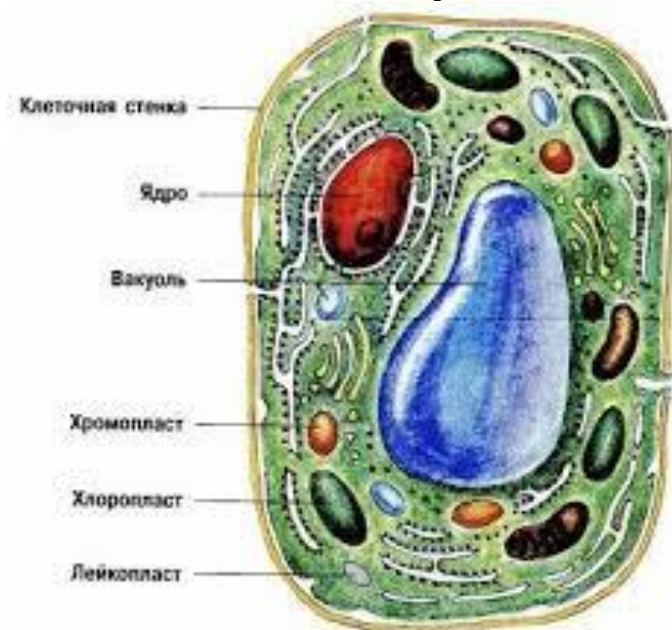


Рис. 1 Строение растительной клетки

Животные клетки покрыты только клеточной мембраной. У них нет ни целлюлозной клеточной стенки (как у растений), ни хитиновой (как у грибов). Клеточная мембрана эластична, что дает возможность в определенной степени менять форму клетки (Рис.2).

Обычно животные клетки мельче, чем клетки растений и грибов.

Цитоплазма — это внутреннее жидкое содержимое клетки. Она вязкая, так как представляет собой раствор веществ. Постоянное движение цитоплазмы обеспечивает перемещение веществ и компонентов клетки. Это способствует протеканию различных химических реакций.

Центральное место в животной клетке занимает большое ядро. У ядра есть собственная мембрана (ядерная оболочка), отделяющая его содержимое от содержимого цитоплазмы. В ядерной оболочке есть поры, через которые происходит транспорт веществ и клеточных структур. Внутри находится ядерный сок (его состав несколько отличается от цитоплазмы), ядрышко и хромосомы. Когда клетка делится, то хромосомы скручиваются и их можно увидеть в световой микроскоп. В неделящейся клетки хромосомы имеют нитевидную форму. Они находятся в «рабочем состоянии». В это время на них происходит синтез различных типов РНК, которые в дальнейшем обеспечивают синтез белков. В хромосомах хранится генетическая информация. Это код, реализация которого определяет жизнедеятельность клетки, также он передается дочерним клеткам при делении родительской.

Митохондрии, эндоплазматическая сеть (ЭПС), комплекс Гольджи также имеют мембранную оболочку. В митохондриях происходит синтез АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты). В ее связях запасается большое количество энергии.

На ЭПС часто находятся рибосомы, на них происходит синтез белков. По каналам ЭПС происходит отток белков, жиров и углеводов в комплекс Гольджи, где эти вещества накапливаются и потом отщепляются по мере надобности в виде капелек, окруженных мембраной.

У рибосом нет мембран. Рибосомы - одни из самых древних компонентов клетки, так как они есть у бактерий.

В животной клетке есть лизосомы, которые содержат вещества, расщепляющие поглощенную клеткой органику.

В отличие от растительной клетки, у животной нет пластид, в том числе хлоропластов. В результате животная клетка не способна к автотрофному питанию, а питается гетеротрофно.

В животной клетке есть центриоли (клеточный центр), обеспечивающие образование веретена деления и расхождение хромосом в процессе деления клетки.

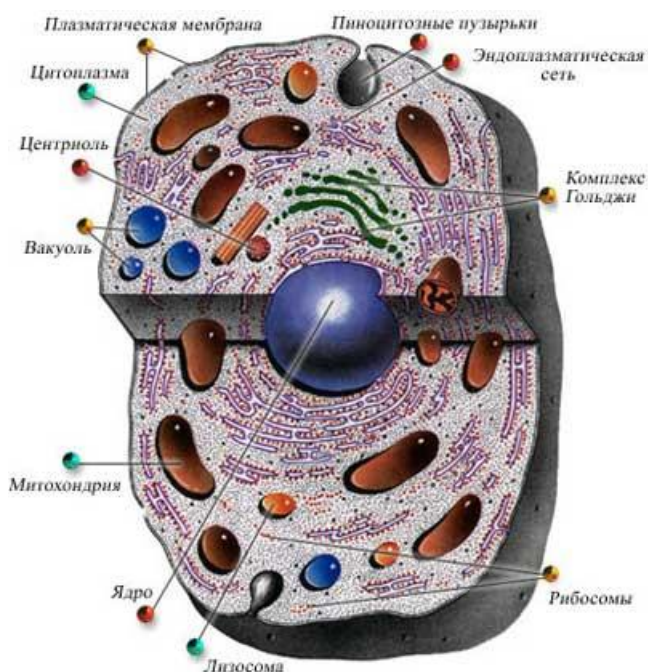


Рис.2 Строение животной клетки

## Материалы и оборудование

Микроскопы, лист традесканции, пинцеты, препаровальные иглы, скальпели одноразовые, стекла предметные и покровные (для каждого), стаканчики с водой, пипетки, фильтровальная бумага, постоянные препараты мышечной ткани человека, таблицы «Животная клетка», «Растительная клетка», карандаши цветные, простые карандаши, тетради для практических работ.

## Порядок выполнения работы

1. Приготовьте временный препарат листа традесканции. Для этого возьмите предметное стекло и капните при помощи пипетки воду. Надрежьте лист традесканции, пинцетом аккуратно снимите прозрачную пленку, покрывающую лист, и поместите ее в каплю. Накройте покровным стеклом.

2. Настройте микроскоп.

3. Поместите препарат на предметный столик микроскопа.

4. Глядя в окуляр и осторожно вращая макровинт, добейтесь четкого изображения препарата.

5. Рассмотрите препарат при 80-, 400- и 800-кратном увеличении, последовательно вращая револьвер (Рис. 3,4 и 5).

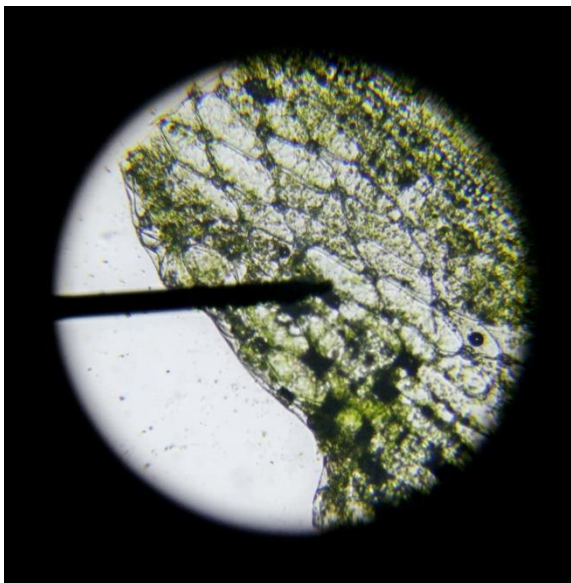


Рис. 3 Микропрепарат листа традесканции. 80-кратное увеличение

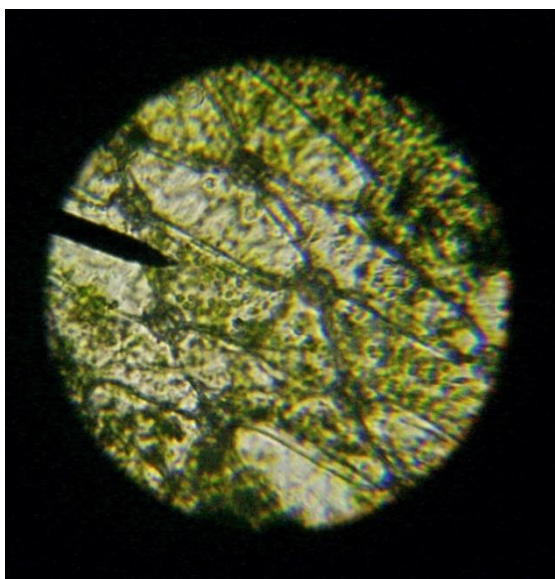


Рис. 4 Микропрепарат листа традесканции. 400-кратное увеличение



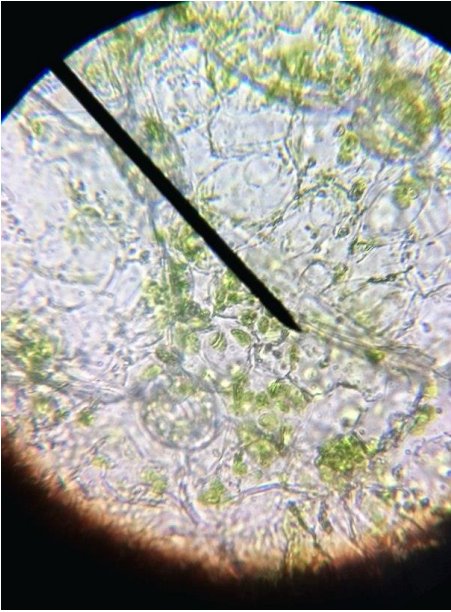


Рис. 5 Микропрепарат листа традесканции. 800-кратное увеличение

6. Оформите результаты (Приложение 1). Зарисуйте в тетради растительную клетку, сделайте обозначения:

1. Клеточная стенка
2. Цитоплазма
3. Вакуоль
4. Хлоропласты
5. Ядро

7. Переведите микроскоп на малое увеличение. Уберите временный препарат и поместите на предметный столик постоянный препарат мышечной ткани человека.

8. Повторите пункты 4 и 5 (Рис. 6,7 и 8).



Рис. 6 Поперечнополосатая мышечная ткань. 80-кратное увеличение

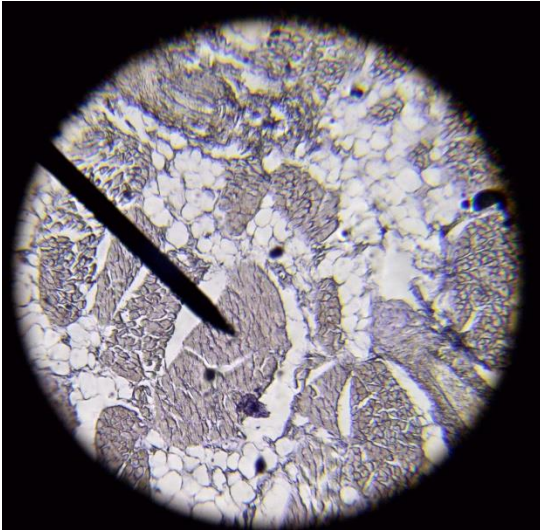


Рис. 7 Поперечнополосатая мышечная ткань. 400-кратное увеличение

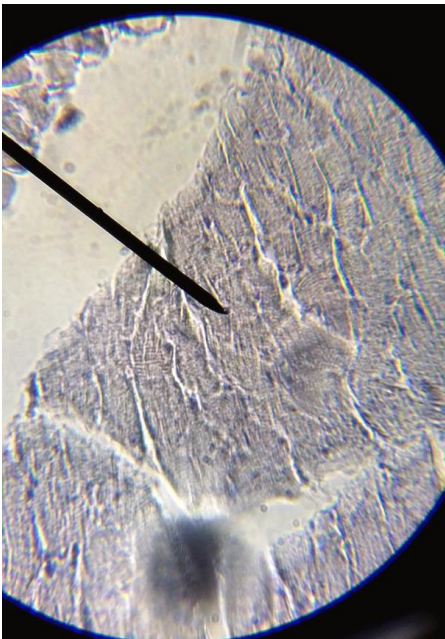


Рис. 8 Поперечнополосатая мышечная ткань. 800-кратное увеличение

9. Оформите результаты (Приложение 1). Зарисуйте в тетради животную клетку, сделайте обозначения:

1. Клеточная мембрана
2. Цитоплазма
3. Ядро

10. На основании проделанной работы в тетради сделайте вывод о сходстве и различии в строении растительной и животной клеток.

11. Переведите микроскоп на малое увеличение. Поместите препарат в штатив. Сдайте рабочее место преподавателю или дежурному.

### Вопросы для самоконтроля

1. Назовите особенности строения растительной клетки. Объясните, чем эти особенности обусловлены.
2. Особенности строения животной клетки.
3. Дайте определения понятиям «автотроф», «гетеротроф», «миксотроф».

4. Есть ли особенности в строении клеток организма спортсмена? Если есть – приведите примеры.

### **Информационные источники**

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Аругюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

## Практическая работа 1. Наследственность и изменчивость

Данная работа закрепляет знания студентов о наследственности и изменчивости.

### Теория

*Наследственностью* называется свойство организмов повторять в ряду поколений комплекс признаков (особенности внешнего строения, физиологии, химического состава, характера обмена веществ, индивидуального развития и т. д.).

*Изменчивость* — явление, противоположное наследственности. Она заключается в изменении комбинаций признаков или появлении совершенно новых признаков у особей данного вида.

Благодаря наследственности обеспечивается сохранение видов на протяжении значительных промежутков (до сотен миллионов лет) времени. Однако условия окружающей среды меняются (иногда существенно) с течением времени, и в таких случаях изменчивость, приводящая к разнообразию особей внутри вида, обеспечивает его выживание. Какие-то из особей оказываются более приспособленными к новым условиям, это и позволяет им выжить. Кроме того, изменчивость позволяет видам расширять границы своего местообитания, осваивать новые территории.

Сочетание двух указанных свойств тесно связано с процессом эволюции. Новые признаки организмов появляются в результате изменчивости, а благодаря наследственности они сохраняются в последующих поколениях. Накопление множества новых признаков приводит к возникновению других видов

Различают наследственную и ненаследственную изменчивость.

*Наследственная (генотипическая, комбинативная) изменчивость* связана с изменением самого генетического материала. Факторы комбинативной изменчивости:

1. Независимое и случайное расхождение гомологичных хромосом в анафазе I мейоза.
2. Кроссинговер.
3. Случайное сочетание гамет при оплодотворении.
4. Случайный подбор родительских организмов.

#### *Мутации*

Это редкие, случайно возникшие стойкие изменения генотипа, затрагивающие весь геном, целые хромосомы, части хромосом или отдельные гены. Они возникают под действием мутагенных факторов физического, химического или биологического происхождения.

Мутации бывают:

- 1) спонтанные и индуцированные;
- 2) вредные, полезные и нейтральные;
- 3) соматические и генеративные;
- 4) генные, хромосомные и геномные.

*Спонтанные мутации* — это мутации, возникшие под действием неизвестного мутагена.

*Индукцированные мутации* — это мутации, вызванные искусственно действием известного мутагена.

*Генные мутации*: встречаются наиболее часто.

Причины генных мутаций:

- 1) выпадение нуклеотида;
- 2) вставка лишнего нуклеотида (эта и предыдущая причины приводят к сдвигу рамки считывания);
- 3) замена одного нуклеотида на другой.

*Хромосомные мутации* — это изменения структуры хромосом в процессе клеточного деления. Различают следующие виды хромосомных мутаций.

1. Дупликация — удвоение участка хромосомы за счет неравного кроссинговера.

2. Делеция — потеря участка хромосомы.

3. Инверсия — поворот участка хромосомы на 180°.

4. Транслокация — перемещение участка хромосомы на другую хромосому.

*Геномные мутации* — это изменение числа хромосом. Виды геномных мутаций.

1. Полиплоидия — изменение числа гаплоидных наборов хромосом в кариотипе. Под кариотипом понимают число, форму и количество хромосом, характерные для данного вида. Различают нуллисомию (отсутствие двух гомологичных хромосом), моносомию (отсутствие одной из гомологичных хромосом) и полисомию (наличие двух и более лишних хромосом).

2. Гетероплоидия — изменение числа отдельных хромосом в кариотипе.

Передача наследственных признаков в ряду поколений особей осуществляется в процессе размножения. При половом — через половые клетки, при бесполом — наследственные признаки передаются с соматическими клетками.

*Ненаследственная (фенотипическая, модификационная) изменчивость* — это способность организмов изменять свой фенотип под влиянием различных факторов. Причиной модификационной изменчивости являются изменения внешней среды обитания организма или его внутренней среды.

С модификационной изменчивостью тесно связано понятие *нормы реакции*. Это границы фенотипической изменчивости признака, возникающей под действием факторов внешней среды. Норма реакции определяется генами организма, поэтому норма реакции по одному и тому же признаку у разных индивидов различна. Размах нормы реакции различных признаков также варьирует. Те организмы, у которых норма реакции шире по данному признаку, обладают более высокими адаптивными возможностями в определенных условиях среды, т. е. модификационная изменчивость в большинстве случаев носит адаптивный характер, и большинство изменений, возникших в организме при воздействии определенных факторов внешней среды, являются полезными. Однако фенотипические изменения иногда утрачивают приспособительный характер. Если фенотипическая изменчивость клинически сходна с наследственным заболеванием, то такие изменения называются фенкопией.

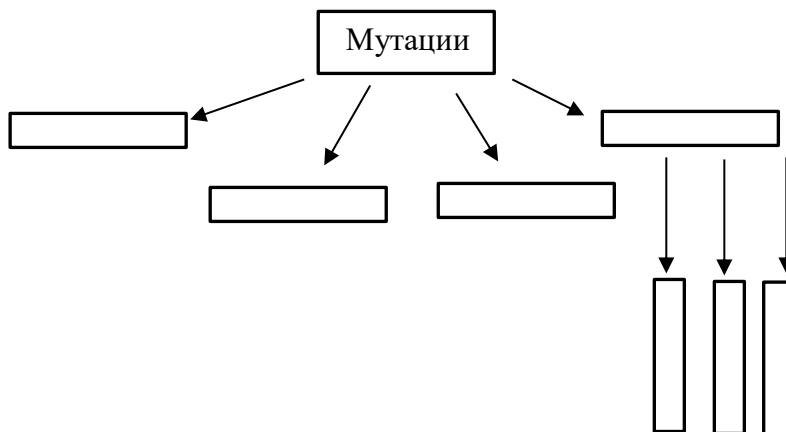
## Материалы и оборудование

Тетради для практических работ, задачи для решения.

## Порядок выполнения работы

Прочитайте теоретический материал и письменно выполните задания.

