

# Биология

9

УЧЕБНИК

ЧАСТЬ 1



## AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin,*  
sözləri *Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!  
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!  
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!  
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!  
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!

Minlərlə can qurban oldu,  
Sinən hər bə meydan oldu!  
Hüququndan keçən əsgər,  
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,  
Sənə hər an can qurban!  
Sənə min bir məhəbbət  
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,  
Bayrağını yüksəltməyə  
Cümlə gənclər müştəqdir!  
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!  
Azərbaycan! Azərbaycan!



**ГЕЙДАР АЛИЕВ**  
**ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР**  
**АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО НАРОДА**

Levin & Quin

Эльшад Юнусов  
Рашад Салимов  
Наиля Алиева  
Хумар Ахмедбейли  
Эльнур Мамедов

# Биология

Учебник по предмету биология для 9-х классов  
общеобразовательных заведений (часть I)

9

ЧАСТЬ 1

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



**Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International  
(CC BY-NC-SA 4.0)**

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International  
lisensiyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə [www.trims.edu.az](http://www.trims.edu.az) saytında əlçatandır. Bu nəşrin  
məzmunundan istifadə edərkən sözügedən lisenziyanın şərtlərini qəbul etmiş olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir. 

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır. 

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır. 

Bu nəşrlə bağlı irad və təkliflərinizi [trm@arti.edu.az](mailto:trm@arti.edu.az) və [derslik@edu.gov.az](mailto:derslik@edu.gov.az)  
elektron ünvanlarına göndərməyiniz xahiş olunur.  
Əməkdaşlığınız üçün əvvəlcədən təşəkkür edirik!

УЧЕБНИК

## Первая страница раздела

Представлены интересные сведения из истории науки, природы или техники. Вопросы на странице помогут вам вспомнить предыдущие знания и связать их с темами раздела. Материал этого раздела формирует первоначальное представление о темах, преподаваемых в разделе.

## Из раздела вы узнаете

Перечисляются знания и навыки, которые вы получите, изучая темы раздела.

## 1 İnsanin sümük və əzələ sistemləri

İnsanın sümük və əzələ sistemləri birlikdə bədəni dəstəkləyir, hərəkəti təmin edir və daxili orqanları qoruyur. Sümük sistemi sümüklərdən, qığırdaqlardan, bağlardan və vətərlərdən ibarətdir. Bu sistem bir sıra həyati funksiyaları yerinə yetirir. İnsanın skeleti kəllə, gövdə və ayaqların skeletindən ibarətdir. Əzələlər hüceyrələri yığılmaq xüsusiyyətinə malik əzələ toxumasından təşkil olunmuşdur. İnsanda əzələ toxumasının üç növü – eninəzolaqlı skelet əzələsi, sayə əzələ və ürək əzələsi vardır. Skelet əzələlərinin işi iradi, sayə və ürək əzələlərinin işi isə qeyri-iradidir. İnsanda skelet əzələləri baş, gövdə, yuxarı və aşağı ətraf əzələləri kimi qruplaşdırılır.



- Bütün buğumayaqlar və möyüşüklərin aksarıyətli xarici skeletə malikdir.
- Onurğalılarda daxili skelet olur. Bəzi heyvanlarda, məsələn, meduzalarda isə skelet ümumiyyətlə yoxdur.
- 1. Skeletin nə kimi əhəmiyyəti vardır?
- 2. Skeletə malik bütün canlılarda sümük olurmu?
- 3. Əzələlər skeletə necə birləşir?

**Bölmədə öyrənəcəksiniz**

- Sümük və əzələ sistemləri bədənin dəstəyi və hərəkəti təmin edir, daxili orqanları qoruyur.
- Sümüklər birləşdirici toxumasın üç növü olan sümük toxumasından təşkil olunmuşdur.
- Quruluşuna, formaya və ölçülərinə görə sümüklər uzun, qısa, yastı və qarışıq olur.
- İnsanın skeleti kəllə, gövdə və ayaqların skeletindən ibarətdir.
- İnsanın skeletindəki sümüklər bir-biri ilə hərəkətsiz, yarımhərəkətli və hərəkətli birləşmələrə əmələ gətirir.
- İnsanda əzələ toxumasının üç növü – eninəzolaqlı skelet əzələsi, sayə əzələ və ürək əzələsi olur.
- Skelet əzələlərinin işi iradi, sayə və ürək əzələlərinin işi isə qeyri-iradidir.
- Skoloz, patoloji kifoz və patoloji lordoz onurğa sütununun qeyri-normal ayrılıqlarıdır.
- Artrit oynaqalarda baş verən iltihabi xəstəlikdir.
- Osteoporoz sümük toxumasında zülal və mineral maddələrin çatışmazlığı nəticəsində yaranan xəstəlikdir.

## 1.1 İnsan sümük və əzələ sistemləri. Sümüklərin quruluşu



İnsanın sümük və əzələ sistemləri dəstəyi-hərəkət aparatını formalaşdırır. Sümüklər və onları birləşdirən passiv, əzələlər isə aktiv hissəni təşkil edir.

- Sızca, skelet insan orqanizmində hansı funksiyaları icra edir?
- Sümüklər əzələlərin köməyi olmadan hərəkət edə bilərlərmi?

### Dəstəyi-hərəkət aparatının əhəmiyyəti

Sümüklər və onların birləşmələri bədənimizin dəstəyini təşkil edir və ona forma verir. Əzələlərlə birlikdə onlar hərəkət funksiyasını həyata keçirir və müxtəlif həyati əhəmiyyətə malik daxili orqanlarımızı xarici təsirlərdən qoruyur.

Sümüklər həmçinin həyat üçün vacib olan metabolik, qanyaradıcı, üzvi və qeyri-üzvi maddələrin toplanması funksiyalarını da yerinə yetirir.

### Sümük toxumasının quruluşu və kimyəvi tərkibi

Sümüklər birləşdirici toxumasın bir növü olan sümük toxumasından təşkil olunmuşdur. Bu toxumanın təxminən 1/3 hissəsi müxtəlif sümük hüceyrələrindən, 2/3 hissəsi isə hüceyrələrarası maddədən ibarətdir. Sümük toxumasının əsas hüceyrələri osteositlərdir. Bu hüceyrələr canlı olub cümlələrə malikdir. Sümük toxuması da əksər toxumalar kimi sinirlər və qan damarları ilə təchiz olunmuşdur. Osteositlər sümük toxumasının kanalcıqlarında qan damarları hesabına qidalanır.

### Fealiyyət

#### BİQQƏT!

Təhlükəsizlik qaydalarına riayət etməyi unutmayın!

**Sümükdən mineral maddələrin çıxarılması nəticəsində elastikliyinə dəyişməsi**  
**Lavazimat:** 1 ədəd toyuq sümüyü (məsələn, bud sümüyü), 10%-li xlorid turşusu məhlulu, şüşə stəkan, əlcək, tibbi maska, pinstet.

#### İşin gedişi:

1. Əvvəlcə sümüyün formaya və şərtlərinə müayinə edin.
2. Sümüyü stəkandakı turşunun içərisinə daxil edin və 24 saat gözləyin.
3. Sümüyün strukturundakı dəyişiklikləri qeyd edin.
4. Müddət bitdikdən sonra sümüyü pinstet vasitəsilə ehtiyatla turşudan çıxanın.
5. Sümüyün elastikliyinə yoxlayın və ilkin vəziyyəti ilə müqayisə edin.

#### Müzakirə edin:

1. Sümük nə üçün elastikləşdi? Fikrinizi əsaslandırın.
2. Sızca, hansı yaş dövrlərində insanda sümüklər daha elastik və ya kövrək ola bilər?

## Мотивация

В этой части представлены знакомые ситуации и сопутствующие вопросы. Информация направлена на подготовку к этапам деятельности и объяснения материала урока. Анализируется ситуация, с помощью ответов на вопросы вспоминаются уже имеющиеся знания по теме.

## Разъяснение

Объясняется новый материал (тема)

## Деятельность

Практическое задание, выполняемое для поиска ответа на поставленный вопрос. В результате этой деятельности внимание концентрируется на основных понятиях новой темы и развиваются процедурные навыки.

## Подумай – обсуди – поделись

Представленный вопрос предназначен для обдумывания и обсуждения ответов с одноклассниками. В это время развиваются умения обосновывать свои предположения, самостоятельное мышление и коммуникативные навыки.

### • DÜŞÜN • MÜZAKİRƏ ET • PAYLAŞ

Əgər insan skeletində fəqərələr bir-biri ilə hərəkətsiz birləşsəydi, bu, gündəlik həyatımızda hansı narahatlıqlara səbəb olardı?

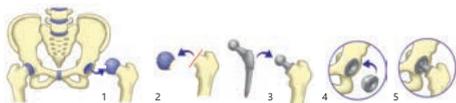
## Наука, технология, жизнь

В разделе представлен материал для чтения об историческом развитии, применении или возможных направлениях развития изученных знаний.

### Elm, texnologiya, həyat

#### Tam oynaq protezi

Müasir tibdə artrit və ya travmalar nəticəsində funksiyasını itirmiş oynaqları xüsusi hazırlanmış süni oynaqlarla əvəz edilə bilər. Bu məqsədlə istifadə olunan tam oynaq protezləri ən çox bud-çanaq, diz və çiyin oynaqları üçün tətbiq olunur. Titan, kobalt, xrom, paslanmayan polad və ya keramika kimi materiallardan hazırlanan bu protezlər həm möhkəm, həm də orqanizmə qarşı allergik və ya toksik təsir göstərməyən xüsusiyyətlərə malikdir. Tam oynaq protezləri anatomik formaya uyğun dizayn edildiyi üçün implantasiya olunmuş şəkildə əvvəlki hərəkət qabiliyyətlərini böyük ölçüdə bərpa edə bilərlər.



Bud-çanaq oynaqının protez amaliyyatının mərhələlərinin təsviri

Protez amaliyyatı yalnız mexaniki müdaxilə deyil, eyni zamanda texnologiyamızın və tibbin uğurlu sintezidir. Əməliyyat zamanı istifadə olunan protezlər kompüter modelləşməsi ilə dəqiqliklə ölçülür. Bəzən xəstənin öz anatomiyasına uyğun 3D printerlə hazırlanmış fərdi protezlərdən istifadə olunur. Əməliyyatdan sonra isə reabilitasiya prosesində robotlaşdırılmış yardımçı qurğular və fizioterapevtik proqramlar əzələlərin yenidən gücləndirilməsində vacib rol oynayır. Tam oynaq protezləri xüsusilə yaşlı və ağır oynaq zədələnməsi səbəbindən gündəlik fəaliyyətləri məhdudlaşmış insanlara yenidən sərbəst hərəkət etmək imkanı yaradır.

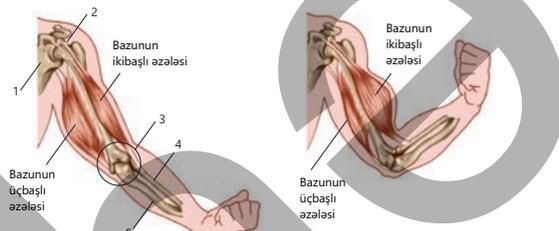
23

## Примените полученные знания

Вопросы и упражнения в этом блоке помогают применить новые понятия в другой ситуации, а также углубить и закрепить полученные знания.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

Şəkilə bir-birinin əksinə təsir edən – antaqonist iki əzələ qrupu göstərilib. Verilənlərə əsasən bazunun ikibaşlı (biceps) və üçbaşlı (triceps) əzələlərinin iş prinsipini izah edin



### Müzakirə edin:

• Şəkilə rəqəmlərlə verilmiş strukturların qolu açan və bükən əzələlərin fəaliyyətində nə kimi rol var? Fikrinizi əsaslandırın.

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. İnsanda əzələ toxumasının hansı növləri var və bu növlərin əsas xüsusiyyətləri nələrdir?
2. Şaya əzələ ilə ürək əzələsi arasında hansı fərqlər var?
3. Vəterlərin əzələ ilə skelet arasında əlaqə yaratmaqda qıvrıqdakı rolu nədir?

## Проверьте полученные знания

Представленные вопросы и упражнения измеряют уровень усвоения темы.

## Обобщающие задания

Представлены вопросы и задания по всем темам раздела, измеряется уровень знаний и умений, освоенных в разделе.

## Заклучение

Помогает запомнить основные понятия, изучаемые в рамках раздела, в последовательной и обобщенной формах с помощью схемы или карты понятий.

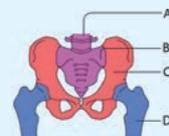
### Xülasə



### Ümumiləşdirici tapşırıqlar

1. Şəklə əsasən verilmiş tapşırıqları yerinə yetirin.

- a) A, B, C və D hərfləri ilə göstərilən sümüükleri adlandırın.
- b) Bu sümüüklerin quruluşca növünü müəyyən edin.
- c) Bu sümüükler müvafiq olaraq skeletin hansı şöbələrinə aiddir?
- d) C və D hərfləri ilə göstərilən sümüükler bir-biri ilə hansı sümüük birləşməsinə əmələ gətirir?



2. İnsan orqanizmində bütün əzələlərin vəterlərlə birləşdiyini söyləmək olarmı? Cavabınızı əsaslandırın.

3. Uyğunluğu müəyyən edin.

- a) gövdə skeletinə aiddir
- b) yastı sümüükdür
- c) döş qafasının skeletinə aiddir
- d) qırmızı sümüük ilyinə malikdir
- e) qanşq sümüükdür

# Оглавление

## Раздел 1 Костная и мышечная системы человека

1.1	Костная и мышечная системы человека. Строение костей . . . . .	8
1.2	Строение скелета человека . . . . .	11
1.3	Мышечная система человека . . . . .	17
1.4	Заболевания костной системы . . . . .	20
	Наука, технология, жизнь . . . . .	23
	Заключение . . . . .	24
	Обобщающие задания . . . . .	25

## Раздел 2 Нервная и эндокринная системы

2.1	Нервная система животных. . . . .	28
2.2	Нервные клетки и рефлекторная дуга . . . . .	31
2.3	Нервная система человека. Спинной мозг . . . . .	34
2.4	Нервная система человека. Головной мозг . . . . .	38
2.5	Эндокринная система . . . . .	42
2.6	Гуморальная регуляция и функциональные нарушения . . . . .	46
	Наука, технология, жизнь . . . . .	51
	Заключение . . . . .	52
	Обобщающие задания . . . . .	53

## Раздел 3 Анализаторы

3.1	Органы чувств . . . . .	56
3.2	Глаз. Зрительный анализатор . . . . .	59
3.3	Ухо. Анализаторы слуха и равновесия . . . . .	64
3.4	Анализаторы вкуса и обоняния . . . . .	67
3.5	Кожно-мышечная чувствительность . . . . .	70
	Наука, технология, жизнь . . . . .	73
	Заключение . . . . .	74
	Обобщающие задания . . . . .	75

## Раздел 4 Выделительная система

4.1	Выделительная система животных. . . . .	78
4.2	Выделительная система человека . . . . .	82
4.3	Строение нефрона и образование мочи . . . . .	85
4.4	Почечная недостаточность . . . . .	88
	Наука, технология, жизнь . . . . .	91
	Заключение . . . . .	92
	Обобщающие задания . . . . .	93
	Словарь . . . . .	95

раздел  
1

# Костная и мышечная системы человека

Костная и мышечная системы человека вместе обеспечивают опору телу, движение и защиту внутренних органов. Костная система состоит из костей, хрящей, связок и сухожилий. Эта система выполняет ряд жизненно важных функций. Скелет человека включает скелет черепа, туловища и конечностей. Мышцы состоят из мышечной ткани, клетки которой обладают способностью сокращаться. У человека различают три типа мышечной ткани — поперечнополосатую скелетную, гладкую и сердечную. Работа скелетных мышц является произвольной, а работа гладких и сердечной мышц — непроизвольной. У человека скелетные мышцы делятся на мышцы головы, туловища, верхних и нижних конечностей.