1. Составьте схему «Виды мутаций».



2. Два товарища пошли в поход. Один поднялся высоко в горы, другой – остался на равнине. У первого количество эритроцитов в крови увеличилось, у второго – осталось неизменным. Объясните причину данного явления и определите тип изменчивости.

3. Фрагмент аминокислотной последовательности, кодирующей инсулин, имеет следующую нуклеотидную последовательность: ACACGAAGACAACAATAT. Как изменится первичная структура белка, если:

- а) произойдет инверсия фрагмента;
- б) произойдет выпадение всех гуаниловых нуклеотидов;
- в) произойдет замена всех адениловых нуклеотидов на цитозиновые?

4. Определите вид хромосомной мутации (слева – участок здоровой хромосомы, справа – тот же участок с мутацией):

- а) ABCDEDEF → ABCEDEF
- б) ABCDEDEF → ABCEDEFEF
- в) ABCDEDEF → ADEFEBDCD
- г) ABCDEDEF → ABCDKLMN  
GHIJKLMN → GHIJEDEF

### Вопросы для самоконтроля

- 1. Дайте определения понятий «наследственность» и «изменчивость».
- 2. Дайте определение понятия «норма реакции».
- 3. Приведите примеры наследственной и модификационной изменчивости у человека.

### Информационные источники

- 1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
- 2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
- 3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

## Практическая работа 2. Решение задач по теме «Основы генетики»

Целью данной работы является закрепление у студентов знаний о генетических закономерностях передачи наследственной информации.

### Теория

#### Моногибридное скрещивание.

Моногибридным называется такое скрещивание, при котором родители отличаются одной парой изучаемых альтернативных признаков.

Мендель определил, что *при скрещивании особей, отличающихся одной парой признаков, все потомство фенотипически однообразно (правило единообразия гибридов первого поколения)*. Например, при скрещивании гомозиготного желтого гороха (генотип AA) с гомозиготным зеленым горохом (генотип aa) все потомство будет желтым, но гетерозиготным (генотип Aa):

P ♀ Aa x ♂ aa

G (A)(a) (a)

F<sub>1</sub> Aa : aa

Далее Менделем установлено: при скрещивании моногибридов во втором поколении происходит расщепление признаков на исходные родительские в отношении 3:1, 3/4 потомков оказываются с признаками, обусловленными доминантным геном, 1/4 - с признаками рецессивного гена (закон расщепления):

P F<sub>1</sub> ♀ Aa x ♂ Aa

G (A)(a) (A)(a)

F<sub>2</sub> AA : Aa : Aa : aa  
3 : 1

В генетике различают еще анализирующее скрещивание. Анализирующее – скрещивание гибрида с гомозиготной рецессивной особью.

#### Дигибридное и полигибридное скрещивание.

Дигибридным называют такое скрещивание, при котором родители отличаются друг от друга по двум парам изучаемых альтернативных признаков.

Мендель использовал для дигибридного скрещивания гомозиготные растения гороха, различающихся по двум парам признаков (окраске и форме семян), находящихся в двух парах гомологичных хромосом.

Если сделать анализ потомства в F<sub>2</sub> по двум признакам, то расщепление будет в отношении 9:3:3:1 или (3:1). То есть, *расщепление по каждой паре признаков идет независимо от других пар признаков (закон независимого наследования признаков)*.

Решение задач на дигибридное скрещивание облегчается решеткой Пеннета, составляемой соответственно числу возможных вариантов гамет.

При скрещивании дигибридов она будет включать четыре типа мужских гамет, которые записываются по горизонтали, и четыре типа женских гамет, которые записываются по вертикали. Запись гамет следует производить в строго определенном порядке, как это показано ниже:

P ♀ AABB x ♂ aabb

G (A)(B) (a)(b)

F<sub>1</sub> AaBb

P F<sub>1</sub> ♀ AaBb x ♂ AaBb

G (A)(a)(B)(b)

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

При анализе второго поколения видно, что образуется 9 генотипов: AABB, AaBB, AABb, AaBb, aaBB, aaBb, Aabb, Aabb, aabb и 4 фенотипа: желтый, гладкий; зеленый, гладкий; желтый, морщинистый; зеленый морщинистый.

В целях сокращения записи сходные фенотипы иногда обозначают фенотипическим радикалом – это та часть генотипа организма, которая определяет его фенотип. Для дигибридного скрещивания он будет: 9 A\_B\_ : 3 A\_bb : 3 aaB\_ : 1 aabb.

### Неполное доминирование.

При неполном доминировании доминантный ген не полностью подавляет действие аллельного гена. У гетерозигот функционирующими оказываются оба гена, поэтому в фенотипе признак выражается в виде промежуточной формы. Закон единообразия гибридов первого поколения при неполном доминировании не теряет своего значения. Но во втором поколении потомство расщепляется фенотипически на три класса в отношении 1 : 2 : 1.

### Взаимодействия неаллельных генов.

Явление, когда за один признак отвечает несколько генов (аллелей), называется взаимодействием генов. Если это аллели одного и того же гена, то такие взаимодействия называются аллельными, в случае разных генов – неаллельными.

Выделяют следующие типы аллельных взаимодействий: доминирование, неполное доминирование, градуальное (накопительное) действие генов, сверхдоминирование (более сильное проявление признака у гетерозиготной особи Aa, чем у любой из гомозигот AA и aa) и кодоминантность.

Неаллельные взаимодействия генов: комплементарность, эпистаз и полимерия:

Тип взаимодействия	Расщепление признаков в F <sub>2</sub>	Примеры
Комплементарность – взаимодействие двух неаллельных генов, ведущее к появлению нового признака	9:3:3:1	Наследование окраски оперения у попугайчиков
	9:6:1	Появление плодов дисковидной формы у тыкв сферической формы
	9:7	Наследование окраски цветков у душистого



		горошка
Эпистаз – вид взаимодействия неаллельных генов, при котором происходит подавление действия аллеля одного гена аллелем другого	12:3:1	Доминантный эпистаз Расщепление по масти у лошадей
	13:3	Наследование окраски оперения у кур
	9:3:4	Рецессивный эпистаз. Наследование красной, желто-коричневой и белой окраски семян у фасоли
Полимерия – взаимодействие неаллельных генов, при котором проявление признака зависит от количества доминантных генов	1:4:6:4:1 (15:1)	Кумулятивная полимерия Наследование окраски зерен пшеницы
	15:1	Некумулятивная полимерия Наследование формы стручков у пастушьей сумки

### Сцепленное наследование.

Т. Морган и его школа создали хромосомную теорию наследственности и показали, что причина сцепления генов – это расположение их в одной паре гомологичных хромосом. Весь комплекс генов, локализованных в одной паре гомологичных хромосом, называют группой сцепления.

События, приведшие Моргана к открытию сцепления, можно проиллюстрировать одним из его экспериментов на дрозофиле.

Скрещивались мушки с черным телом (bb), длинными крыльями (VV) с мухами с серым телом (BB) и зачаточными крыльями (vv). В первом поколении все потомство было серым длиннокрылым.

$$P \quad \text{♀ } BbVv \times \text{♂ } BbVv$$

$$F_1 \quad BbVv$$

серые длиннокрылые

При скрещивании рецессивной по обоим признакам самки с гибридным самцом из первого поколения образовалось 50% серых мух с зачаточными крыльями и 50% мух с черным телом и длинными крыльями: Bbv

$$PF_1 \quad \text{♀ } bbvv \times \text{♂ } BbVv$$

F <sub>2</sub> BbVv	:	bbvv
серые		черные
зачаточнокрылые		длиннокрылые
50%		50%

Если же скрещивается дигетерозиготная самка из первого поколения с гомозиготным рецессивным самцом, то результат иной. Наиболее многочисленными (83%) оказались мухи с сочетанием признаков, которое было у родительских форм (серое тело с зачаточными крыльями и черное тело с длинными крыльями). Мухи с новыми комбинациями признаков (черное тело, зачаточные крылья и серое тело, длинные крылья) составили 17%.

P	♀ BbVv	x	♂ bbvv	
	<u>G</u> <u>Bv</u> <u>bV</u> <u>bv</u> <u>BV</u>		<u>bv</u>	
F <sub>2</sub>	Bbv	:	bbVv	:
	серые		черные	:
	зачаточнокрылые		длиннокрылые	:
	41,5%		41,5%	:
			bbvv	:
			черные	:
			зачаточнокрылые	:
			8,5%	:
			BbVv	:
			серые	:
			длиннокрылые	:
			8,5%	

Данные результаты свидетельствуют о наличии сцепления генов и кроссинговера между ними.

Если в гаметогенезе происходит кроссинговер между гомологичными хромосомами, то говорят о неполном сцеплении генов, которое характерно для растений и животных. Исключением являются самцы дрозофилы и самки тутового шелкопряда, у которых кроссинговер не происходит.

На основании полученных результатов в опытах с дрозофилой, Т. Морган сформулировал следующее правило: *гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются сцеплено, причем, сила сцепления зависит от расстояния между генами.*

Зная расстояние между генами, можно строить генетические карты. Генетическая карта хромосомы представляет собой отрезок прямой, на котором обозначен порядок расположения генов и указано расстояние между ними в морганидах (М). Морганида – это единица генетической карты равная 1% кроссинговера. Она является мерой относительного расстояния между локусами хромосомы.

#### **Сцепленное с полом наследование.**

Хромосомное определение пола – это наиболее распространенный механизм, связанный с наличием особых половых хромосом, детерминирующих формирование мужского и женского полов. Все остальные хромосомы, не связанные с определением пола, называются аутосомами.

Признаки, гены которых локализованы в половых хромосомах, называются сцепленными с полом.

Половые хромосомы у женщин одинаковы, их называют X-хромосомы. Все яйцеклетки содержат по одной X-хромосоме. Пол, который образует гаметы, одинаковые по половой хромосоме, называется гомогаметным и обозначается как XX.

У мужчин имеется одна X-хромосома и одна Y-хромосома. При сперматогенезе образуются гаметы двух сортов. Пол, который образует гаметы неодинаковые по половой хромосоме, называется гетерогаметным и обозначается как XY.

#### **Множественный аллелизм. Группы крови.**

Ген, определяющий группу крови по системе АВО, обозначается I. Число аллелей у гена I – три: I<sub>O</sub>, I<sub>A</sub>, I<sub>B</sub>. Состояние, когда один ген имеет несколько аллельных форм, называется множественным аллелизмом. В различных сочетаниях генов образуются четыре группы крови: первая с генотипом I<sub>O</sub>I<sub>O</sub>, вторая – I<sub>A</sub>I<sub>A</sub> или I<sub>A</sub>I<sub>O</sub>, третья – I<sub>B</sub>I<sub>B</sub> или I<sub>B</sub>I<sub>O</sub>, четвертая – I<sub>A</sub>I<sub>B</sub>. В IV группе крови I<sub>A</sub>I<sub>B</sub> оба гена равнозначны – наследуются по принципу кодоминирования (не подавляя друг друга).

**Плейотропия** – это явление, при котором один ген отвечает за проявление нескольких признаков. Так, у гомозиготных серых каракульских овец ген W детерминирует и серую окраску шерсти, и недоразвитие желудка. Примером плейотропного действия гена у человека является болезнь серповидноклеточная анемия. Мутация по этому гену приводит к замене двух аминокислот в двух цепочках из четырех в молекуле гемоглобина, что изменяет форму

эритроцитов и вызывает нарушения в сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной и нервной системах. В гомозиготном состоянии эта мутация является летальной в детском возрасте.

В задачах по генетике используется общепринятая символика. Скрещивание обозначается значком  $\times$ , материнский организм – ♀ (символом планеты Венера (зеркало Венеры)), отцовский – ♂ (символом планеты Марс (щит и копьё Марса)). При написании схемы скрещивания на первое место ставится генотип материнской особи, на второе – отцовской (знаки ♀, ♂ можно опустить). Родительские организмы, взятые для скрещивания, обозначаются латинской буквой P (parenta–родители). Потомство, полученное в результате скрещивания особей, различающихся наследственными задатками, называется гибридами, а совокупность таких гибридов – гибридным поколением.

Гибридное потомство обозначается латинской буквой F (filii–дети) с цифровым индексом, соответствующим порядковому номеру данного поколения: F1, F2, F3,...,Fn.

Гены, обуславливающие развитие того или иного признака, принято обозначать буквами латинского алфавита. Доминантные гены обозначаются заглавными буквами, рецессивные – строчными. Например, доминантный ген желтой окраски семян гороха – A, рецессивный ген зеленой окраски – a.

У каждого организма в норме эти задатки парные: один он получает с гаметой от матери, другой – от отца. Каждый из генов пары называется аллелью.

Неаллельные гены определяют разные признаки (цвет семян и форма семян). Неаллельные гены обозначаются разными буквами алфавита. Например, A и B.

В гамете всегда находится один ген из каждой пары аллельных генов. Обычно гаметы (G) обозначаются кружком, внутрь которого вписываются соответствующие буквенные обозначения генов ( $\textcircled{A}$ ).

При написании генотипов доминантные гены каждой аллели пишутся на первом, а рецессивные – на втором месте.

Генотип можно записывать в генном (AA, Aa, aa; AABB, AaBb и т.д.) и в хромосомном выражениях.

Условие задачи записывается в виде таблички, где указываются гены, контролируемые ими признаки и генотипы, и в виде схемы скрещивания, в которой приведены либо генотипы, либо фенотипы всех упомянутых в задаче особей.

## Материалы и оборудование

Тетради для практических работ, задачи для решения.

### Порядок выполнения

Прочитайте теоретический материал и решите задачи:

1. Способность лучше владеть правой рукой у человека доминирует над леворукостью. Женщина-правша, у которой отец был левша, вышла замуж за мужчину-правшу. Можно ли ожидать, что их дети будут левшами? Родословная мужчины по этому признаку не известна.
2. У человека гемофилия детерминирована сцепленным с полом рецессивным геном h. Мать и отец здоровы. Их единственный ребенок страдает гемофилией. Кто из родителей передал ребенку ген гемофилии?
3. У человека близорукость доминирует над нормальным зрением, а карий цвет глаз – над голубым. Единственный ребенок близоруких кареглазых родителей имеет голубые глаза и нормальное зрение. Установить генотипы всех членов семьи.
4. Отсутствие потовых желез у человека передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с полом. Здоровый юноша женился на девушке, отец которой лишен потовых желез, а

мать и ее предки здоровы. Какова вероятность, что дети от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез?

5. Какие группы крови может иметь ребенок, если у отца она четвертой группы, резус положительная, у матери – первой группы, резус отрицательная?

6. У родителей, имеющих третью и первую группы крови, родился ребенок с первой группой крови. Какова вероятность того, что их следующий ребенок будет иметь первую группу крови?

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сформулируйте и генетически обоснуйте первый и второй законы Менделя.
2. Понятие сцепленного наследования. Наследование, сцепленное с полом.
3. Генетическое картирование.
4. Могут ли способности передаваться по наследству? Почему?

### **Информационные источники**

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

## Лабораторная работа 2. Ткани, органы, системы органов

В данной работе студенты актуализируют знания о тканях, органах, системах и аппаратах органов человека, а также о взаимосвязи строения ткани и выполняемых ею функциях.

### Теория

В организме человека насчитывают более 200 различных типов клеток. Клетки образуют ткани. Ткань - это совокупность клеток и межклеточного вещества, имеющих общее происхождение, строение и функции. Различают 4 вида тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную (Рис. 9).



Рис. 9 Виды тканей человека

Рассмотрим более подробно каждый вид тканей.

**Эпителиальные ткани.** Эпителиальные ткани покрывают всю наружную поверхность тела, внутренние поверхности желудочно-кишечного тракта, дыхательных и мочеполовых путей, образуют серозные оболочки, большинство желез организма (железы желудочно-кишечного тракта, поджелудочная, щитовидная, потовые, сальные и т.д.). По строению и расположению клеток выделяют *однослойный*: плоский, кубический, цилиндрический, многорядный эпителий и *многослойный*: плоский неороговевающий, плоский ороговевающий, переходный эпителий (Рис.10).



Рис. 10 Эпителиальные ткани человека

В однослойных эпителиях все клетки лежат на базальной мембране. В многослойных эпителиях с базальной мембраной связан только нижний (глубокий) слой.

Эпителиальные ткани содержат мало межклеточного вещества и не имеют сосудов.

**Соединительные ткани.** Соединительная ткань состоит из клеток и межклеточного вещества, представленного основным аморфным веществом и волокнами (коллагеновыми и эластическими). К соединительным тканям относят собственно соединительную ткань, хрящевую, жировую, костную ткань, кровь и лимфу (Рис. 11).



Рис. 11 Соединительные ткани человека

**Мышечная ткань.** Различают гладкую, поперечнополосатую и сердечную мышечные ткани. Основное свойство мышечных тканей - сократимость.

Гладкая мышечная ткань входит в состав стенок внутренних органов (кишечник, матка, мочевого пузыря), кровеносных сосудов и сокращается произвольно. Эта ткань состоит из гладкомышечных одноядерных клеток веретенообразной формы около 100 мкм длиной (Рис.12).

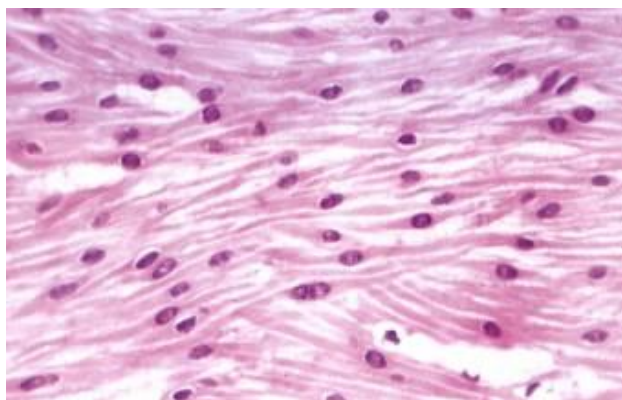


Рис.12 Гладкая мышечная ткань

Поперечно - полосатые мышечные ткани образуют скелетные мышцы и мышцы некоторых внутренних органов (глотка, язык, часть пищевода). Сокращение этих мышц происходит произвольно, т.е. подчиняется воле человека. Эта ткань состоит из многоядерных мышечных волокон, имеющих длину до 10-12 см. В волокнах чередуются темные и светлые участки, имеющие различные светопреломляющие свойства (Рис.13).



Рис. 13 Поперечнополосатая мышечная ткань

Мышечная ткань сердца состоит из клеток (миоцитов), образующих соединяющиеся друг с другом комплексы. Эта мышечная ткань похожа на скелетную (имеет поперечнополосатую исчерченность), но сокращается произвольно, подчиняясь автоматизму сердечных ритмов (Рис.14).



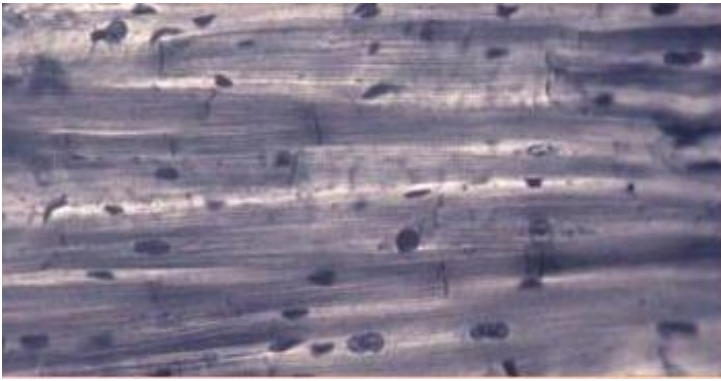


Рис.14 Сердечная мышечная ткань

**Нервная ткань.** Нервная ткань образована чувствительными клетками и нейроглией. Нервные клетки (нейроны) имеют тело и отростки различной длины. По длинному отростку (аксону) нервный импульс движется от тела нервной клетки к рабочим органам. По коротким отросткам (дендритам) нервный импульс направляется к телу клетки (Рис.15).

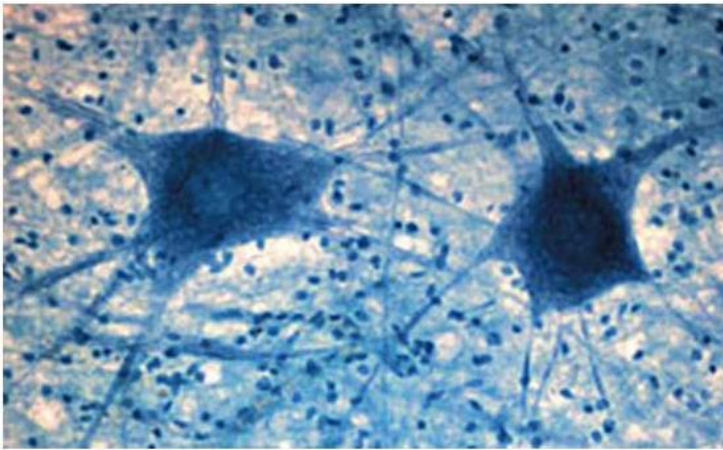


Рис. 15 Нервная ткань

Нервная ткань составляет основу нервной системы (головного, спинного мозга и нервов). Нервная система регулирует все процессы в человеческом организме и осуществляет его связь с окружающей средой.

Основные свойства нервной ткани - возбудимость и проводимость.

Ткани образуют органы. Орган - обособленная часть тела, занимающая в нем постоянное положение, имеющая определенное строение и выполняющая определенные, характерные для нее функции (Рис.16).

Органы, имеющие общий план строения, общее происхождение и связанные функционально, составляют систему органов.

Выделяют следующие системы органов: костную, мышечную, нервную, пищеварительную, дыхательную, сердечно-сосудистую, мочеполовой аппарат, иммунную, эндокринную.

Несколько систем органов объединяют в аппарат. В аппарате органы имеют различное строение и происхождение, но выполняют одну функцию.

Костная и мышечная системы составляют опорно-двигательный аппарат. Имеются мочеполовой, эндокринный аппараты.

Системы и аппараты органов объединены в целостный единый организм.

Целостность организма поддерживается деятельностью нервной и гуморальной систем.

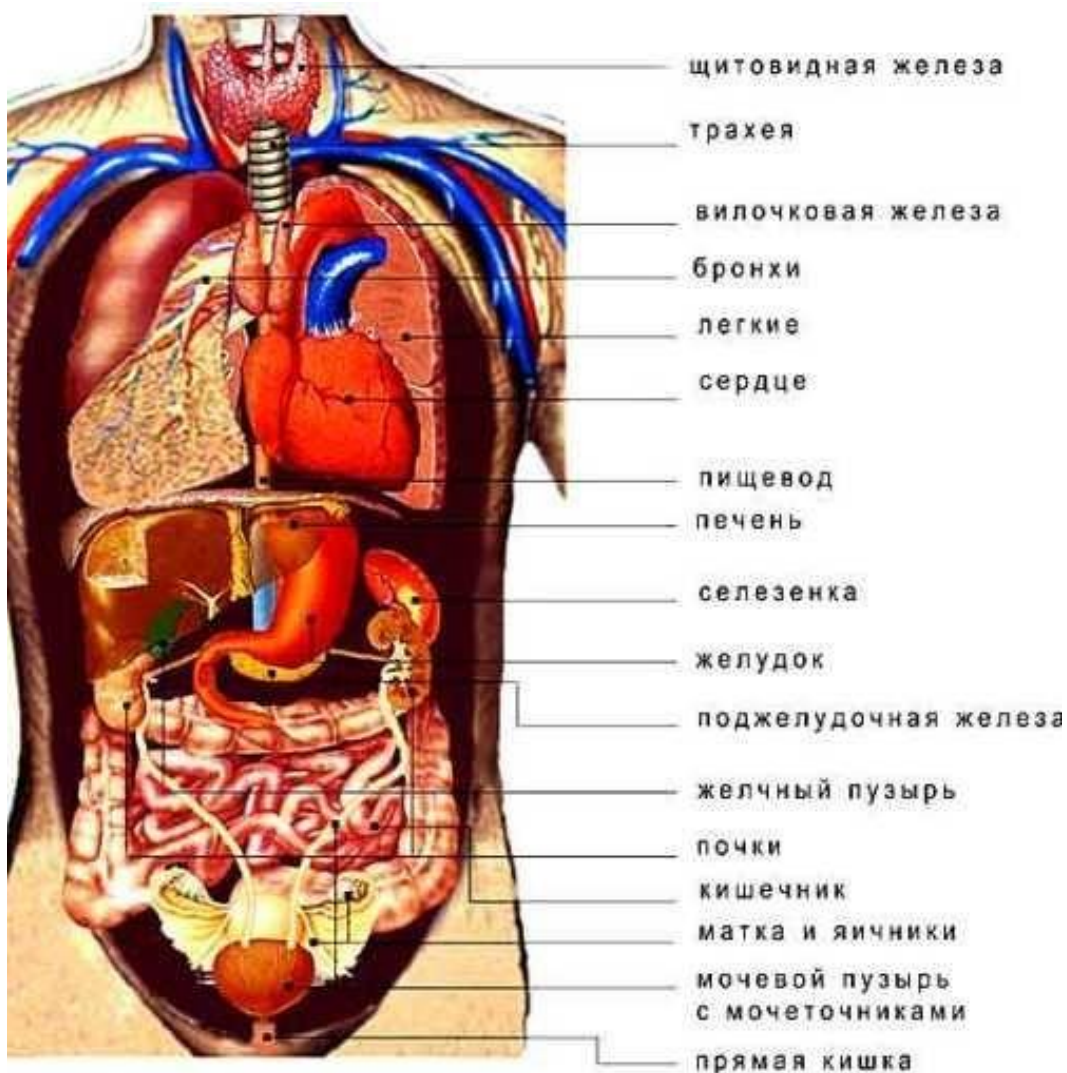


Рис. 16 Внутреннее строение человека

### Материалы и оборудование

Микроскопы, постоянные препараты по анатомии человека, цветные карандаши, простые карандаши, тетради для практических работ.

### Порядок выполнения работы

1. Настройте микроскоп.
2. Поместите первый препарат на предметный столик микроскопа.
3. Глядя в окуляр и осторожно вращая макровинт, добейтесь четкого изображения препарата.
4. Рассмотрите препарат при 80-, 400- и 800-кратном увеличении, последовательно вращая револьвер (Приложение 2).
5. Переведите микроскоп на малое увеличение.
6. Поставьте препарат в штатив.
7. Повторите пункты 4,5 и 6 для других препаратов.
8. По окончании работы с препаратами переведите микроскоп на малое увеличение.
9. Составьте таблицу «Ткани человека»:



№ п/п	Название препарата	Тип ткани	Изображение	Функции
1	Кровь человека	Соединительная		Защитная, дыхательная, трофическая, регуляторная, экскреторная, терморегуляторная, гомеостатическая
2				
3				
...				

10. Какие функциональные изменения происходят в организме спортсмена в результате тренировок?

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определения понятий «ткань», «орган», «аппарат органов».
2. Назовите основные типы тканей человеческого организма.
3. В чем заключается различие между поперечнополосатой мышечной и сердечной тканью?
4. Назовите особенности строения:
  - а) эпителиальной ткани;
  - б) нервной ткани.

### Информационные источники

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)
4. Вмеди.орг. Сообщество студентов Кировского ГМА. Форма доступа: [http://vmede.org/sait/?page=28&id=Biologiya\\_4ebishev\\_grinev\\_2010&menu=Biologiya\\_4ebishev\\_grinev\\_2010](http://vmede.org/sait/?page=28&id=Biologiya_4ebishev_grinev_2010&menu=Biologiya_4ebishev_grinev_2010)

## Практическая работа 3. Пищеварение

В данной работе студенты актуализируют представление о строении пищеварительной системы человека, а также о механизмах трансформации пищи в каждом из ее отделов.

### Теория

Пищеварительная система человека (лат. *systema digestorium*) осуществляет переваривание пищи (путём её физической и химической обработки), всасывание продуктов расщепления через слизистую оболочку в кровь и лимфу, выведение непереваренных остатков.

Пищеварительная система человека состоит из органов желудочно-кишечного тракта и вспомогательных органов (слюнные железы, печень, поджелудочная железа, желчный пузырь и др.) (Рис.17).

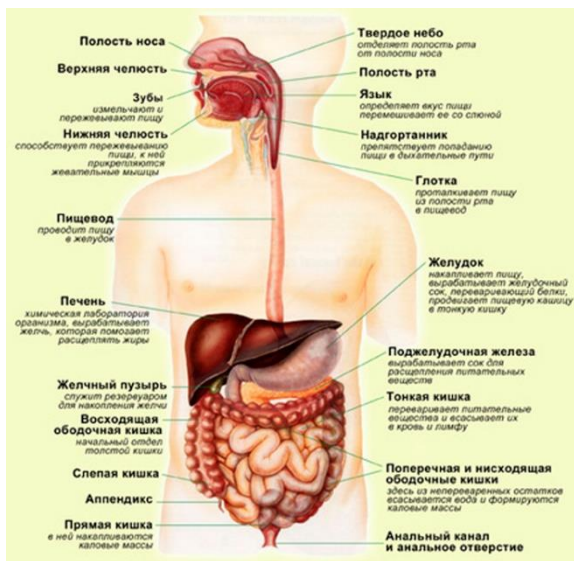


Рис. 17 Пищеварительная система человека

Условно выделяют три отдела пищеварительной системы. Передний отдел включает органы ротовой полости, глотку и пищевод. Здесь осуществляется, в основном, механическая переработка пищи. Средний отдел состоит из желудка, тонкой и толстой кишки, печени и поджелудочной железы, в этом отделе осуществляется преимущественно химическая обработка пищи, всасывание нутриентов и формирование каловых масс. Задний отдел представлен прямой кишкой и обеспечивает выведение кала из организма.

В среднем длина пищеварительного канала взрослого человека составляет 9—10 метров.

У человека пищеварение начинается в ротовой полости, где пища пережевывается. Этот процесс стимулирует слюнные железы, выделяющие слюну. Присутствующая в слюне амилаза участвует в расщеплении полисахаридов и образовании пищевого комка, что облегчает прохождение пищи по пищеводу. Раздражение рецепторов в слизистой оболочке глотки вызывает глотательный рефлекс. В координированном акте глотания участвуют мягкое нёбо и язычок, которые предотвращают попадание пищи в носовую полость, и надгортанник, который не даёт пище попадать в трахею.

Пищевод — часть пищеварительного тракта. Представляет собой сплюснутую в переднезаднем направлении полую мышечную трубку, по которой пища из глотки поступает в желудок. Моторная функция пищевода обеспечивает быстрое продвижение проглоченного пищевого комка в желудок без перемешивания и толчков. Пищевод взрослого человека имеет длину 25—30 см. Координируются функции пищевода произвольными и непроизвольными механизмами.

Желудок — полый мышечный орган, расположенный в левом подреберье и эпигастрии. Желудок является резервуаром для проглоченной пищи, а также осуществляет химическое переваривание этой пищи. Объём пустого желудка составляет около 500 мл. После принятия пищи он обычно растягивается до одного литра, но может увеличиться и до четырёх. Пища попадает в желудок, проходя через кардиальный сфинктер. Там она смешивается с желудочным соком, активными компонентами которого являются соляная кислота и пищеварительные ферменты:

- ✓ пепсин — расщепляет белки до аминокислот, полипептидов, олигопептидов.
- ✓ реннин — (у детей до 1 года) помогает переварить молочные продукты.

Через пилорический сфинктер пища попадает в тонкую кишку. Первый отдел тонкой кишки — двенадцатиперстная кишка, где происходит смешивание пищи с желчью, которая обеспечивает эмульгирование жиров ферментами поджелудочной железы и тонкой кишки, расщепляющими углеводы (мальтоза, лактоза, сахароза), белки (трипсин и химотрипсин).

В тонкой кишке происходит всасывание основного объёма питательных веществ и витаминов через кишечную стенку. Тонкая кишка является самым длинным отделом пищеварительного тракта.

Толстая кишка — нижняя, конечная часть пищеварительного тракта, а именно нижняя часть кишечника, в которой происходит в основном всасывание воды и формирование из пищевой кашицы (химуса) оформленного кала. Толстая кишка располагается в брюшной полости и в полости малого таза, её длина колеблется от 1,5 до 2 метров. Внутренность толстой кишки выстлана слизистой оболочкой, облегчающей продвижение кала и предохраняющей стенки кишки от вредного воздействия пищеварительных ферментов, и механических повреждений. Мышцы толстой кишки работают независимо от воли человека.

В пищеварении также принимают участие печень и поджелудочная железа.

В пищеварении печень принимает участие благодаря образованию желчи, которая из общего протока через сфинктер поступает в двенадцатиперстную кишку. Желчь — результат секреторной деятельности клеток печени и эпителиальных клеток желчных протоков.

В пищеварении желчь выполняет следующие функции:

- ✓ расщепление и обеспечение всасывания жиров;
- ✓ бактериостатическая;
- ✓ регуляция моторики желудка и кишечника
- ✓ стимуляция секреции поджелудочной железы.

Поджелудочная железа выделяет панкреатический сок, содержащий ферменты для расщепления белков, жиров и углеводов. Также ее клетками вырабатываются гормоны инсулин и глюкагон, участвующие в регуляции углеводного обмена.

## **Материалы и оборудование**

Тетради для практических работ, задачи для решения.

## **Порядок выполнения работы**

Прочитайте теоретический материал и решите задачи:

1. Если долго жевать черный хлеб, можно почувствовать сладкий вкус. Объясните, почему это происходит?
2. Верно ли утверждение, что употребление семечек с шелухой может стать причиной аппендицита? Почему?
3. Объясните, почему тонкий кишечник является наиболее важных отделов пищеварительной системы.
4. У человека наблюдается острая боль в области живота. Опишите порядок ваших действий?
5. У взрослого человека не усваивается молоко и молочные продукты. Объясните причину данного явления.

6. Почему нельзя разговаривать во время еды?
7. У человека удалена поджелудочная железа. Как это отразится на пищеварении?
8. В чем заключаются особенности пищевого режима спортсменов?

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите отделы пищеварительной системы человека.
2. Пищеварение в ротовой полости.
3. Пищеварение в тонком кишечнике. Роль печени и поджелудочной железы.
4. Пищеварение в толстом кишечнике.

### **Информационные источники**

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

### Лабораторная работа 3. Опорно-двигательный аппарат

Данная работа актуализирует знания студентов о строении и функциях опорно-двигательного аппарата человека.

#### Теория

В опорно-двигательном аппарате выделяют две части: пассивную и активную (Рис.18). Пассивная часть представляет собой скелет, образованный костями и их соединениями. Активная часть представлена скелетными мышцами, образованными поперечнополосатой мышечной тканью, диафрагмой, стенками внутренних органов.



Рис. 18 Опорно-двигательный аппарат человека

Скелет взрослого человека состоит из 205—207 костей. Почти все они объединяются в единое целое с помощью суставов, связок и других соединений. При рождении человеческий скелет состоит из 270 костей, число костей в зрелом возрасте снижается до 205—207, так как некоторые кости срастаются между собой.

Принято выделять осевой и добавочный скелет. К осевому относят череп и позвоночный столб, к добавочному – скелет поясов конечностей и собственно конечностей.

Скелет выполняет две основные функции: механическую и биологическую.

Механическая функция включает в себя:

- ✓ опорную функцию — кости вместе с их соединениями составляют опору тела, к которой прикрепляются мягкие ткани и органы;
- ✓ функцию передвижения (хотя и косвенно, так как скелет служит для прикрепления скелетных мышц);
- ✓ рессорную функцию — за счет суставных хрящей и других конструкций скелета (свод стопы, изгибы позвоночника), смягчающих толчки и сотрясения;
- ✓ защитную функцию — формирование костных образований для защиты важных органов: головного и спинного мозга; сердца, легких. В полости таза располагаются половые органы. В самих костях находится красный костный мозг.

Под биологической функцией понимают:

- ✓ кроветворную функцию — красный костный мозг, находящийся в костях, является источником клеток крови;
- ✓ запасующую функцию — кости служат депо для многих неорганических соединений: фосфора, кальция, железа, магния и поэтому участвуют в поддержании постоянного минерального состава внутренней среды организма.

Скелет человека образован разного вида костями. Кость выполняет опорно-механическую и защитную функции, является составной частью эндоскелета позвоночных, производит красные и белые кровяные клетки, сохраняет минералы. В состав костей входят как органические, так и неорганические вещества; количество первых тем больше, чем моложе организм.

Кости имеют большую прочность и громадное сопротивление сжатию и чрезвычайно долго противостоят разрушению. При прокаливании кость теряет органическое вещество, но сохраняет свою форму и строение; подвергая кость действию кислоты (например, соляной), можно растворить минеральные вещества и получить гибкий органический (коллагеновый) остов кости.