- Все членистоногие и большинство моллюсков имеют наружный скелет. У позвоночных животных имеется внутренний скелет. У некоторых животных, например у медуз, скелет отсутствует.
- 1. Какое значение имеет скелет?  
2. Есть ли кости у всех живых существ, которые имеют скелет?  
3. Как мышцы соединяются со скелетом?

## Из раздела вы узнаете

- Костная и мышечная системы обеспечивают опору и движение тела, а также защищают внутренние органы
- Кости состоят из костной ткани, которая является одной из разновидностей соединительной ткани
- По строению, форме и размеру кости бывают длинные, короткие, плоские и смешанные
- Скелет человека состоит из скелета черепа, туловища и конечностей
- Кости скелета человека образуют между собой неподвижные, полуподвижные и подвижные соединения
- У человека различают три вида мышечной ткани — поперечнополосатая скелетная, гладкая и сердечная мышечные ткани
- Работа скелетных мышц произвольная, а работа гладких мышц и сердечной мышцы — непроизвольная
- Сколиоз, патологический кифоз и патологический лордоз — патологические искривления позвоночного столба
- Артрит — воспалительное заболевание суставов
- Остеопороз — заболевание, возникающее вследствие недостатка белков и минеральных веществ в костной ткани

# 1.1 Костная и мышечная системы человека.

## Строение костей



Костная и мышечная системы человека образуют опорно-двигательный аппарат. Кости и их соединения составляют его пассивную часть, а мышцы — активную.

**Ключевые слова**

костная ткань, остеоцит, надкостница, красный костный мозг, желтый костный мозг

- Как вы думаете, какие функции выполняет скелет в организме человека?
- Могут ли кости двигаться без помощи мышц?

### Значение опорно-двигательного аппарата

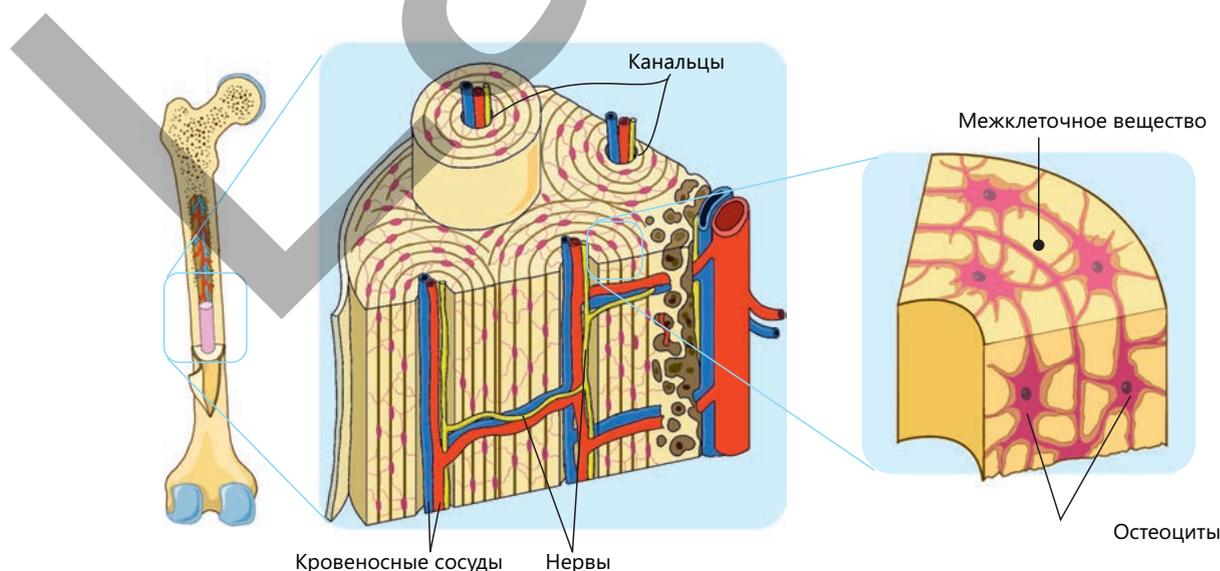
Кости и их соединения образуют опору нашего тела и придают ему форму. Совместно с мышцами они обеспечивают двигательную функцию и защищают различные жизненно важные внутренние органы от внешних воздействий.

Кроме того, кости выполняют жизненно важные функции: участвуют в обменных процессах, кроветворении, а также служат местом накопления органических и неорганических веществ.

### Строение и химический состав костной ткани

Кости состоят из костной ткани, которая является одной из разновидностей соединительной ткани. Приблизительно 1/3 этой ткани составляет разнообразное костное вещество, а 2/3 — межклеточное вещество. Основными клетками костной ткани являются остеоциты. Это живые клетки, имеющие отростки.

Костная ткань, как и большинство других тканей, снабжена нервами и кровеносными сосудами. Остеоциты питаются за счёт кровеносных сосудов, находящихся в канальцах костной ткани.



Костная ткань содержит как органические, так и неорганические вещества. Органические вещества придают кости эластичность, а неорганические — твёрдость и прочность. По мере старения человека соотношение органических и неорганических веществ в костях изменяется: количество органических веществ уменьшается, а неорганических — увеличивается. При этом кости становятся более твердыми, но более хрупкими.

Деятельность

**ВНИМАНИЕ!**

Не забывайте соблюдать правила безопасности!

**Изменение эластичности кости в результате удаления из кости минеральных веществ**

**Принадлежности:** 1 куриная кость (например, бедренная), 10% раствор соляной кислоты, стеклянный стакан, перчатки, медицинская маска, пинцет.

**Ход работы:**

1. Определите форму и твёрдость кости.
2. Поместите кость в стакан с кислотой и оставьте на 24 часа.
3. Отметьте изменения в структуре кости.
4. По истечении отмеченного времени осторожно с помощью пинцета извлеките кость из кислоты.
5. Проверьте эластичность кости и сравните её с первоначальным состоянием.

**Обсудите:**

1. Почему кость стала более эластичной? Обоснуйте своё мнение.
2. Как вы думаете, в каком возрасте кости человека могут быть более эластичными или хрупкими?

**Строение костей**

Обычно кости состоят снаружи из твёрдого вещества, а внутри — из губчатого. Сверху кость покрыта **надкостницей**, образованной плотной волокнистой соединительной тканью. Надкостница выполняет такие функции, как питание, защита и рост кости в толщину. В полостях губчатого вещества костей находится красный костный мозг, который выполняет функцию кроветворения.

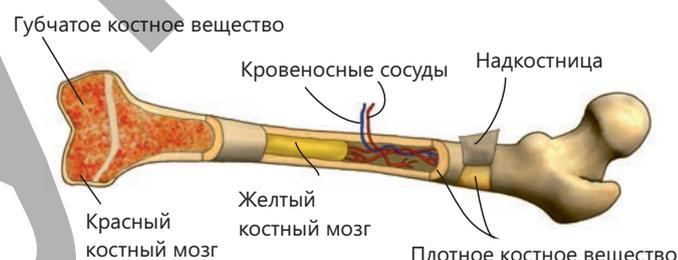
Кости растут как в длину, так и в ширину. Рост костей в длину происходит за счёт деления клеток хрящевого слоя, расположенного на концах костей, а рост в ширину — за счёт деления и размножения клеток на внутренней поверхности надкостницы.

**Виды костей**

По форме и размеру кости можно классифицировать следующим образом.

**Длинные кости.** Они прочные и лёгкие, их также называют трубчатыми костями. Концы этих костей утолщены в виде головок, а в полости средней части находится **жёлтый костный мозг**, богатый жировой тканью. Примеры длинных костей — бедренная и плечевая кости.

**Короткие кости.** Существуют короткие губчатые и короткие трубчатые кости. К коротким губчатым костям относятся кости запястья и предплюсны, а к коротким трубчатым — фаланги пальцев, кости пясти и плюсны.



- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

- Кости физически активных людей более крепкие и толстые. Как вы думаете, в чём причина этого?

**Плоские кости.** В основном участвуют в формировании полостей тела, выполняют защитную и опорную функции. Состоят преимущественно из губчатого вещества. Примерами плоских костей являются рёбра, кости свода черепа и тазовая кость.

**Смешанные кости.** Смешанные кости объединяют в себе признаки нескольких видов костей. К смешанным костям можно отнести позвонки и кости лицевого скелета.

### Примените полученные знания

Рассмотрите рисунок и классифицируйте кости, изображённые на нем, в зависимости от их строения.



### Обсудите:

- Какие из этих костей участвуют в формировании полостей тела?
- Как вы думаете, в каких из этих костей содержится жёлтый костный мозг? Обоснуйте своё мнение.

### Проверьте полученные знания

1. Какие функции выполняет костно-мышечная система?
2. Опишите строение костной ткани.
3. Как связано строение костной ткани с её функциями?
4. У всех ли костей имеется надкостница?
5. Что произойдёт, если сжечь длинную трубчатую кость?

## 1.2 Строение скелета человека

Ключевые слова

сустав, позвоночник, грудная клетка, пояс

Скелет человека участвует в выполнении многих движений.



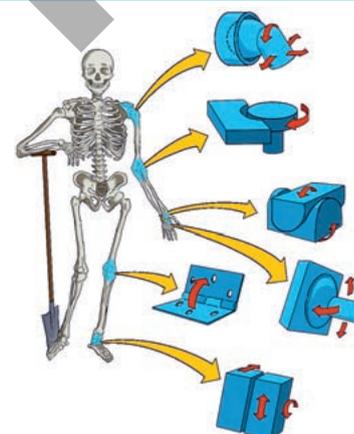
- Какие виды соединений костей имеются в скелете человека?
- Как вы думаете, из каких частей состоит скелет человека?

Fealiyyet

### Виды движений в суставах

Определите, в каких направлениях движутся суставы, указанные в таблице, приведите пример из повседневной жизни.

Сустав	Направления движения	Пример
Тазобедренный сустав	<i>Вперед, назад, в сторону, внутрь, круговое</i>	<i>Удар ногой по мячу</i>
Локтевой сустав		
Плечевой сустав		
Коленный сустав		



Обсудите:

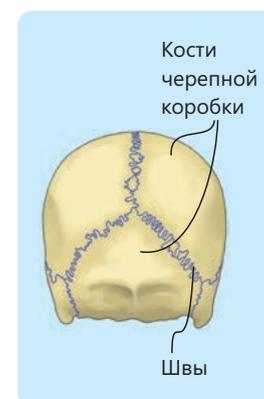
1. Как вы думаете, какие суставы участвуют при поднятии руки вверх и отведении ноги в сторону?
2. Какие суставы в организме человека являются наиболее подвижными?

### Соединения костей

В скелете человека кости образуют неподвижные, полуподвижные и подвижные соединения.

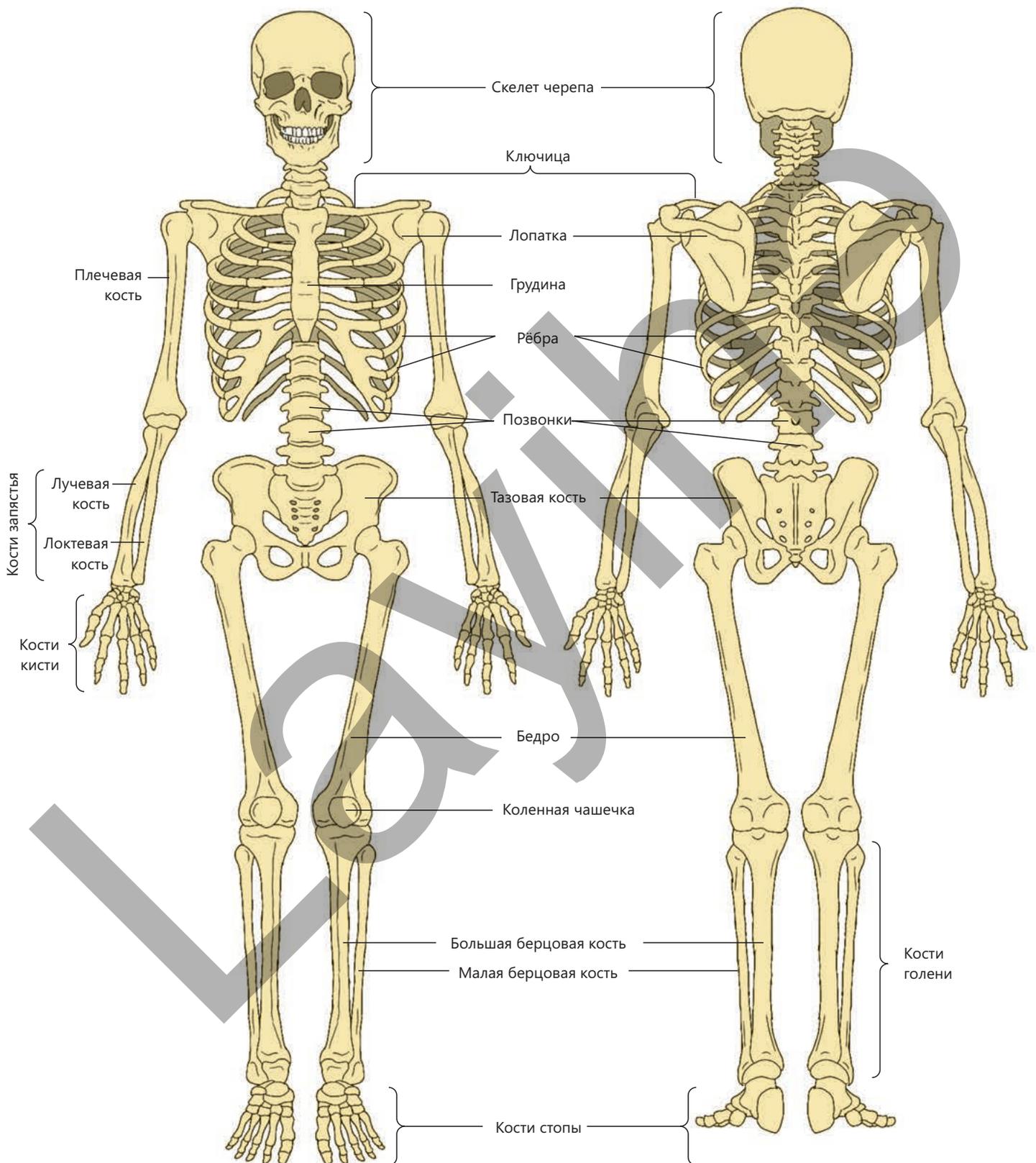
При неподвижных соединениях движения между костями не происходит. Так, кости черепной крышки и тазовые кости образуют неподвижные соединения, соединяясь между собой с помощью швов,

В полуподвижных соединениях кости соединяются посредством эластичной хрящевой ткани, что дает возможность совершать ограниченные движения. Примером могут служить соединения между позвонками позвоночника.