При сжигании кость чернеет с выделением углерода, который остаётся после разложения органических веществ. При дальнейшем выгорании углерода получается белый твёрдый хрупкий остаток.

У пожилых людей в костях увеличивается доля минеральных веществ, из-за этого их кости становятся более хрупкими.

По форме и строению кости делятся на:

- ✓ трубчатые кости (длинные и короткие) — это кости скелета свободных конечностей;
- ✓ губчатые кости: длинные — ребра и грудина; короткие — позвонки, кости запястья, предплюсны;
- ✓ плоские кости — кости крыши черепа, лопатка, тазовая кость, построенные из губчатого вещества, окруженного пластинкой компактного вещества;
- ✓ смешанные кости — височные и основания черепа.

Кости скелета могут соединяться двумя способами.

Первый способ заключается в соединении костей, когда между ними *отсутствует щель*. Такие соединения называются *непрерывными*. Непрерывные соединения могут быть образованы соединительной тканью (например, связки между дужками позвонков), хрящевой тканью (соединение ребер с грудиной) и срастанием костей между собой (кости черепа срастаются с образованием шва, а тазовые кости — без образования шва).

Второй способ соединения называется прерывистым соединением — между костями остается щель. Такие соединения называются суставами. В зависимости от формы суставных поверхностей и степени подвижности сустава (количество осей, по которым происходит движение в суставе) различают следующие виды суставов:

Одноосные	Плоские	Суставы между суставными отростками позвонков
	Цилиндрические	Сочленение между локтевой и лучевой костями
	Блоковидные	Межфаланговые суставы
Двухосные	Седловидные	Запястнопястный сустав
	Эллипсоидные	Между затылочной костью и первым шейным позвонком; лучезапястный
Трёхосные	Шаровидные	Плечевой сустав
	Ореховидные	Тазобедренный сустав

Также соединения костей классифицируют по степени подвижности соединений. Так, суставы будут относиться к подвижным соединениям, а соединение путем срастания костей — к неподвижным соединениям (кости черепа, соединение костей таза с крестцом).

Соединения костей с помощью хрящевой и плотной соединительной ткани относятся к подвижным соединениям (соединение тел шейных, грудных, поясничных позвонков).

Активная часть опорно-двигательного аппарата представлена мышцами. У мышц различают центральную часть, или сократительную (брюшко), построенную из поперечнополосатой мышечной ткани, и концевые части, или несократимые, — сухожилия, образованные плотной волокнистой соединительной тканью. С помощью сухожилий мышцы прикрепляются к костям скелета, поэтому их называют скелетными. Форма мышц зависит от расположения мышечных волокон относительно оси сухожилия.

По выполняемой функции различают дыхательные, жевательные, мимические мышцы, а по действию на суставы: сгибатели, разгибатели, отводящие, приводящие, вращательные, сжиматели.

Если две мышцы в суставе выполняют одно действие, такие мышцы называются синергистами, если мышцы выполняют противоположные действия — антагонистами.

### Материалы и оборудование

Тетради для практических работ, весы напольные, линейки, метроном, эргограф, кимограф, груз массой 2 кг, динамометры кистевые, динамометры станковые, секундомеры.

### Порядок выполнения работы

Практическая работа включает в себя проведение трех экспериментов. Допускается для каждого эксперимента выбрать одного испытуемого.

*Эксперимент 1. Эргография (метод графической регистрации работы мышц человека).*

Поместите руку испытуемого на доску эргографа. На средний палец кисти наденьте петлю. Пустите в ход метроном с частотой 60 уд/мин. Предложите испытуемому производить сгибание и разгибание пальца (соответственно, поднимание и опускание груза) в такт с ударами метронома до полного утомления.

Тот же опыт проделайте, пустив метроном с частотой 120 уд/мин.

На получившейся эргограмме измерьте высоту всех имеющихся зубцов ( $h$ ). Сложите получившиеся величины ( $\sum h$ ).

По формуле найдите силу  $F$

$$F = m \cdot g \quad (g = 9,8 \text{ м/с}^2, m = 2 \text{ кг})$$

По формуле найдите работу  $A$

$$A = F \cdot \sum h \quad (\text{Дж})$$

Аналогично найдите работу  $A$  для частоты 120 уд/мин. Сделайте вывод о динамике изменения показателей работоспособности.

*Эксперимент 2. Определение силы мышц.*

а) Определение силового индекса мышц кисти.

Возьмите кистевой динамометр в правую руку и отведите ее от туловища под прямым углом. Другую руку опустите вдоль туловища. Сожмите с максимальной силой пальцы правой кисти 5 раз, делая интервалы между сжатиями в несколько минут.

Выберите лучший результат. Определите силовой индекс – процентное отношение мышечной силы кисти к массе тела.

Силовой индекс (%) = сила кисти (кг) / МТ (кг)  $\times$  100%,  
где сила кисти (кг) = сила кисти (даН)  $\times$  0,98.

Проделайте аналогичные расчеты для левой руки.

Основываясь на табличных данных, сделайте вывод о вашем силовом индексе.

Трактовка силового индекса	Мужчины	Женщины
Ниже среднего	< 65%	< 48%
Средний	65 - 80%	48 - 50%
Выше среднего	> 80%	> 50%

#### б) Определение становой силы.

Расположите рукоятку станового динамометра на уровне колен. На крюк динамометра наденьте соединительную планку, один из зацепов которой соединен с подставкой для упора ног. Встаньте на подставку. Согнитесь и возьмитесь двумя руками за рукоятку (руки и ноги выпрямлены). Потяните с максимальной силой рукоятку вверх, выпрямляя при этом туловище.

Повторите 5 раз. Определите среднее значение становой силы.

Определите силовой индекс становой силы, разделив среднее значение становой силы на ваш вес.

Сделайте вывод, учитывая, что становая сила взрослых мужчин в среднем равна 130 - 150 кг, женщин - 80 - 90 кг.

#### *Эксперимент 3. Определение силовой выносливости.*

Возьмите кистевой динамометр в правую руку и отведите ее от туловища под прямым углом. Другую руку опустите вдоль туловища. Сожмите с максимальной силой пальцы правой кисти, а затем уменьшите сжатие ручки динамометра так, чтобы она составляла 1/3 от максимальной. С помощью секундомера определите время, в течение которого будет удерживаться такое усилие.

Повторите эксперимент, уменьшив силу сжатия на 50% от максимальной.

Аналогичные эксперименты проделайте для левой руки.

Сделайте вывод о силовой выносливости правой и левой руки. Объясните полученный результат.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. После помещения в раствор кислоты человеческая кость стала мягкой, легко завязывающейся в узел. Объясните получившийся результат.
2. В чем заключается биологическая функция скелета?
3. Как называются подвижные соединения скелета?
4. Назовите особенности сердечной мышцы.
5. Можно ли утверждать, что мышечное волокно всегда сокращается с максимальной возможной для него силой?
6. Какие заболевания опорно-двигательного аппарата характерны для хоккеистов?

#### **Информационные источники**

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)



## Лабораторная работа 4. Анализаторы. Рефлексы. Высшая нервная деятельность

Целью данной работы является актуализация знаний студентов о функционировании анализаторов человека, а также о механизмах взаимодействия человека с окружающей средой.

### Теория

Анализаторы — это система чувствительных нервных образований, осуществляющих анализ и синтез изменений, происходящих во внешней среде и в организме.

По И. П. Павлову анализатор состоит из трех отделов: периферического, то есть воспринимающего (рецептора, или органа чувств), промежуточного, или проводникового (проводящие пути и промежуточные нервные центры), и центрального, или коркового (нервные клетки коры больших полушарий). К периферическому отделу анализаторов относятся все органы чувств, а также рецепторные образования и свободные нервные окончания, находящиеся во внутренних органах и мышцах (Рис.19). Обязательным условием нормального функционирования анализатора является целостность каждого из его трех отделов.

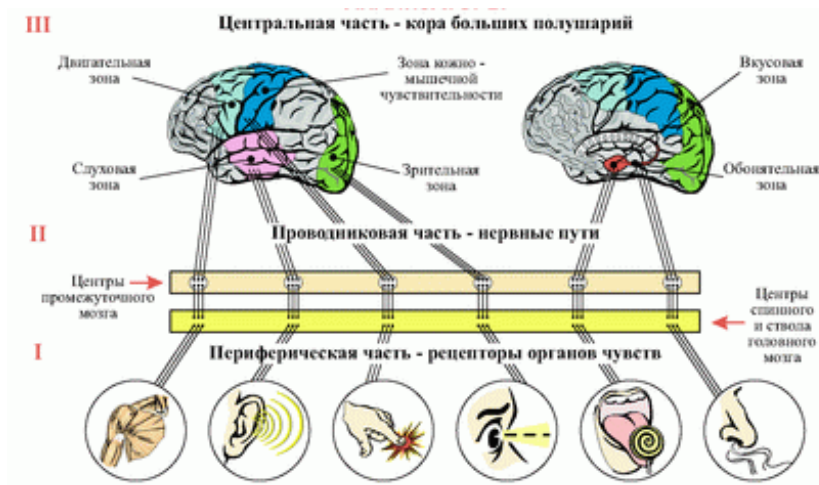


Рис. 19 Анализаторы человека

Рецепторный аппарат каждого анализатора приспособлен к трансформации определенного вида энергии в нервное возбуждение. Так, рецепторы звука избирательно реагируют на звуковые раздражения, света — на световые, вкуса — на химические, кожи — на тактильно-температурные и т. д. Специализация рецепторов обеспечивает анализ явлений внешнего мира на их отдельные элементы уже на уровне периферического отдела анализатора.

Все анализаторы можно разделить на две группы:

1. внешние, воспринимающие сигналы окружающей среды (зрительный, слуховой, тактильный, обонятельный, вкусовой, температурный);
2. внутренние, получающие сигналы от внутренних органов.

Рассмотрим более подробно строение и механизм работы анализаторов человека.

#### *Зрительный анализатор.*

Наибольшее количество информации о внешнем мире (около 90%) человек получает с помощью органа зрения — глаза, состоящего из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Глазное яблоко находится в глазнице и защищено от механических повреждений нижним и верхним веками, ресницами и выступами черепных костей — лобной (надбровный валик), скуловой и носовой. В верхненаружном углу глазницы расположена слезная железа, выделяющая слезную жидкость, которая облегчает движение век, смачивает поверхность глазного яблока и смывает с нее пылевые частицы. Глазное яблоко соединено с

костными стенками глазницы шестью глазодвигательными мышцами, позволяющими осуществлять движения вверх, вниз и в стороны.

Стенки глазного яблока образованы тремя оболочками: наружной — фиброзной, средней — сосудистой и внутренней — сетчатой, или сетчаткой.

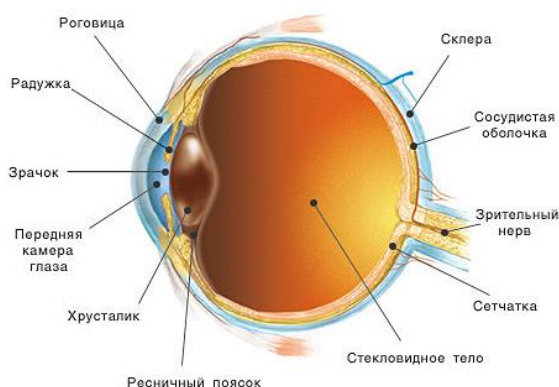


Рис. 20 Глаз человека

Глазное яблоко (Рис.20) имеет шаровидную форму, заключено в глазницу. Вспомогательный аппарат глаза представлен глазными мышцами, жировой клетчаткой, веками, ресницами, бровями, слезными железами. Подвижность глаза обеспечивают поперечнополосатые мышцы, которые одним концом прикрепляются к костям глазничной впадины, другим - к белочной оболочке. Спереди глаз окружают две складки кожи - веки. Внутренние их поверхности покрыты слизистой оболочкой - конъюнктивой. Слезный аппарат состоит из слезных желез и отводящих путей. Слеза предохраняет роговицу от переохлаждения, высыхания и смывает осевшие пылевые частицы.

Глазное яблоко имеет три оболочки: наружную - фиброзную, среднюю - сосудистую, внутреннюю - сетчатую. Фиброзная оболочка непрозрачна и называется белочной или склерой. В передней части глазного яблока она переходит в выпуклую прозрачную роговицу. Средняя оболочка снабжена кровеносными сосудами и пигментными клетками. В передней части глаза она утолщается, образуя ресничное тело, в толще которого находится ресничная мышца, изменяющая своим сокращением кривизну хрусталика. Ресничное тело переходит в радужную оболочку, состоящую из нескольких слоев. В более глубоком слое залегают пигментные клетки. От количества пигмента зависит цвет глаз. В центре радужной оболочки есть отверстие - зрачок, вокруг которого расположены круговые мышцы. При их сокращении зрачок суживается. Радиальные мышцы, имеющиеся в радужной оболочке, расширяют зрачок.

За радужной оболочкой находится прозрачное тело, имеющее форму двояковыпуклой линзы - хрусталик, способный преломлять световые лучи. Хрусталик заключен в капсулу, от которой отходят цинновы связки, прикрепляющиеся к ресничной мышце. При сокращении мышцы связки расслабляются, и кривизна хрусталика увеличивается, он становится более выпуклым. Полость глаза за хрусталиком заполнена вязким веществом - стекловидным телом.

Самая внутренняя оболочка глаза – сетчатка (Рис.21), содержащая палочки и колбочки - светочувствительные рецепторы, представляющие периферический отдел зрительного анализатора.



Рис. 21 Сетчатка глаза человека

В глазу у человека насчитывается около 130 млн. палочек и 7 млн. колбочек. В центре сетчатки сосредоточено больше колбочек, а вокруг них и на периферии расположены палочки. От светочувствительных элементов глаза (палочек и колбочек) отходят нервные волокна, которые, соединяясь через промежуточные нейроны, образуют зрительный нерв. В месте выхода его из глаза отсутствуют рецепторы, этот участок не чувствителен к свету и называется слепым пятном. Снаружи от слепого пятна на сетчатке сосредоточены только колбочки. Этот участок называется желтым пятном, в нем наибольшее количество колбочек. Задний отдел сетчатки представляет собой дно глазного яблока.

### *Слуховой анализатор.*

Включает в себя три основные части: орган слуха, слуховые нервы, подкорковый и корковые центры мозга (Рис.22).



Рис. 22 Слуховой анализатор человека

Орган слуха состоит из трех отделов: наружного, среднего и внутреннего уха. Ухо включает не только собственно орган слуха, с помощью которого воспринимаются слуховые ощущения, но и орган равновесия, благодаря чему тело удерживается в определенном положении.

Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. Раковина образована хрящом, покрытым с обеих сторон кожей. С помощью раковины человек улавливает направление звука.

Наружный слуховой проход имеет вид трубки длиной 30 мм, выстланной кожей, в которой имеются особые железы, выделяющие ушную серу. В глубине слуховой проход затянут тонкой барабанной перепонкой овальной формы. Со стороны среднего уха, в середине барабанной перепонки, укреплена рукоятка молоточка. Перепонка упруга, при ударе звуковых волн она без искажения повторяет эти колебания.

Среднее ухо представлено барабанной полостью, которая с помощью слуховой (евстахиевой) трубы сообщается с носоглоткой; от наружного уха оно отграничено барабанной перепонкой (Рис.23).

Составные части этого отдела - молоточек, наковальня и стремечко. Своей рукояткой молоточек срастается с барабанной перепонкой, наковальня же сочленена и с молоточком, и со стремечком, которое прикрывает овальное отверстие, ведущее во внутреннее ухо. В стенке, отделяющей среднее ухо от внутреннего, кроме овального окна находится еще круглое окно, затянутое перепонкой.

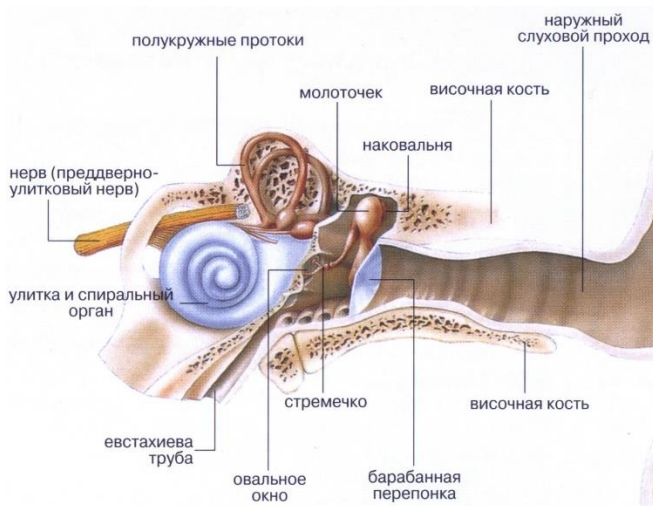


Рис. 23 Строение среднего уха человека

Внутреннее ухо (Рис.24), или лабиринт, расположено в толще височной кости и имеет двойные стенки: лабиринт перепончатый как бы вставлен в костный, повторяя его форму. Лабиринт представлен преддверием, кпереди от него находится улитка, кзади - полукружные каналы. Улитка сообщается с полостью среднего уха через круглое окно, затянутое перепонкой, а преддверие - через овальное окно.

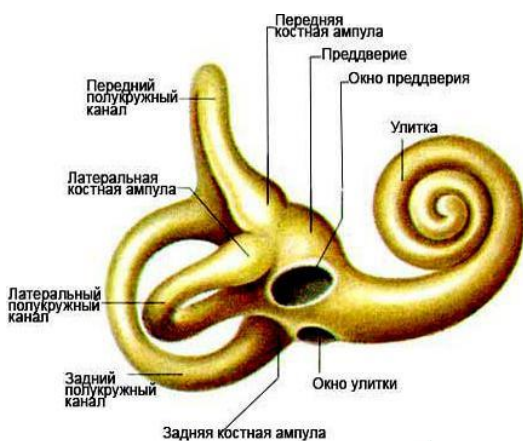


Рис. 24 Строение внутреннего уха человека

Органом слуха является улитка, остальные его части составляют органы равновесия. Улитка - спирально закрученный канал, разделенный тонкой перепончатой перегородкой. Она состоит из фиброзной ткани, включающей около 24 тыс. особых волокон (слуховые струны) разной длины и расположенных поперек вдоль всего хода улитки: самые длинные - у ее вершины, у основания - наиболее укороченные. Над этими волокнами нависают слуховые волосковые клетки - рецепторы. Это периферический конец слухового анализатора, или кортиева орган. Волоски рецепторных клеток обращены в полость улитки - эндолимфу, а от самих клеток берет начало слуховой нерв.

Звуковые волны, проходя через наружный слуховой проход, вызывают колебания барабанной перепонки и передаются слуховым косточкам, а с них - на перепонку овального окна, ведущего в преддверие улитки. Возникшее колебание приводит в движение жидкость внутреннего уха и воспринимается волокнами основной перепонки, несущей на себе клетки кортиева органа. Высокие звуки с большой частотой колебаний воспринимаются короткими волокнами, расположенными у основания улитки, и передаются волоскам клеток кортиева органа.

**Вестибулярный аппарат.** В определении положения тела в пространстве, его перемещении и скорости движения большую роль играет вестибулярный аппарат (Рис.25). Он расположен во внутреннем ухе и состоит из преддверия и трех полукружных каналов, размещенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Полукружные каналы наполнены эндолимфой. В



эндолимфе преддверия находятся два мешочка - круглый и овальный со специальными известковыми камешками - статолитами, прилежащими к волосковым рецепторным клеткам мешочков.

При обычном положении тела статолиты своим давлением раздражают волоски нижних клеток, при изменении положения тела статолиты также перемещаются и своим давлением раздражают другие клетки; полученные импульсы передаются в кору больших полушарий. В ответ на раздражение вестибулярных рецепторов, связанных с мозжечком и двигательной зоной больших полушарий, рефлекторно изменяются тонус мышц и положение тела в пространстве. От овального мешочка отходят три полукружных канала, имеющих вначале расширения - ампулы, в которых находятся волосковые клетки - рецепторы. Так как каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, то эндолимфа в них при изменениях положения тела раздражает те или иные рецепторы, и возбуждение передается в соответствующие отделы мозга. Организм рефлекторно отвечает необходимым изменением положения тела.

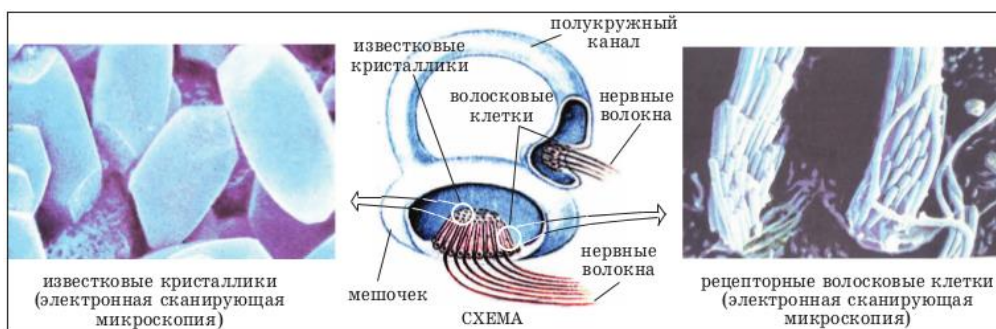


Рис. 25 Вестибулярный аппарат человека

#### Вкусовой анализатор.

Строение вкусового анализатора представлено в виде 3 основных функциональных отделов:

- ✓ периферический;
- ✓ проводниковый;
- ✓ центральный отдел.

Периферический отдел вкусового анализатора представлен вкусовыми луковицами круглой или овальной формы, которые расположены главным образом в сосочках языка. Различают сосочки желобоватые, листовидные и грибовидные (Рис.26).

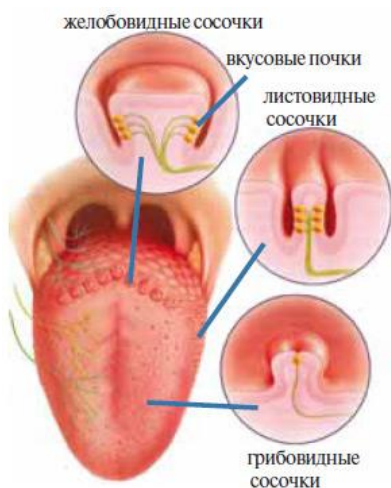


Рис. 26 Периферический отдел вкусового анализатора

Вкусовая луковица состоит из опорных и рецепторных вкусовых клеток. Рецепторные вкусовые клетки усеяны на своем конце микроворсинками, которые называют еще вкусовыми волосками. Длина ворсинок – около 2 мкм, диаметр – около 0,2 мкм. Они выходят на поверхность языка через вкусовые поры.

Проводящий путь вкусового анализатора тесно связан с гипофизом. В каждой вкусовой почке присутствуют нервные волокна, строение которых сопряжено с различными нервами.

В центральном отделе сосредоточены отростки нейронов еще одного отдела головного мозга, а именно гипоталамуса. Функции этого отдела вкусового анализатора выражены в реакции на вкусовые, температурные и механические раздражители.

Вкусовой анализатор реагирует только на те пищевые компоненты, которые находятся в так называемом растворенном состоянии. Это означает, что функции проводникового и центрального отделов языка начнут работать только в том случае, если слюна растворит в себе пищу. Особенности вкуса заключаются в химической реакции между активными компонентами слюны и концентрацией электролитов, поступающих от пищевых раздражителей.

Проводящий путь вкусового анализатора обладает совершенно разной чувствительностью к раздражителям. Последние, в свою очередь, делятся на 4 основные группы: кислые, соленые, сладкие, горькие. Вкусовой анализатор способен воспринять только одно из веществ.

#### *Обонятельный анализатор.*

Принимает участие в определении запахов, связанных с появлением в окружающей среде пахучих веществ (Рис.27).

Периферический отдел анализатора образуется обонятельными рецепторами, которые находятся в слизистой оболочке полости носа. От обонятельных рецепторов нервные импульсы по проводниковому отделу — обонятельному нерву — поступают в мозговой отдел анализатора. В корковом отделе анализатора возникают различные обонятельные ощущения.

Рецепторы обоняния сосредоточены в области верхних носовых ходов. На поверхности обонятельных клеток имеются реснички. Это увеличивает возможность их контакта с молекулами пахучих веществ. Рецепторы обоняния очень чувствительны. Так, для получения ощущения запаха достаточно, чтобы было возбуждено 40 рецепторных клеток, причем на каждую из них должна действовать всего одна молекула пахучего вещества.

Ощущение запаха при одной и той же концентрации пахучего вещества в воздухе возникает лишь в первый момент его действия на обонятельные клетки. В дальнейшем ощущение запаха ослабевает. Количество слизи в полости носа также влияет на возбудимость обонятельных рецепторов. При повышенном выделении слизи, например, во время насморка, происходит снижение чувствительности рецепторов обоняния к пахучим веществам.

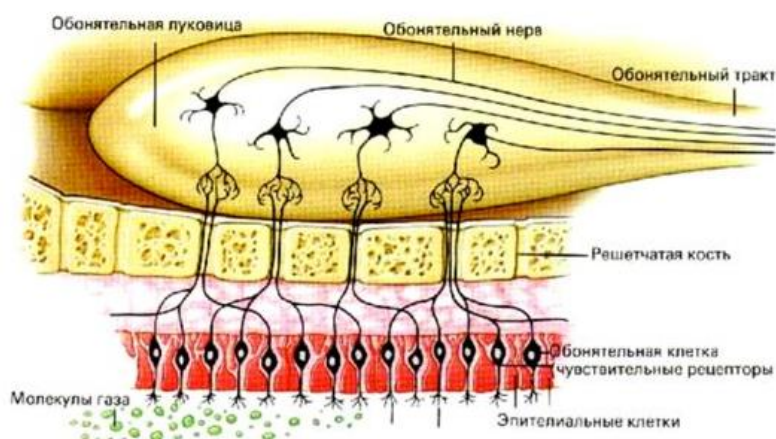


Рис. 27 Обонятельный анализатор человека

#### *Тактильный и температурный анализаторы.*

Деятельность тактильного анализатора (Рис.28) связана с различением различных воздействий, оказываемых на кожу (прикосновение, давление и т.д.).

Тактильные рецепторы, находящиеся на поверхности кожи и слизистых оболочках полости рта и носа, образуют периферический отдел анализатора. Они возбуждаются при прикосновении к ним или давлении на них. Проводниковый отдел тактильного анализатора представлен

чувствительными нервными волокнами, идущими от рецепторов в спинной, продолговатый мозг, зрительные бугры и нейроны ретикулярной формации. Мозговой отдел анализатора – задняя центральная извилина. В нем возникают тактильные ощущения.

К тактильным рецепторам относят осязательные тельца (мейсснеровы), расположенные в сосудах кожи, и осязательные мениски (меркелевы диски), имеющиеся в большом количестве на кончиках пальцев и губ. К рецепторам давления относят пластинчатые тельца (Пачини), которые сосредоточены в глубоких слоях кожи, в сухожилиях, связках, брюшине, брыжейке кишечника.

Значение температурного анализатора (Рис.28) состоит в определении температуры внешней и внутренней среды организма.

Периферический отдел этого анализатора образован терморецепторами. Изменение температуры внутренней среды организма приводит к возбуждению температурных рецепторов, расположенных в гипоталамусе. Проводниковый отдел анализатора представлен спиноталамическим путем, волокна которого заканчиваются в ядрах зрительных бугров и нейронах ретикулярной формации ствола мозга. Мозговой конец анализатора — задняя центральная извилина коры головного мозга, где формируются температурные ощущения.

Тепловые рецепторы представлены тельцами Руффини, холододовые — колбами Краузе.

Терморецепторы в коже располагаются на разной глубине: более поверхностно находятся холододовые, глубже — тепловые рецепторы.

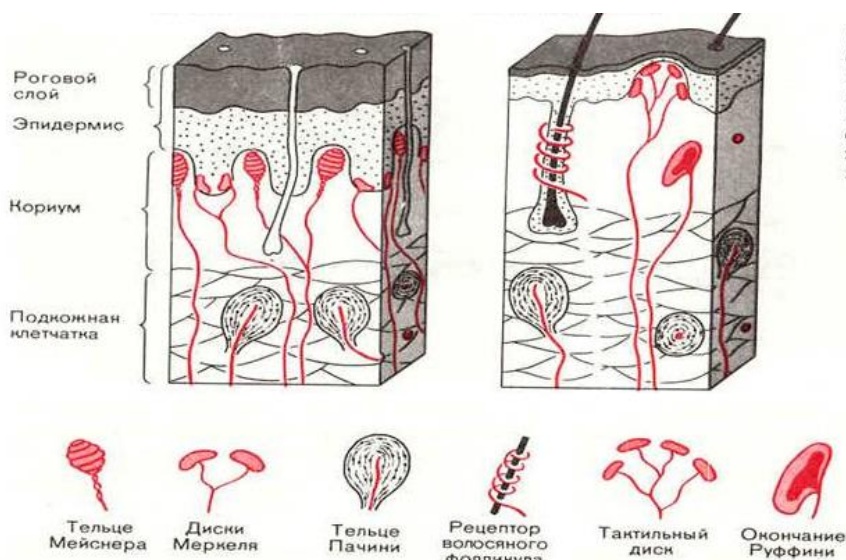


Рис. 28 Кожный анализатор человека

Сигналы, получаемые от анализаторов, являются пусковыми механизмами для формирования рефлексов.

Рефлекс – ответная реакция организма на внешнее или внутреннее раздражение, осуществляемая и контролируемая центральной нервной системой.

Все рефлексы можно разделить на 2 группы: безусловные (врожденные) и условные (приобретенные).

Безусловные рефлексы — наследственно передаваемые (врожденные) реакции организма, присущие всему виду. Выполняют защитную функцию, а также функцию поддержания гомеостаза (постоянства внутренней среды организма).

Безусловные рефлексы — это наследуемые, неизменные реакции организма на определённые воздействия внешней или внутренней среды, независимо от условий возникновения и протекания реакций. Безусловные рефлексы обеспечивают приспособление организма к неизменным условиям среды. Основные типы безусловных рефлексов: пищевые, защитные, ориентировочные, половые.

Условные рефлексы возникают в ходе индивидуального развития и накопления новых навыков. Выработка новых временных связей между нейронами зависит от условий внешней среды. Условные рефлексы формируются на базе безусловных при участии высших отделов мозга.

Условные рефлексы лежат в основе приобретённого поведения. Это наиболее простые программы. Окружающий мир постоянно меняется, поэтому в нём могут успешно жить лишь те, кто быстро и целесообразно отвечает на эти изменения. По мере приобретения жизненного опыта в коре полушарий складывается система условнорефлекторных связей. Такую систему называют динамическим стереотипом. Он лежит в основе многих привычек и навыков. Например, научившись кататься на коньках, велосипеде, мы впоследствии уже не думаем о том, как нам двигаться, чтобы не упасть.

Любой рефлекс осуществляется по рефлекторной дуге. Рефлекторная дуга — путь, проходимый нервными импульсами при осуществлении рефлекса.

Рефлекторная дуга состоит из:

- ✓ рецептора — нервное звено, воспринимающее раздражение;
- ✓ афферентного звена — центробежное нервное волокно — отростки рецепторных нейронов, осуществляющие передачу импульсов от чувствительных нервных окончаний в центральную нервную систему;
- ✓ центрального звена — нервный центр (необязательный элемент, например для аксон-рефлекса);
- ✓ эфферентного звена — осуществляют передачу от нервного центра к эффектору;
- ✓ эффектора — исполнительный орган, деятельность которого изменяется в результате рефлекса.

Простейшая рефлекторная дуга у человека образована двумя нейронами — сенсорным и двигательным (мотонейрон). Примером простейшего рефлекса может служить коленный рефлекс (Рис.29).

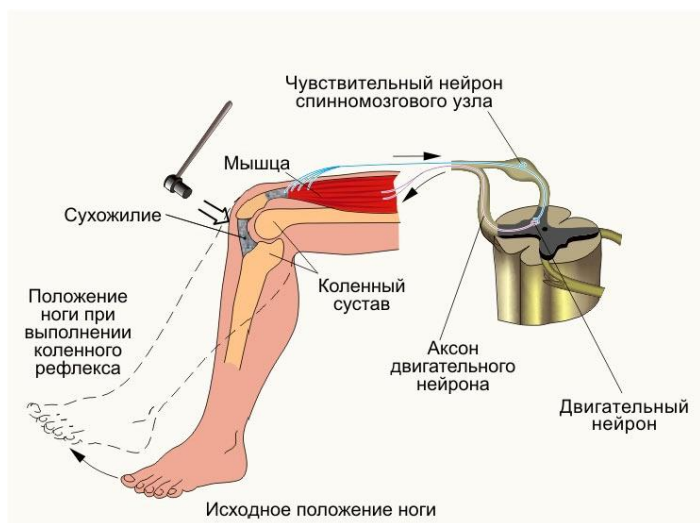


Рис. 29 Коленный рефлекс

Схема передачи основана на том, что импульс, полученный во время удара, от рецепторов (нервно-мышечных веретен) передается по аксонам к телам чувствительных нейронов (клеток, находящихся в узлах около спинного мозга). Далее возбуждение передается на мотонейроны (в серое вещество спинного мозга), после чего двигательные клетки заставляют сократиться четырехглавую мышцу (нога «подпрыгнет»).

Человек осуществляет взаимодействие с окружающей средой за счет высшей нервной деятельности.

Высшая нервная деятельность — это совокупность безусловных и условных рефлексов, а также высших психических функций, которые обеспечивают адекватное поведение организма в изменяющихся природных и социальных условиях.



Основная роль в осуществлении высшей нервной деятельности у высших животных и человека принадлежит коре больших полушарий.

Чем выше уровень организации животного, тем большее влияние на его жизнедеятельность оказывает кора больших полушарий. Человек, лишённый коры больших полушарий (анэнцефалия), практически нежизнеспособен.

Высшая нервная деятельность включает в себя совокупность условных и безусловных рефлексов, мышление, память, логику, речь и эмоции.

Психика — это свойство головного мозга, заключающееся в отражении предметов и явлений материального мира.

Ощущение — это процесс отражения в центральной нервной системе отдельных свойств предметов и явлений объективной реальности, непосредственно воздействующей на органы чувств. Ощущения дают материал для восприятия и мышления, т. е. являются источником всех знаний об окружающей нас действительности.

Восприятие — процесс приёма и преобразования информации, обеспечивающей организму ориентировку в окружающем мире. Это активный процесс выделения из массы разнородных объектов внешнего мира тех, которые более всего необходимы в данный момент.

Внимание — это сосредоточенность психической деятельности на определенном объекте. С помощью внимания обеспечивается отбор необходимой информации.

Память — способность сохранять информацию о событиях внешнего мира и деятельности организма.

Память складывается из трёх взаимосвязанных этапов:

- ✓ запоминание;
- ✓ хранение;
- ✓ воспроизведение информации.

Различают следующие виды памяти:

- ✓ сенсорная память регистрирует всю новую информацию, которую мы получаем, в течение нескольких сотен миллисекунд;
- ✓ оперативная память вступает в действие после сенсорной памяти и удерживает информацию в течение минуты. Она позволяет запоминать названный телефонный номер до того, пока он будет набран или записан. Она также необходима при чтении и помогает удерживать информацию из предложения, которое только что было прочитано, чтобы понять смысл следующего предложения. Оперативная память вскоре исчезает и заменяется кратковременной памятью;
- ✓ кратковременная память обеспечивает удержание поступившей информации в течение короткого отрезка времени (несколько минут, реже — часов);
- ✓ долговременная память позволяет сохранять информацию неограниченное время и имеет практически неограниченный объём.

По способу запоминания:

- ✓ механическая память;
- ✓ зрительная память;
- ✓ слуховая память.

Воспроизведение заключается в извлечении информации из памяти. Воспроизведение, как и запоминание, может быть произвольным и непроизвольным:

- ✓ произвольное воспроизведение — воспроизведение из долговременной памяти определённой информации; имеет избирательный характер и представляет собой активный процесс, требующий включения внимания и умственных усилий;
- ✓ непроизвольное воспроизведение — неконтролируемое воспроизведение из памяти ранее полученной информации; наблюдается в ситуации, когда мысль или образ всплывает в памяти без специально поставленной задачи воспроизведения.

Под забыванием понимают невозможность произвольного воспроизведения нужной информации.

Мотивации — это побуждения к деятельности, связанные с удовлетворением определённых потребностей.

Их делят на три основные группы:

- ✓ биологические мотивации, которые свойственны человеку и животным и связаны с физиологическими потребностями;
- ✓ социальные мотивации, которые свойственны человеку и некоторым животным и связаны с взаимоотношениями с себе подобными;
- ✓ духовные мотивации, свойственные только человеку и связанные с интеллектуальными потребностями.