Кости черепной коробки

Швы



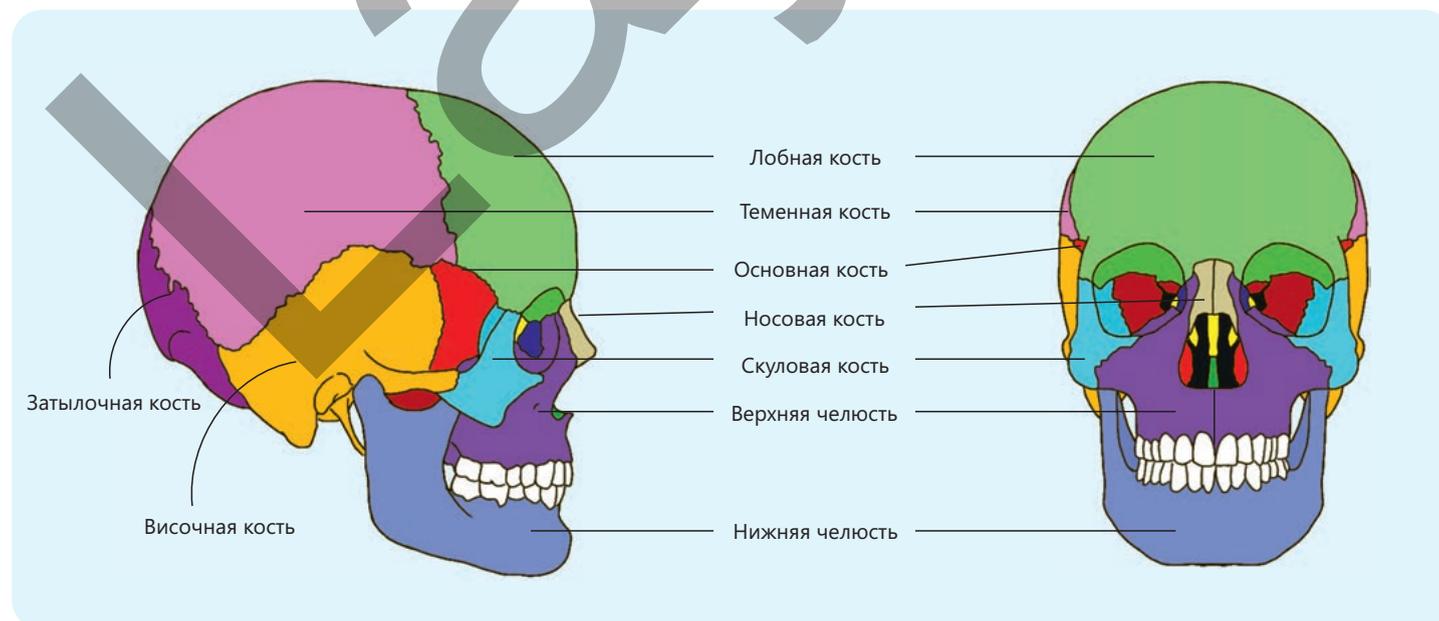
Подвижное соединение костей называется **суставом**. Сустав покрыт суставной капсулой. На концах костей, образующих сустав, находится суставной хрящ, а внутри капсулы – суставная жидкость. Такое строение уменьшает трение, защищает суставные поверхности от повреждений и обеспечивает лёгкость движений. Обычно одна из костей, образующих сустав, имеет суставную впадину, в которую входит суставная головка второй кости. К подвижным соединениям можно отнести такие суставы, как тазобедренный, височно-нижнечелюстной и плечевой.

Кости, образующие сустав, соединяются между собой очень прочными связками. Связки состоят главным образом из плотной соединительной ткани, содержащей большое количество волокон. Они являются прочными и эластичными структурами, обеспечивающими устойчивость сустава. Скелет человека состоит из скелетов головы, туловища и конечностей. Каждая из этих частей имеет специфическое строение и функции.



### Скелет головы (череп)

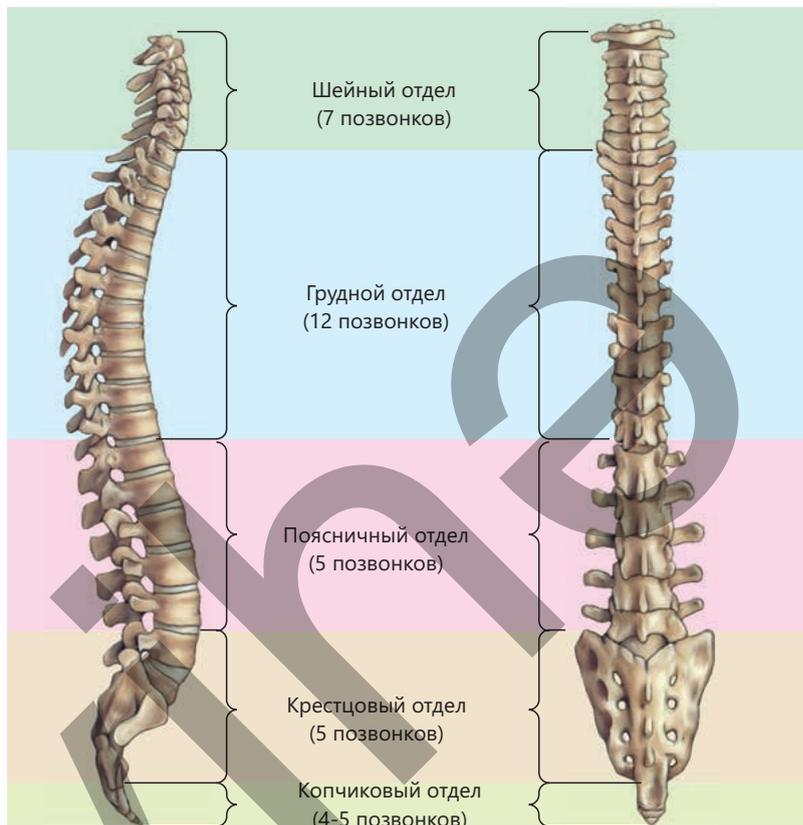
Скелет головы состоит из мозгового и лицевого отделов. Мозговой отдел черепа образован прочно и неподвижно соединенными между собой костями. Единственной подвижной костью лицевого отдела является нижняя челюсть, которая соединяется с височными костями.



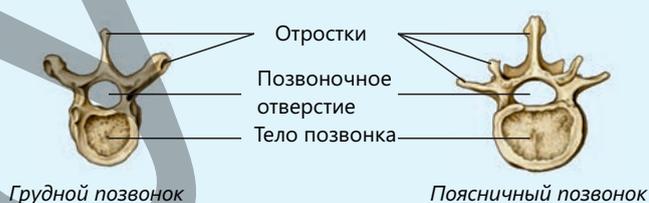
### Скелет туловища

Скелет туловища состоит из позвоночника, грудины и рёбер. Позвоночник является основной опорой тела.

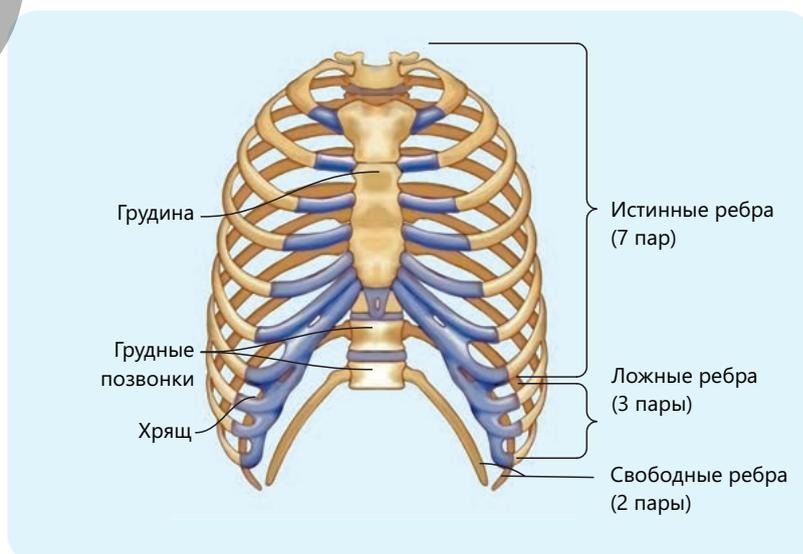
Позвоночник состоит из 33–34 позвонков, имеет S-образную форму и включает шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы.



Отверстия позвонков, располагаясь друг над другом, образуют позвоночный канал, внутри которого расположен спинной мозг.



Рёбра, грудина и грудные позвонки формируют грудную клетку. Рёбра – дугообразные и плоские кости. У человека имеется 12 пар рёбер.

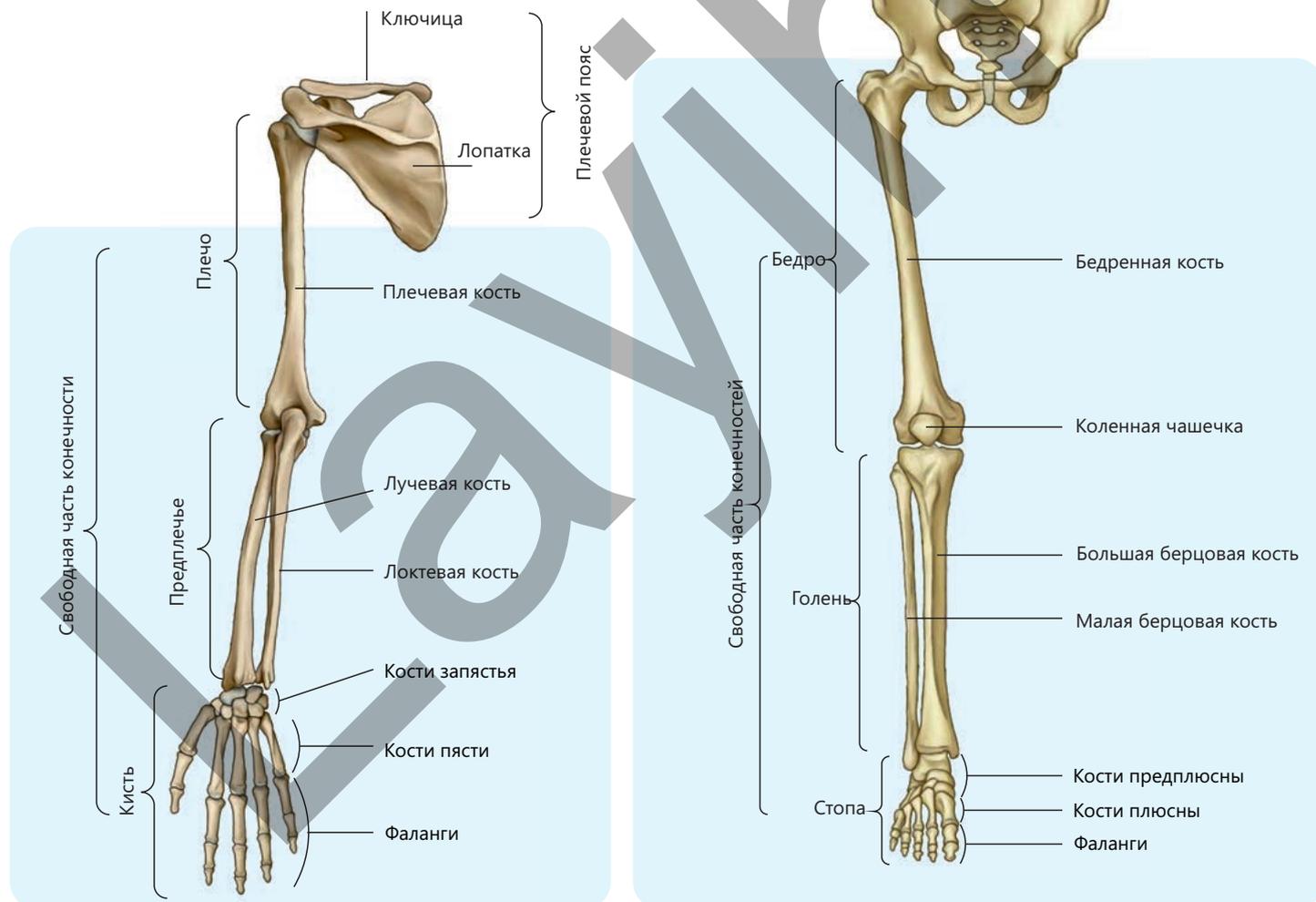


## Скелет конечностей

Скелет конечностей состоит из пояса конечностей и скелета свободной конечности. Кости пояса соединяют свободную часть конечностей со скелетом туловища. К поясу верхних конечностей относятся парные лопатки и парные ключицы. Скелет свободной верхней конечности состоит из костей плеча, предплечья (локтевой и лучевой костей) и кисти. Скелет кисти включает запястье, пясть и фаланги пальцев.

Пояс нижних конечностей образован парными тазовыми костями, которые сзади соединяются с крестцовым отделом позвоночника, а спереди – между собой.

Скелет свободной нижней конечности состоит из костей бедра, голени (большой и малой берцовых) и костей стопы. Стопа состоит из костей предплюсны, плюсны и фаланг пальцев.

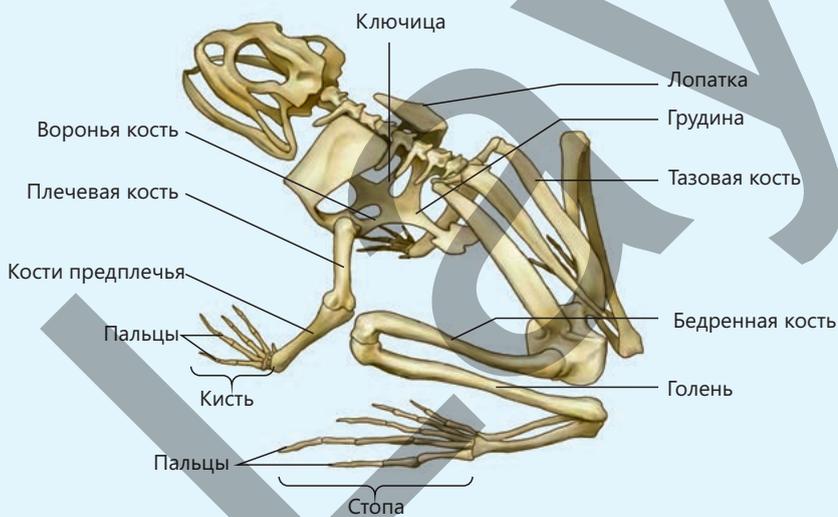
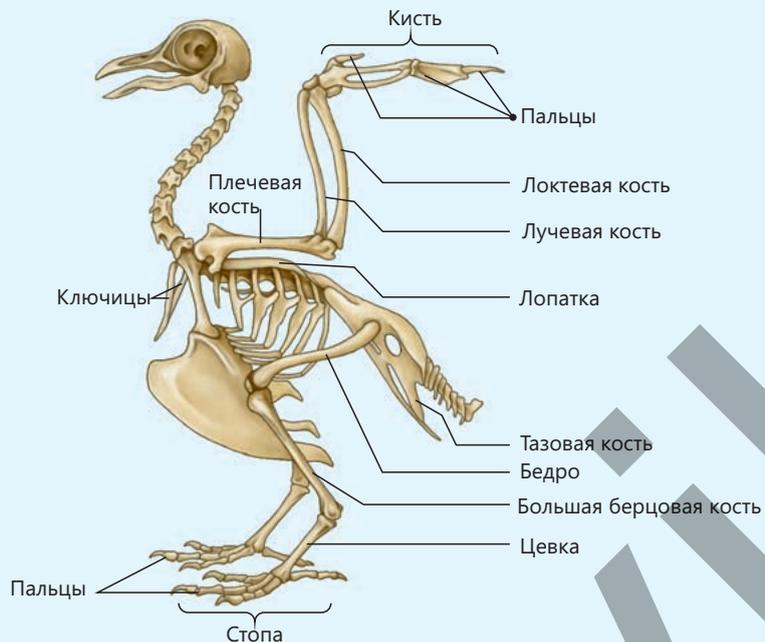


• ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ •

Если бы позвонки в скелете человека были соединены между собой неподвижно, то какие неудобства это вызвало бы в нашей повседневной жизни?