Эмоции — внешнее выражение отношения человека к окружающему миру и к самому себе.

Эмоциональные состояния реализуются в определённых поведенческих реакциях. Эмоции возникают на этапе оценки вероятности удовлетворения или неудовлетворения возникших потребностей, а также при удовлетворении этих потребностей.

Биологическое значение эмоций состоит в выполнении ими сигнальной и регуляторной функций. Сигнальная функция эмоций заключается в том, что они сигнализируют о полезности или вредности данного воздействия, успешности или неуспешности выполняемого действия. Регуляторная роль эмоций заключается в быстрой реакции на внезапное воздействие внешнего раздражения, поскольку эмоциональное состояние мгновенно приводит к мобилизации всех систем организма.

Эмоции принято классифицировать на:

- ✓ низшие, связанные с физиологическими потребностями;
- ✓ высшие, возникающие только у человека в связи с удовлетворением социальных и духовных потребностей (интеллектуальных, моральных, эстетических и др.). Эти более сложные эмоции оказывают контролирующее и тормозящее влияние на низшие эмоции.

Вся высшая нервная деятельность человека постоянно протекает на двух уровнях: подсознания и сознания.

Сознание — субъективные переживания действительности, протекающие на фоне уже существующего опыта.

Сознание включает все формы психической деятельности человека: ощущение, восприятие, представление, мышление, внимание, чувства и волю.

Сознание может отключаться от окружающей обстановки, оперировать абстрактными категориями, но связь организма и среды продолжает осуществляться на уровне подсознания.

Современные представления о типах высшей нервной деятельности в значительной степени могут отождествляться с четырьмя типами человеческого темперамента (холерический, меланхолический, флегматический, сангвинический), выделенными ещё древнегреческим врачом Гиппократом (IV в. до нашей эры) на основе наблюдений за поведением людей.

Типы темперамента определяются комбинацией трёх параметров нервной системы: силой, уравновешенностью (балансом) и подвижностью (Рис. 30).

Сила нервной системы — это её устойчивость к длительному воздействию раздражителя.

Уравновешенность — возможность перехода от одних реакций к другим (например, от возбуждения к торможению) в критических ситуациях;

Подвижность — это скорость образования новых условных связей.

Холерический тип: сильный, неуравновешенный; характеризуется сильным раздражительным и слабым тормозным процессом, поэтому представитель такого типа в трудных ситуациях легко подвержен нарушениям ВНД.

Флегматический тип: сильный, уравновешенный, инертный; с сильными процессами возбуждения и торможения и с плохой их подвижностью, всегда испытывающий затруднения при переключении с одного вида деятельности на другой.

Меланхолический тип: слабый; характеризуется слабостью и возбуждения, и торможения; плохо приспосабливается к условиям окружающей среды.

Сангвинический тип: сильный, уравновешенный, подвижный; имеет одинаково сильные процессы возбуждения и торможения с хорошей их подвижностью, что обеспечивает высокие адаптивные возможности и устойчивость в условиях трудных жизненных ситуаций.

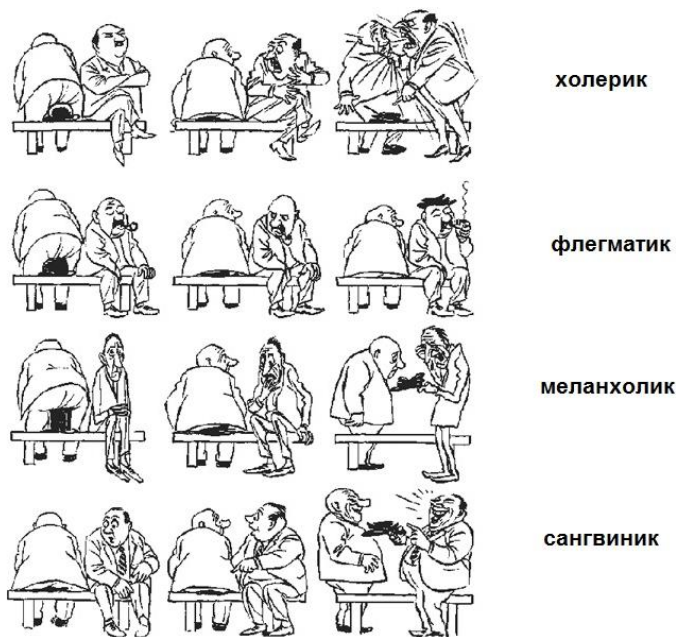


Рис.30 Типы темперамента

Необходимо иметь в виду, что отмеченные выше типы высшей нервной деятельности представляют собой крайние классические типы, которые в чистом виде практически не встречаются.

Мышление (интеллект) — процесс опосредованного, обобщённого отражения действительности с её связями, отношениями и закономерностями. С помощью мышления познается содержание и смысл воспринимаемого.

Мышление представляет собой самую сложную форму психической деятельности человека, вершину её эволюционного развития.

Мышление построено на двух функциях высших нервных центров: на анализе и синтезе информации и ответных действий организма.

Очень важным аппаратом мышления человека, существенно усложняющим его структуру, является речь, которая позволяет кодировать информацию с помощью абстрактных символов.

Вербальное мышление человека неразрывно связано с речью. Именно благодаря речи мышление человека становится обобщённым и опосредованным.

Процесс мышления осуществляется с помощью следующих мыслительных операций: анализа, синтеза, сравнения, обобщения и абстрагирования (мысленное выделение предмета или свойства). Результатом процесса мышления у человека являются понятия, суждения и умозаключения.

#### Сигнальные системы

Первая сигнальная система — это зрительные, слуховые и другие чувственные сигналы, из которых строятся образы внешнего мира.

Отдельные элементы более сложной сигнальной системы начинают появляться у общественных видов животных (высокоорганизованных млекопитающих и птиц), которые используют звуки (сигнальные коды) для предупреждения об опасности, о том, что данная территория занята, и т. д.

Вторая сигнальная система — словесная, в которой слово в качестве условного раздражителя, знака, не имеющего реального физического содержания, но являющегося символом предметов и явлений материального мира, становится сильным стимулом; развивается только у человека в процессе трудовой деятельности и социальной жизни.

Способность понимать, а потом и произносить слова возникает у ребёнка в результате ассоциации определённых звуков (слов) со зрительными, тактильными и другими впечатлениями о внешних объектах.

С возникновением и развитием второй сигнальной системы появляется возможность образования понятий и представлений.

Раздражители второй сигнальной системы отражают окружающую действительность с помощью обобщающих, абстрагирующих понятий, выражаемых словами. Человек может оперировать не только образами, но и связанными с ними мыслями, осмысленными образами.

С помощью слова осуществляется переход от чувственного образа первой сигнальной системы к понятию, представлению второй сигнальной системы. Способность оперировать абстрактными понятиями, выражаемыми словами, служит основой мыслительной деятельности.

Язык — это форма существования мысли.

Язык делает возможным обмен мыслями. Речь дает возможность создавать научные понятия, формулировать законы.

Речь может участвовать в регуляции деятельности различных органов с помощью психики. Словесные раздражители являются физиологически активными факторами, они изменяют интенсивность обменных процессов, воздействуют на мышечную и сенсорные системы. Вовремя сказанное доброе слово может повышать работоспособность, способствовать хорошему настроению. Неосторожно произнесённое в присутствии больного слово может значительно ухудшить его состояние.

Деятельность второй сигнальной системы обеспечивается функцией двигательного, слухового и зрительного анализаторов и лобных отделов мозга. Восприятие речи происходит с помощью речедвигательного (зона Брока) и речеслухового анализаторов (зона Вернике).

Процессы декодирования речи осуществляются височно-теменно-затылочными отделами левого полушария у правшей и правого — у левшей. При поражении этих отделов коры происходит нарушение понимания речи.

Учитывая соотношения первой и второй сигнальной систем в том или ином индивидууме, И. П. Павлов выделил специфические человеческие типы ВНД в зависимости от преобладания первой или второй сигнальной системы в восприятии действительности:

К художественному типу относятся люди с преобладанием восприятия первосигнальных раздражителей. Это люди, для которых характерна яркость зрительного и слухового восприятия событий окружающего мира (художники и музыканты). У представителей этого типа преобладает образный тип мышления.

К мыслительному типу относятся люди, у которых более сильной оказывается вторая сигнальная система. У представителей этого типа преобладает логический тип мышления, способность к построению абстрактных понятий (ученые, философы).

Это два крайних значения в типологии человека; обычно можно говорить лишь о большей или меньшей выраженности одного из типов высшей нервной деятельности.

## **Материалы и оборудование**

Тетради для практических работ, металлические или пластмассовые шарики (диаметр 10 – 20 мм), периметр, цветные кружки (белый, синий, красный, зеленый), таблица «Поля зрения», таблица Анфимова, секундомер, линейки, простые карандаши, цветные карандаши.

## **Порядок выполнения**

Практическая работа включает в себя проведение четырех экспериментов. Допускается для некоторых экспериментов выбрать одного испытуемого.

*Эксперимент 1. Определение различных видов торможения.*

Эксперимент проводится в начале и в конце занятия и состоит из 4 частей, на выполнение каждой из которых испытуемому дается 1 минута.

а) определение условной реакции: в таблице Анфимова вычеркивайте букву «с»;

б) определение условного торможения (формы торможения условного рефлекса, возникающее при неподкреплении условных раздражителей безусловными. Дает возможность организму избавиться от большого количества лишних биологически нецелесообразных реакций): вычеркивайте букву «с», за исключением комбинации «сн»;

в) определение дифференцированного торможения (постепенное прекращение реакций на стимулы, которые сходны с оригинальными, и тем не менее от них отличающиеся некоторыми признаками. С помощью этого торможения из сходных раздражителей выделяется тот, который будет подкрепляться безусловным раздражителем, т.е. биологически важный для организма.): вычеркивайте букву «с» и подчеркивайте букву «е»;

г) определение запаздывающего торможения (внутреннее торможение, развивающееся в ЦНС при отставании подкрепления во времени от начала действия условного раздражителя. Значение заключается в предохранении организма от преждевременных реакций.): вычеркивайте пятую букву после буквы «с», при этом не вычеркивая саму букву «с».

Подсчитайте количество просмотренных знаков и количество ошибок в каждой из частей в начале и в конце занятия. Составьте таблицу:

Виды торможения	Количество просмотренных знаков		Количество ошибок	
	начало занятия	конец занятия	начало занятия	конец занятия
1. условная реакция				
2. условное торможение				
3. дифференцированное торможение				
4. запаздывающее торможение				

Сделайте вывод о преобладающем (преобладающих) у вас типе (типах) торможения.

*Эксперимент 2. Определение полей зрения.*

Поле зрения – пространство, в пределах которого видны все его точки при фиксированном положении глаза. Наиболее велико поле зрения для белого цвета.

Эксперимент проводится в парах (экспериментатор и испытуемый).

Испытуемый кладет подбородок на пластинку периметра, закрыв один глаз, а другим фиксируя зеркальце.

Экспериментатор ведет ползунок с цветным кружком от периферии к центру и отмечает, на каком градусе испытуемый начал отчетливо видеть предложенный ему цвет. Аналогично повторить для оставшихся цветов.

Опыт проводить при повороте полукруга на 30°, 60°, 90°, 120°, 150° и до совершения полного оборота (0°).

Повторить эксперимент для другого глаза.

Основываясь на эталонной периметрии (Рис.31), сделайте вывод о ваших полях зрения.

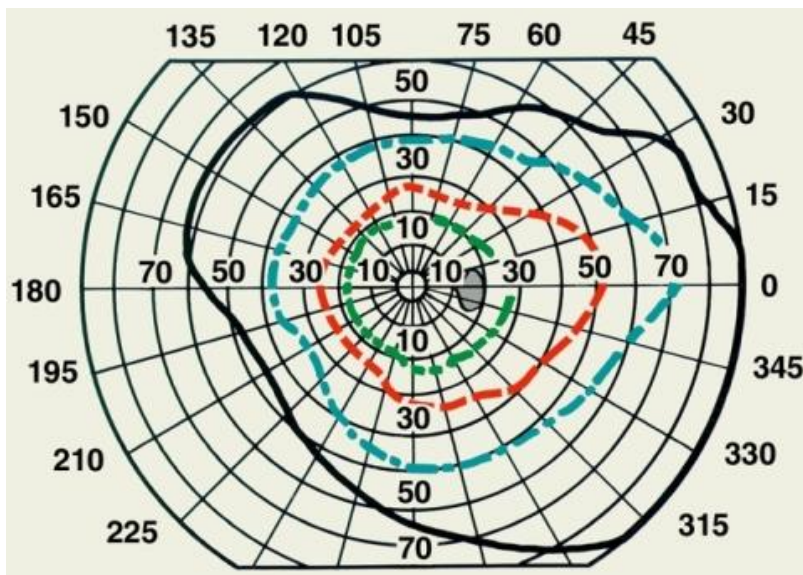


Рис. 31 Схема нормальных полей зрения

### *Эксперимент 3. Опыт Аристотеля.*

Человек воспринимает предметы одиночными, если они попадают между обращенными друг к другу участками поверхности. Если один и тот же предмет касается одновременно двух участков кожи, удаленных друг от друга, то возникает ощущение двух предметов.

Положите на стол шарик, прикоснитесь к нему кончиками указательного и среднего пальцев и покатайте его по столу.

Перекрестите оба пальца. Прикоснитесь к шарикку так, чтобы он оказался между скрещенными пальцами, и вновь покатайте его по столу.

Объясните получившийся результат.

### *Эксперимент 4. Определение свойств нервной системы по психомоторным показателям (теппинг-тест).*

В тетради для практических работ нарисуйте 6 квадратов (6\*6 см). По команде «Ап!» постарайтесь в течение 5 секунд поставить как можно больше точек в первом квадрате. Остановитесь по команде «Стоп!».

Через 5 секунд снова по команде «Ап!» перейдите в следующий квадрат и т.д. Таким образом, в течение 30 секунд вы должны поставить точки в 6 квадратах.

Подсчитайте количество точек в каждом квадрате, соединив их друг с другом. Проставьте значения в каждом квадрате. Начертите диаграмму: по оси х укажите количество квадратов, по оси у – количество точек.

Определите тип графика и сделайте вывод о силе нервной системы:

а) выпуклый тип: темп нарастает до максимального в течение первых 10 – 15 секунд. К 25 – 30 секунде он может снизиться ниже исходного уровня. Данный тип кривой свидетельствует о сильной нервной системе.

б) ровный тип: максимальный темп удерживается примерно на одном уровне в течение всей работы. Этот тип кривой характерен для нервной системы средней силы.

в) нисходящий тип: максимальный темп снижается уже со второго 5-секундного отрезка и остается на сниженном уровне в течение всей работы. График свидетельствует о слабой нервной системе.

г) вогнутый тип: первоначальное снижение максимального темпа сменяется кратковременным возрастанием темпа до исходного уровня. Этот вид графика свидетельствует о способности к кратковременной мобилизации работоспособности. Таких испытуемых относят к группе лиц со средне-слабой нервной системой.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите отделы любого анализатора.
2. Строение зрительного анализатора.
3. Особенности строения внутреннего уха.
4. Рефлекс: понятие, классификация.
5. Рефлекторная дуга.
6. Высшая нервная деятельность: понятие, компоненты.
7. Темперамент.

### **Информационные источники**

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

## Практическая работа 4. Внутренняя среда организма

Данная работа знакомит студентов с компонентами внутренней среды организма, понятием гомеостаза и механизмами его поддержания.

### Теория

Внутренняя среда организма — совокупность жидкостей организма (кровь, тканевая и спинномозговая жидкости и лимфа), находящихся внутри него, как правило, в определённых резервуарах (сосуды) и в естественных условиях, никогда не соприкасающихся с внешней окружающей средой, обеспечивая тем самым организму гомеостаз.

Кровь состоит из клеток (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов) и межклеточного вещества (плазмы).

Эритроциты (красные кровяные клетки) содержат белок гемоглобин, в состав которого входит железо. Гемоглобин переносит кислород и углекислый газ. (Угарный газ прочно соединяется с гемоглобином и не дает ему переносить кислород.). Особенности эритроцитов:

- ✓ имеют форму двояковогнутого диска,
- ✓ не имеют ядра,
- ✓ живут 3-4 месяца,

образуются в красном костном мозге.

Лейкоциты (белые кровяные клетки) защищают организм от инородных частиц и микроорганизмов, являются частью иммунной системы. Фагоциты осуществляют фагоцитоз, В-лимфоциты выделяют антитела. Имеют следующие особенности:

- ✓ могут менять форму, выходить из кровеносных сосудов и передвигаться как амёбы,
- ✓ имеют ядро,
- ✓ образуются в красном костном мозге, созревают в тимусе и лимфатических узлах.

Тромбоциты (красные пластинки) участвуют в процессе свертывания крови.

Плазма состоит из воды с растворенными веществами. Например, в плазме растворен белок фибриноген. При свертывании крови он превращается в нерастворимый белок фибрин.

Часть плазмы крови выходит из кровеносных капилляров наружу, в ткани, и превращается в тканевую жидкость. Тканевая жидкость непосредственно контактирует с клетками тела, доносит до них кислород и другие вещества. Чтобы возвращать эту жидкость обратно в кровь, имеется лимфатическая система.

Лимфатические сосуды открыто оканчиваются в тканях; тканевая жидкость, попавшая туда, называется лимфой. Лимфа – это прозрачная бесцветная жидкость, в которой нет эритроцитов и тромбоцитов, но много лимфоцитов. Лимфа движется за счет сокращения стенок лимфатических сосудов; клапаны в них не дают лимфе течь назад. Лимфа очищается в лимфатических узлах и возвращается в вены большого круга кровообращения.

Гомеостаз – способность системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия.

Осуществляется по принципу обратной связи. Различают положительную и отрицательную обратную связь.

1. Отрицательная обратная связь – реакция, при которой система отвечает так, чтобы изменить направление изменения на противоположное (например, при повышении концентрации углекислого газа в организме, легкие получают сигнал к увеличению активности).

2. Положительная обратная связь – усиление изменения переменной. Оказывает дестабилизирующий эффект и не приводит к гомеостазу (например, свертывание крови).

Иммунитет (лат. *immunitas*) — это способ защиты организма от действия различных веществ и организмов, вызывающих деструкцию его клеток и тканей, характеризующийся изменением



функциональной активности преимущественно иммуноцитов с целью поддержания гомеостаза внутренней среды.

Иммунитет классифицируют на врождённый и адаптивный.

Врождённый (неспецифический) иммунитет обусловлен способностью идентифицировать и обезвреживать разнообразные патогены по наиболее консервативным, общим для них признакам, дальности эволюционного родства, до первой встречи с ними.

Адаптивный (устар. приобретённый, специфический) иммунитет имеет способность распознавать и реагировать на индивидуальные антигены, характеризуется клональным ответом, в реакцию вовлекаются лимфоидные клетки, имеется иммунологическая память, возможна аутоагрессия.

Также иммунитет можно разделить на активный и пассивный.

✓ приобретённый активный иммунитет возникает после перенесённого заболевания или после введения вакцины.

✓ приобретённый пассивный иммунитет развивается при введении в организм готовых антител в виде сыворотки или передаче их новорождённому с молозивом матери или внутриутробным способом.

Другая классификация разделяет иммунитет на естественный и искусственный.

✓ естественный иммунитет включает врождённый иммунитет и приобретённый активный (после перенесённого заболевания), а также пассивный иммунитет при передаче антител ребёнку от матери.

✓ искусственный иммунитет включает приобретённый активный после прививки (введение вакцины) и приобретённый пассивный (введение сыворотки).

## **Материалы и оборудование**

Тетради для практических работ, задачи для решения.

## **Порядок выполнения**

Прочитайте теоретический материал и решите задачи:

1. Объясните, почему ткани, пересаженные от одного организма к другому, часто отторгаются, а белки пищи усваиваются и служат строительным материалом в клетке любого человека.

2. Папа Римский Иннокентий III, удрученный своей старостью, приказал перелить себе кровь от троих молодых юношей. Это привело к гибели Папы. Почему?

3. Найдите ошибки в тексте и исправьте их:

К форменным элементам относятся эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Эритроциты – безъядерные кровяные пластинки, округлой или овальной формы, размером 0,5 -3,0 мкм. Они образуются в красном костном мозге, разрушаются в селезёнке. Продолжительность их жизни 8 – 11 дней. Функция – участие в свёртывании крови. Лейкоциты – красные кровяные тельца. Они определяют цвет крови. Это безъядерные клетки имеющие вид двояковогнутого диска. Средняя продолжительность жизни 120 дней. Затем они разрушаются в печени и селезёнке. Функция – транспорт кислорода и углекислого газа. Тромбоциты – белые кровяные тельца, не имеющие постоянной формы, содержащие ядро. Образуются в красном костном мозге, селезёнке, лимфатических узлах. Функция – защита организма от микроорганизмов.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите компоненты внутренней среды организма.
2. Иммунитет: определение, классификация, значение.
3. Гомеостаз: понятие, механизмы поддержания.

### **Информационные источники**

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

## **Практическая работа 5.**

### **Индивидуальное развитие организмов**

В данной работе студенты знакомятся с понятиями онто-и филогенеза, а также с биогенетическим законом.

#### **Теория**

Онтогенез – индивидуальное развитие организма, совокупность последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований, претерпеваемых организмом от оплодотворения (при половом размножении) или от момента отделения от материнской особи (при бесполом размножении) до конца жизни.

У многоклеточных животных в составе онтогенеза принято различать фазы эмбрионального (под покровом яйцевых оболочек) и постэмбрионального (за пределами яйца) развития, а у живородящих животных пренатальный (до рождения) и постнатальный (после рождения) онтогенез.

В эмбриональном периоде, как правило, выделяют следующие этапы: дробление, гастрюляцию и органогенез.

Эмбриональный, или зародышевый, период онтогенеза начинается с момента оплодотворения и продолжается до выхода зародыша из яйцевых оболочек. У большинства позвоночных он включает стадии (фазы): дробления, гастрюляции, гисто- и органогенеза.

Дробление — ряд последовательных митотических делений оплодотворенного или инициированного к развитию яйца. Дробление представляет собой первый период эмбрионального развития, который присутствует в онтогенезе всех многоклеточных животных и приводит к образованию зародыша, называемого бластулой (зародыш однослойный). При этом масса зародыша и его объём не меняются, то есть они остаются такими же, как у зиготы, а яйцо разделяется на все более мелкие клетки — бластомеры. После каждого деления дробления клетки зародыша становятся все более мелкими, то есть меняются ядерно-плазменные отношения: ядро остается таким же, а объём цитоплазмы уменьшается. Процесс протекает до тех пор, пока эти показатели не достигнут значений, характерных для соматических клеток.

В ходе гастрюляции клетки зародыша практически не делятся и не растут. Происходит активное передвижение клеточных масс (морфогенетические движения). В результате гастрюляции формируются зародышевые листки (пласты клеток). Гастрюляция приводит к образованию зародыша, называемого гастрюлой.

Первичный органогенез — процесс образования комплекса осевых органов. В разных группах животных этот процесс характеризуется своими особенностями. Например, у хордовых на этом этапе происходит закладка нервной трубки, хорды и кишечной трубки.

В ходе дальнейшего развития формирование зародыша осуществляется за счет процессов роста, дифференцировки и морфогенеза. Рост обеспечивает накопление клеточной массы зародыша. В ходе процесса дифференцировки возникают различно специализированные клетки, формирующие различные ткани и органы. Процесс морфогенеза обеспечивает приобретение зародышем специфической формы.

Постэмбриональное развитие бывает прямым и непрямым.

1. Прямое развитие — развитие, при котором появившийся организм идентичен по строению взрослому организму, но имеет меньшие размеры и не обладает половой зрелостью. Дальнейшее развитие связано с увеличением размеров и приобретением половой зрелости. Например, развитие рептилий, птиц, млекопитающих.

2. Непрямое развитие (личиночное развитие, развитие с метаморфозом) — появившийся организм отличается по строению от взрослого организма, обычно устроен проще, может иметь специфические органы, такой зародыш называется личинкой. Личинка питается, растет и со временем личиночные органы заменяются органами, свойственными взрослому организму (имаго). Например, развитие лягушки, некоторых насекомых, червей.

Постэмбриональное развитие сопровождается ростом.

Изучение зародышей организмов на ранних стадиях позволило сформулировать биогенетический закон: каждое живое существо в своем индивидуальном развитии (онтогенез) повторяет, в известной степени, формы, пройденные его предками или его видом (филогенез) (Рис.32).

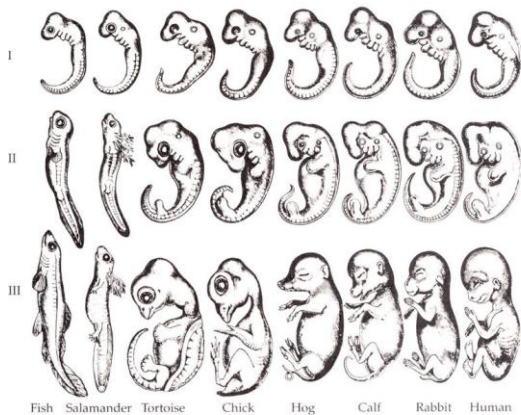


Рис. 32 Зародыши различных животных на ранних стадиях развития

## Материалы и оборудование

Тетради для практических работ, задачи для решения.

## Порядок выполнения

Прочитайте теоретический материал и решите задачи:

1. Объясните смысл формулировки филогенетического закона «Онтогенез есть краткое повторение филогенеза». Приведите примеры.

2. Определите, о чем идет речь (от вас скрыто 1 слово)?

а) Начальный этап развития оплодотворенного яйца носит название \*\*\*\*\*.

Через несколько минут или несколько часов (у разных видов по-разному) после внедрения сперматозоида в яйцеклетку образовавшаяся зигота начинает делиться митозом на клетки, называемые бластомерами. Этот процесс получил название \*\*\*\*\*, так как в ходе его число бластомеров увеличивается в геометрической прогрессии, но они не вырастают до размеров исходной клетки, а с каждым делением становятся мельче. Бластомеры, образующиеся при \*\*\*\*\*, представляют собой ранние зародышевые клетки. Во время дробления митозы следуют один за другим, и к концу периода весь зародыш ненамного крупнее зиготы.

Тип \*\*\*\*\* яйца зависит от количества желтка и характера его распределения.

Различают полное и неполное \*\*\*\*\*. В бедных желтком яйцах наблюдается равномерное \*\*\*\*\* . Полному \*\*\*\*\* подвергаются зиготы ланцетника и млекопитающих, так как они содержат мало желтка, и он распределен относительно равномерно.

В яйцах, богатых желтком, \*\*\*\*\* может быть полным (равномерным и неравномерным) и неполным. Бластомеры одного полюса из-за обилия желтка всегда отстают в темпе \*\*\*\*\* от бластомеров другого полюса. Полное, но неравномерное \*\*\*\*\* характерно для амфибий. У рыб и птиц происходит неполное \*\*\*\*\*. Часть желтка остается вне бластомеров, которые располагаются на желтке в виде диска.

Рассмотрим более подробно \*\*\*\*\* зиготы ланцетника. Оно охватывает всю зиготу. Борозды первого и второго \*\*\*\*\* проходят через полюса зиготы во взаимно перпендикулярных направлениях, в результате чего образуется зародыш, состоящий из четырех бластомеров.

Последующие \*\*\*\*\* проходят попеременно в продольном и поперечном направлениях. На стадии 32 бластомеров зародыш напоминает ягоду шелковицы или малины. Он

называется морулой. При дальнейшем \*\*\*\*\* (примерно на стадии 128 бластомеров) зародыш расширяется и клетки, располагаясь однослойно, образуют полый шар. Эта стадия называется бластулой. Стенка однослойного зародыша называется бластодермой, а находящаяся внутри полость — бластоцелью (первичной полостью тела).

б) Следующий этап эмбрионального развития — образование двуслойного зародыша — \*\*\*\*\*. После того как бластула полностью сформировалась, дальнейшее дробление клеток особенно интенсивно происходит на одном из полюсов. Вследствие этого они как бы втягиваются (впячиваются) внутрь. В результате образуется двуслойный зародыш. На этой стадии зародыш похож на чашу и называется \*\*\*\*\*. Наружный слой клеток \*\*\*\*\* называется эктодермой или наружным зародышевым листком, а внутренний слой, выстилающий полость \*\*\*\*\* — \*\*\*\*\* полость (полость первичного кишечника), носит название энтодермы или внутреннего зародышевого листка. Полость \*\*\*\*\*, или первичный кишечник, превращается у большинства животных на дальнейших этапах развития в пищеварительный тракт, открывается наружу первичным ртом, или бластопором. У червей, моллюсков и членистоногих бластопор превращается в рот взрослого организма. Поэтому их называют первичноротыми. У иглокожих и хордовых рот прорывается на противоположной стороне, а бластопор превращается в заднепроходное отверстие. Их называют вторичноротыми.

На стадии двух зародышевых листков заканчивается развитие губок и кишечнополостных. У всех остальных животных образуется третий — средний зародышевый листок, расположенный между эктодермой и энтодермой. Он называется мезодермой.

в) После гастрюляции начинается следующий этап в развитии зародыша — дифференцировка зародышевых листков и закладка органов (\*\*\*\*\*). Вначале происходит формирование осевых органов — нервной системы, хорды и пищеварительной трубки. Стадия, на которой осуществляется закладка осевых органов, называется нейрулой.

Нервная система у позвоночных формируется из эктодермы в виде нервной трубки. У хордовых первоначально она имеет вид нервной пластинки. Эта пластинка растет интенсивнее всех остальных участков эктодермы и затем прогибается, образуя желобок. Края желобка смыкаются, возникает нервная трубка, которая тянется от переднего конца к заднему. На переднем конце трубки затем формируется головной мозг. Одновременно с образованием нервной трубки происходит формирование хорды. Нервная трубка, кишечник и хорда образуют комплекс осевых органов зародыша, который определяет двустороннюю симметрию тела. Впоследствии хорда у позвоночных животных замещается позвоночником, и только у некоторых низших позвоночных ее остатки сохраняются между позвонками даже во взрослом состоянии.

Одновременно с образованием хорды происходит обособление третьего зародышевого листка — мезодермы. Способов образования мезодермы несколько. У ланцетника, например, мезодерма, как и все основные органы, образуется вследствие усиленного деления клеток с двух сторон первичной кишки. В результате образуются два энтодермальных кармана. Эти карманы увеличиваются, заполняя собой первичную полость тела, края их отрываются от энтодермы и смыкаются между собой, образуя две трубки, состоящие из отдельных сегментов, или сомитов. Это и есть третий зародышевый листок — мезодерма. В середине трубок находится вторичная полость тела, или целом.

Дальнейшая дифференцировка клеток каждого зародышевого листка приводит к образованию тканей (гистогенез) и формированию органов (\*\*\*\*\*). Кроме нервной системы из эктодермы развивается наружный покров кожи — эпидермис, и его производные (ногти, волосы, сальные и потовые железы), эпителий рта, носа, анального отверстия, выстилка прямой кишки, эмаль зубов, воспринимающие клетки органов слуха, обоняния, зрения и т. д.

Из энтодермы развиваются эпителиальные ткани, выстилающие пищевод, желудок, кишечник, дыхательные пути, легкие или жабры, печень, поджелудочную железу, эпителий желчного и мочевого пузыря, мочеиспускательного канала, щитовидную и околощитовидную железы.

Производными мезодермы являются соединительнотканная основа кожи (дерма), вся собственно соединительная ткань, кости скелета, хрящи, кровеносная и лимфатическая системы, дентин зубов, брыжейка, почки, половые железы, мускулатура.

Зародыш животных развивается как единый организм, в котором все клетки, ткани и органы находятся в тесном взаимодействии. При этом один зачаток оказывает влияние на другой, в значительной мере определяя путь его развития. Кроме того, на темпы роста и развития зародыша оказывают влияние внешние и внутренние условия.

3. Основываясь на тексте предыдущего задания, составьте таблицу «Этапы онтогенеза»:

Этап онтогенеза	Основные события

### Вопросы для самоконтроля

1. Онтогенез: определение, этапы.
2. Биогенетический закон: сущность, обоснование.
3. Типы постэмбрионального развития.

### Информационные источники

1. Константинов В.М. Биология: учебник для образоват. учреждений нач. и сред. проф. образования / В.М. Константинов, А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; под ред. В.М. Константинова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 320 с.
2. Саенко О.Е., Трушина Т.П., Арутюнян О.В. Естествознание. – М.: КНОРУС, 2014. – 368 с.
3. Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека. Форма доступа: [www.biology.asvu.ru](http://www.biology.asvu.ru)

### Пример оформления лабораторной работы

ДД.ММ.ГГ.

Лабораторная работа №\_\_ «Название»

Рис. \_\_ Временный препарат листа традесканции

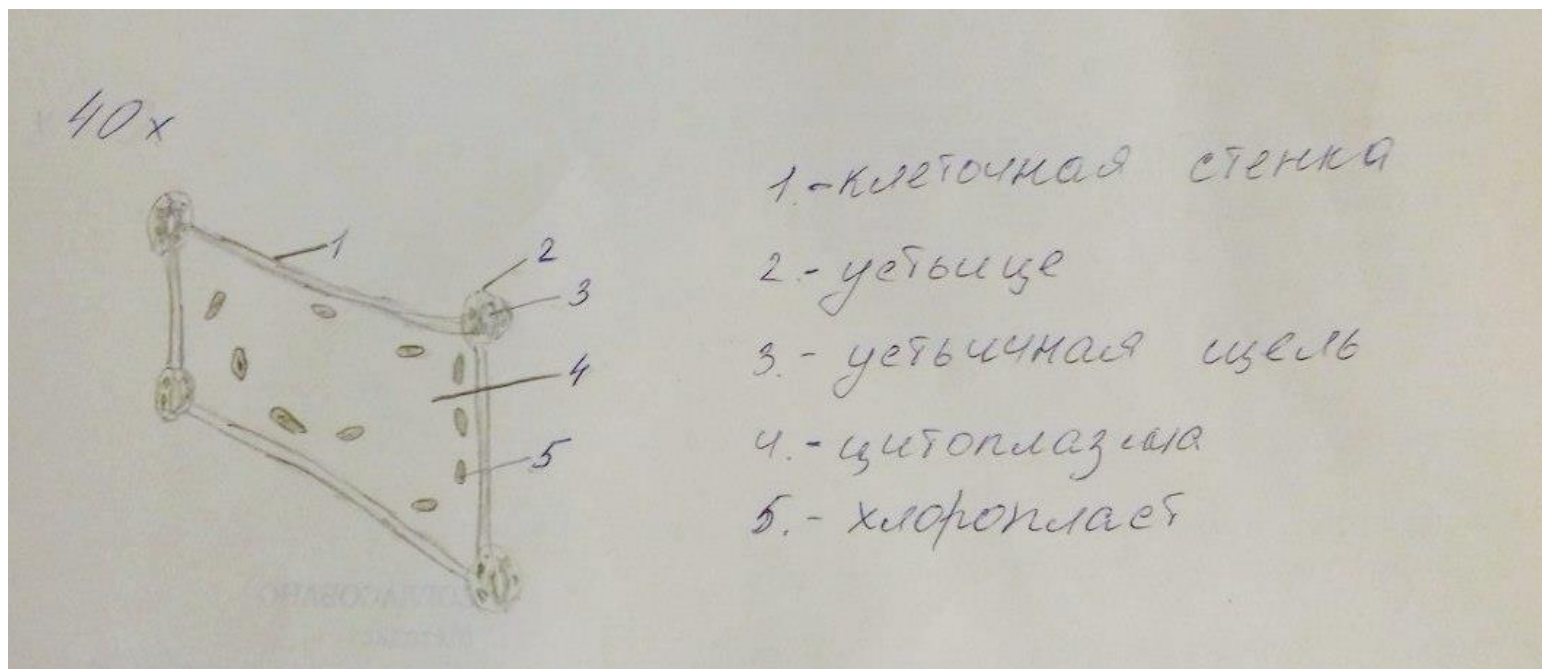


Рис. 1. Нервная клетка (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

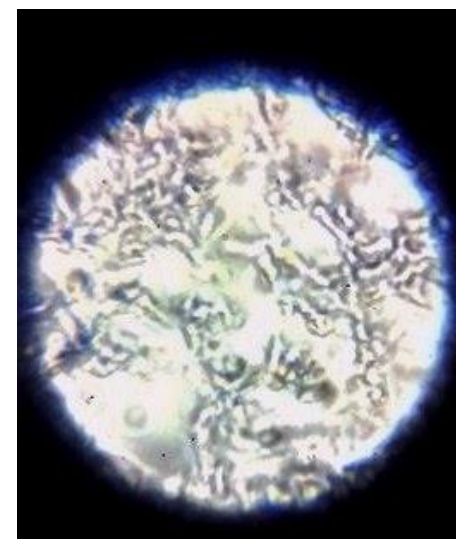
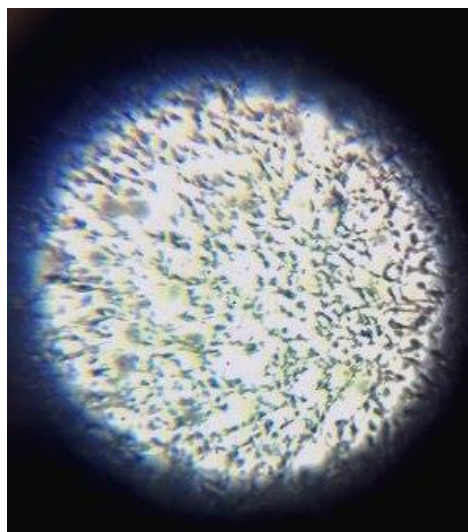
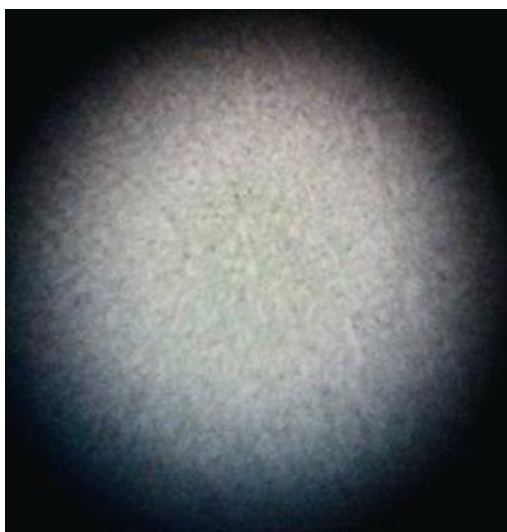