### Примените полученные знания

Внимательно рассмотрите скелеты голубя и лягушки, представленные на рисунке. Сравните скелеты их конечностей со скелетом конечностей человека.



#### Обсудите:

- Какие сходства и различия имеют скелеты конечностей этих животных по сравнению со скелетом человека?
- Как связано строение скелета этих животных со способом их передвижения?
- Скелет птиц легче, чем скелет человека. Как вы думаете, в чём причина этого и какие преимущества даёт им такое строение?

### Проверьте полученные знания

1. Какое строение имеет сустав?
2. Какие основные функции выполняют скелеты черепа и туловища в организме человека?
3. Из каких типов костей состоит грудная клетка?
4. Какие типы соединений костей встречаются в скелете черепа человека?
5. Из каких отделов состоит скелет конечностей?

## 1.3 Мышечная система человека

Движение, сердцебиение и продвижение пищи по пищеварительному каналу – многие физиологические процессы происходят благодаря сокращению и расслаблению мышц. В нашем организме некоторые группы мышц работают произвольно, а деятельность других не зависит от нашей воли.

**Ключевые слова**

поперечнополосатые мышцы, гладкие мышцы, сердечная мышца, миофибриллы, сухожилие

- Работа каких мышц не зависит от нашей воли?
- Как вы думаете, отличается ли строение этих мышц от других?

Деятельность

### Утомление во время статичной деятельности

**Принадлежности:** секундомер, 4-5 кг груз.

#### Ход работы:

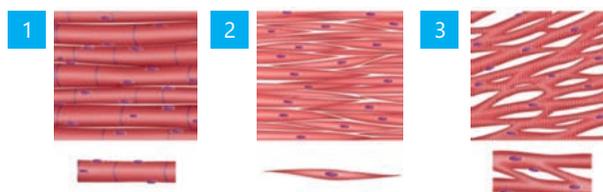
1. Ученик отводит руку в сторону, удерживая груз в руке.
2. На доске отмечается первоначальная высота руки и запускается секундомер.
3. Ученик старается удерживать руку как можно более неподвижно.
4. Через определённые промежутки времени фиксируются признаки усталости (дрожание руки, постепенное опускание вниз и т.п.).
5. В конце, когда рука полностью опускается вниз, опыт прекращается и записывается максимальное время утомления.



#### Обсудите:

- Как изменится работоспособность мышц, если они работают длительное время без отдыха? Почему?

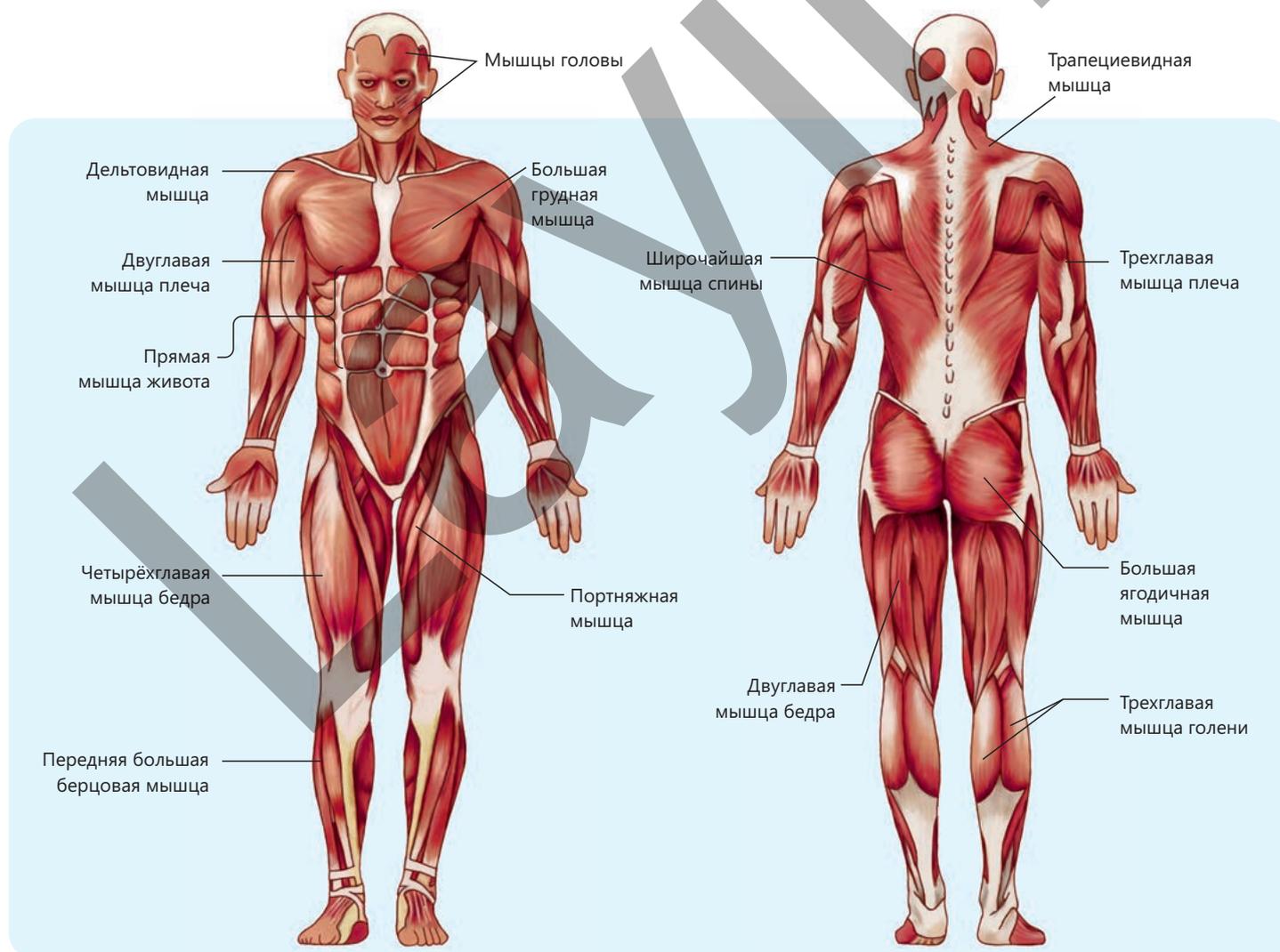
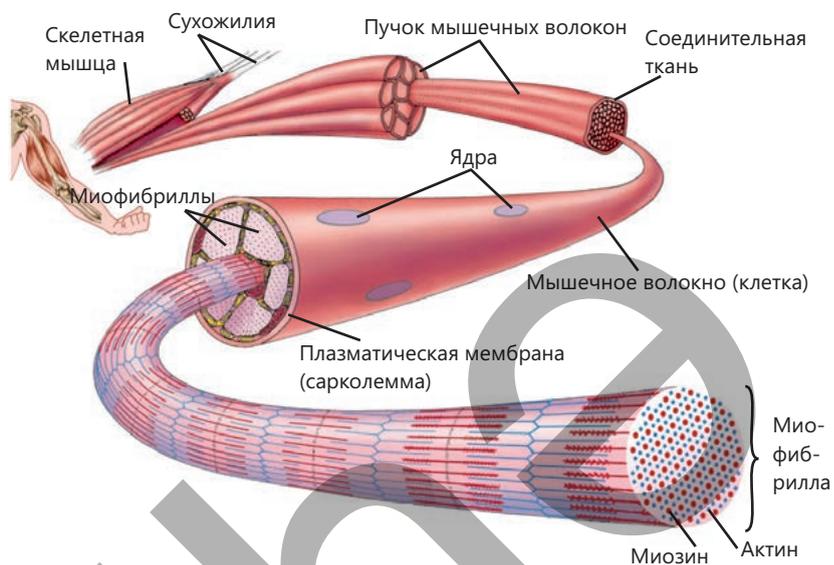
Мышцы состоят из мышечной ткани. Клетки этой ткани обладают способностью сокращаться и расслабляться. По строению и функциям различают три вида мышечной ткани: поперечно-полосатую скелетную мышцу (1), гладкую мышцу (2) и сердечную мышцу (3).