Рис. 2 Костные клетки (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

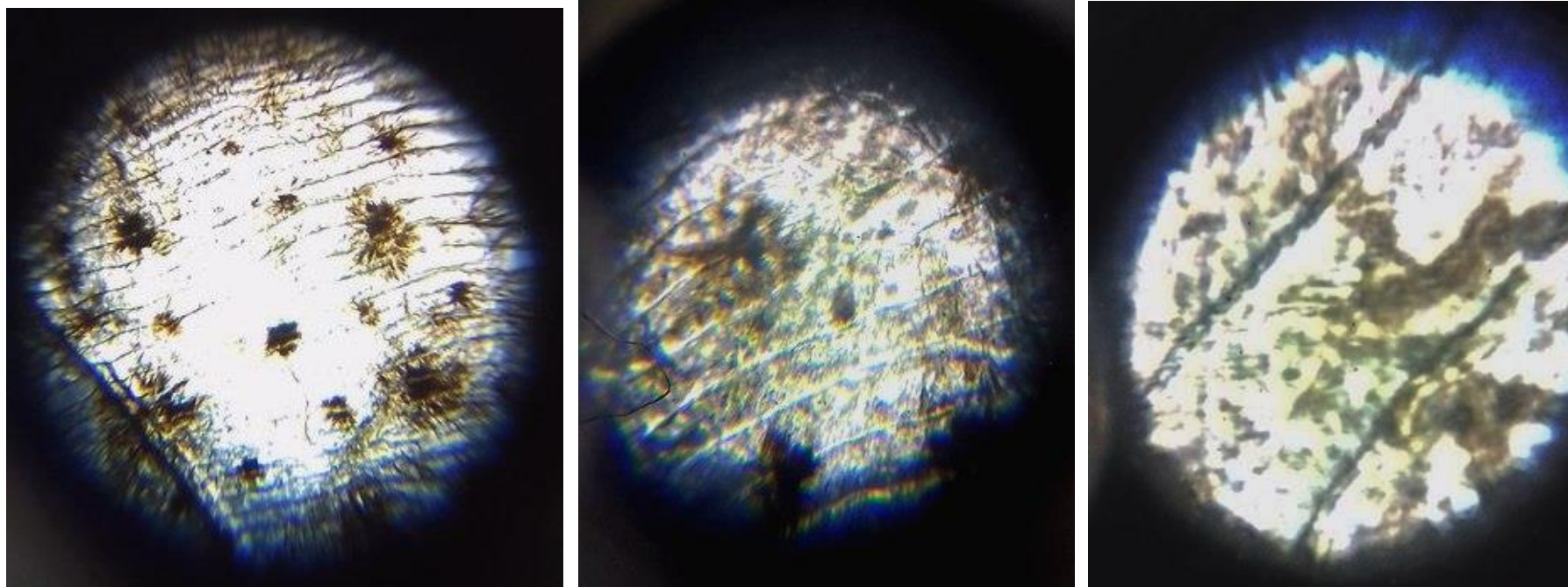


Рис. 3 Гладкая мышечная ткань (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

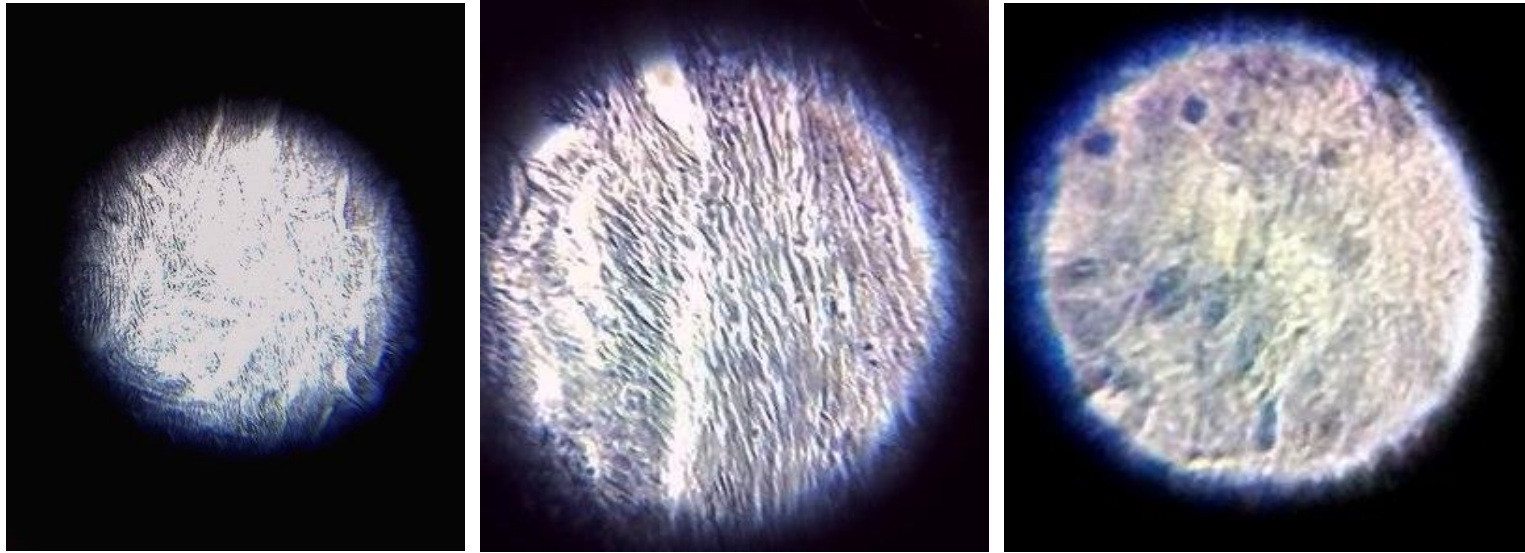


Рис. 4 Гиалиновый хрящ (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

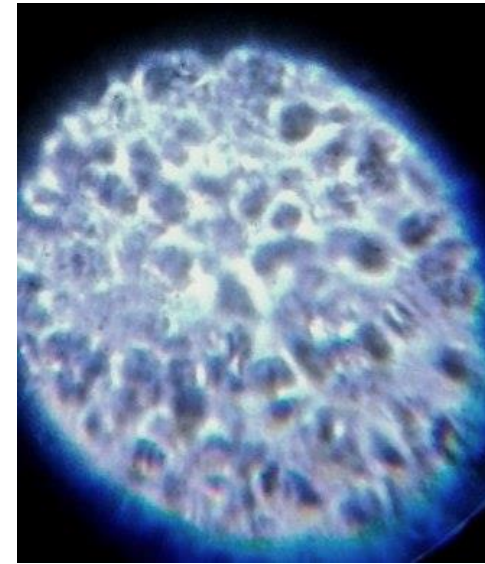
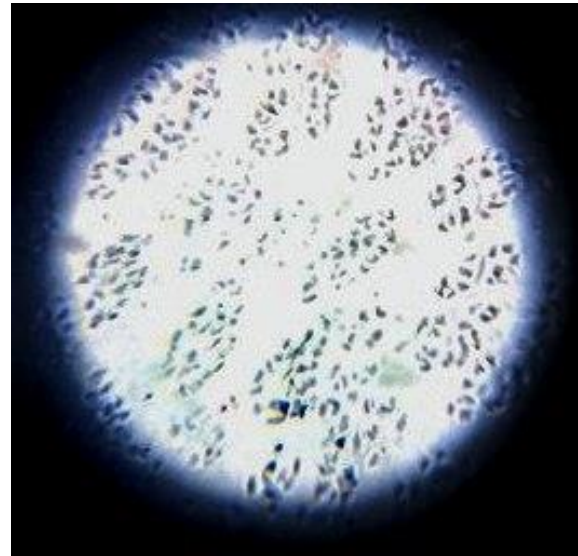
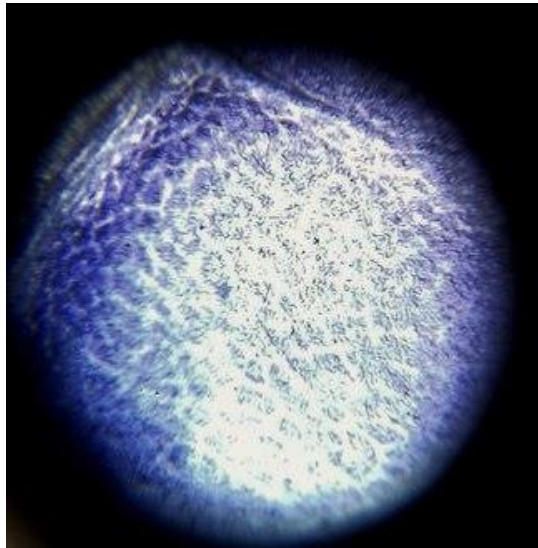




Рис. 5 Поперечно-полосатая мышечная ткань (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

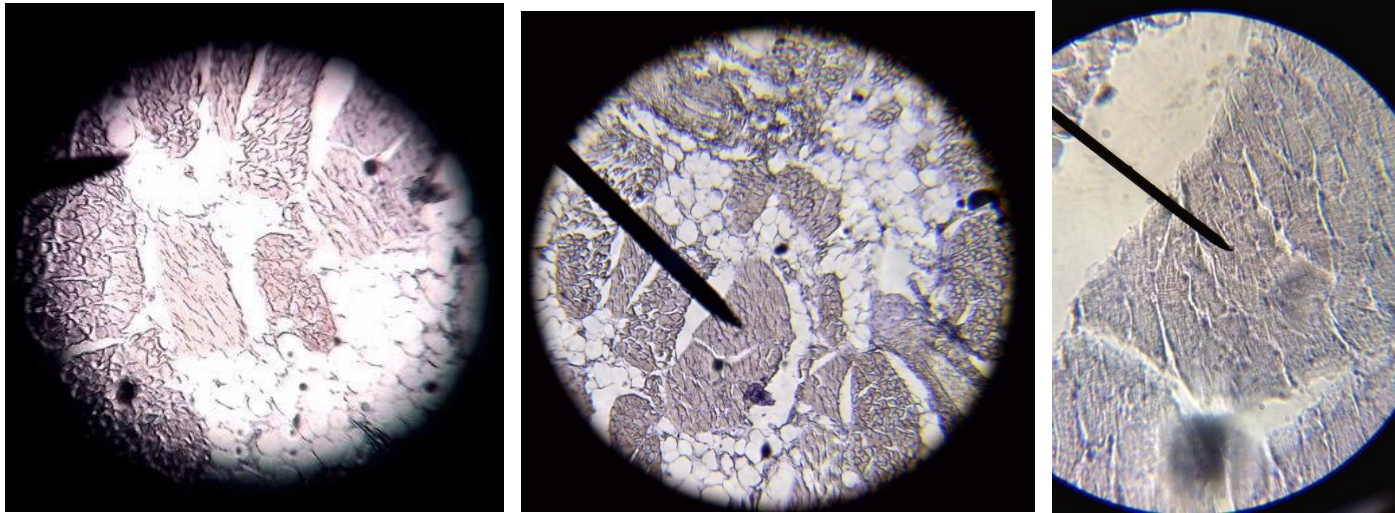


Рис. 6 Кровь человека (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

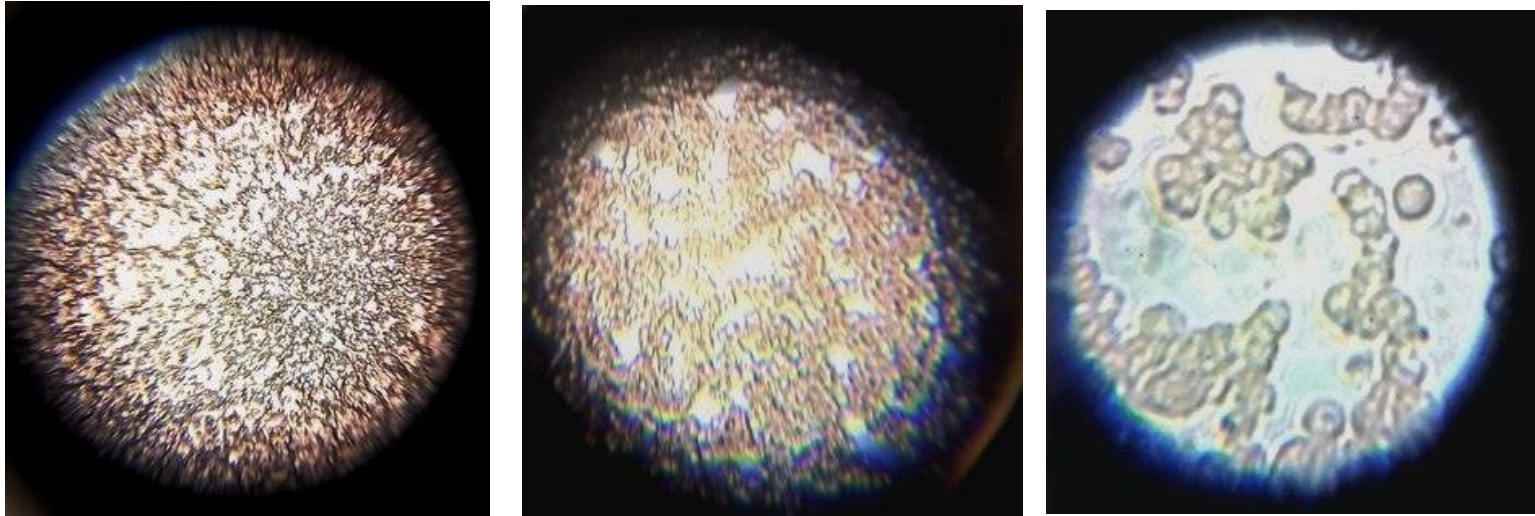


Рис. 7 Рыхлая соединительная ткань (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

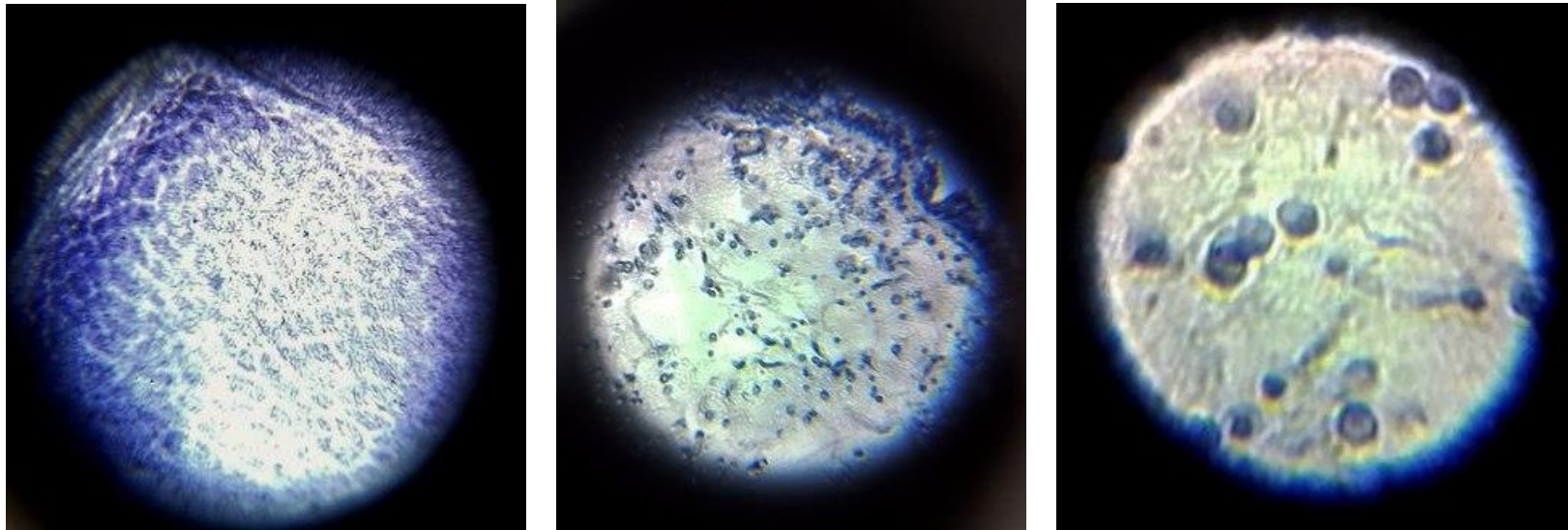




Рис. 5 Однослойный кубический эпителий (80-, 400- и 800-кратное увеличение соответственно)