При наблюдении под микроскопом поперечно-полосатая мышечная ткань, имеет поперечную исчерченность, ее также называют скелетной мышечной тканью. Клетки скелетной мышечной ткани многоядерные, удлинненные, имеют цилиндрическую форму. Помимо скелетных мышц, некоторые внутренние органы, такие как язык, глотка и нёбо, также состоят из поперечно-полосатой мышечной ткани. Клетки (волокна) поперечно-полосатой мышечной ткани расположены параллельно друг другу и собраны в пучки. Например, двуглавая мышца, отвечающая за сгибание руки, состоит из множества скелетных мышечных волокон. Внутри мышечного волокна находятся многочисленные сократительные структуры –

**миофибриллы.** Сокращение мышцы происходит благодаря взаимодействию двух основных белков, находящихся внутри миофибрилл – актина и миозина.

Мышцы покрыты оболочкой из соединительной ткани. Поперечно-полосатые мышцы сокращаются произвольно. **Гладкая мускулатура** составляет стенки многих внутренних органов, таких как кишечник, сосуды, мочевого пузыря и желудка. Клетки, образующие эту ткань, одноядерные. Их волокна сокращаются медленно, и их работа непроизвольна.



**Сердечная мышца** состоит из поперечно-полосатых мышечных волокон. Клетки этой ткани короткие и цилиндрические, и, в основном, одноклеточные. Волокна в определенных местах соединяются друг с другом с помощью специальных перемычек. Такая структура обеспечивает ткани быстрое и продолжительное сокращение ткани. Сердечная мышца также работает непроизвольно. Скелетные мышцы прикрепляются к костям с помощью **сухожилий**. Когда мышца сокращается, кость тянется в месте соединения сухожилий с костью, что приводит к движению. У человека скелетные мышцы можно разделить на мышцы головы, туловища, верхних и нижних конечностей. Жевательные мышцы, относящиеся к мышцам головы, при сокращении двигают нижнюю челюсть вперед и назад, или в стороны. Мимические же мышцы участвуют в образовании выражений на лице.

### Примените полученные знания

На рисунке показаны две группы мышц-антагонистов, действующих противоположно друг другу. На основе представленных данных объясните принцип работы двуглавой (бицепс) и трехглавой (трицепс) мышц плеча.



### Обсудите:

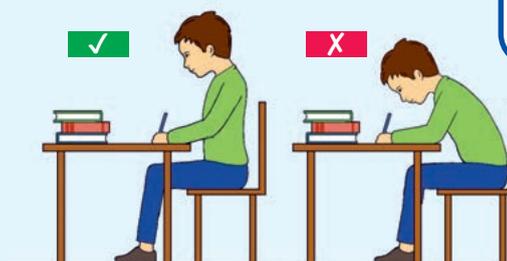
- Какую роль играют структуры, обозначенные на рисунке цифрами, в работе мышц, разгибающих и сгибающих конечности? Обоснуйте свое мнение.

### Проверьте полученные знания

1. Какие виды мышечной ткани существуют у человека и каковы основные характеристики этих видов?
2. В чем различия между скелетной мышцей и сердечной мышцей?
3. Какова роль сухожилий в обеспечении связи между мышцами и скелетом?

## 1.4 Заболевания костной системы

Неправильная осанка за школьной партой во время урока, ношение тяжестей в одной руке и подобные действия могут привести к возникновению аномальных или патологических искривлений позвоночника.



**Ключевые слова** лордоз, кифоз, сколиоз, артрит, остеопороз

- По каким еще причинам могут возникать аномальные искривления позвоночника?
- Как можно предотвратить аномальные искривления позвоночника?

Деятельность

### Искривления позвоночника

На рисунке представлен вид позвоночника здорового человека спереди (1), сзади (2) и сбоку (3).

1. Внимательно рассмотрите рисунок.
2. Определите названия отделов позвоночника, обозначенных разными цветами.
3. Поделитесь своими мыслями о значении этих отделов.
4. Определите, какие отделы направлены вперед, а какие – назад.



**Обсудите:**

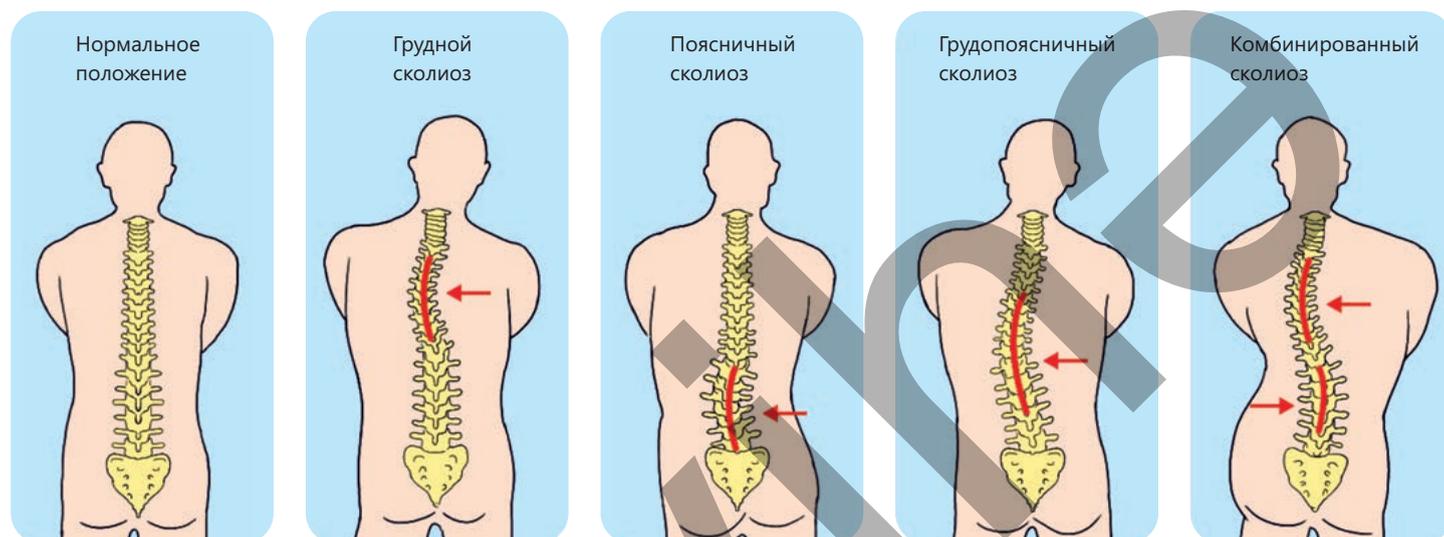
1. Как вы думаете, каково значение того, что позвоночник имеет S-образную структуру? В каких случаях искривления позвоночника можно считать нормальными, а в каких случаях – патологическими?

У взрослого человека в позвоночнике в норме наблюдаются два изгиба вперед (лордоз) и два изгиба назад (кифоз). Изгибы позвоночника вперед образуют шейный и поясничный лордоз, а изгибы назад – грудной и крестцовый кифоз. Эти изгибы имеют важное значение для поддержания равновесия тела и обеспечения эластичности позвоночника во время движения.

Сколиоз, патологический кифоз и патологический лордоз являются аномальными искривлениями позвоночника, представляющими собой деформации скелета, при которых нарушается правильная осанка тела. Эти изменения в костной и мышечной системах иногда приводят к хроническим заболеваниям, снижая тем самым качество жизни.

## Сколиоз

Сколиоз – это патологическое состояние, характеризующееся боковым искривлением позвоночника, то есть отклонением вправо или влево. Это состояние нарушает правильную осанку человека и в некоторых случаях может ограничивать подвижность. Степень и тяжесть искривления позвоночника индивидуальны и играют решающую роль в выборе метода лечения.



Если сколиоз не лечить и не принимать своевременных мер, он может также вызвать серьезные проблемы с деятельностью таких органов, как сердце и легкие.

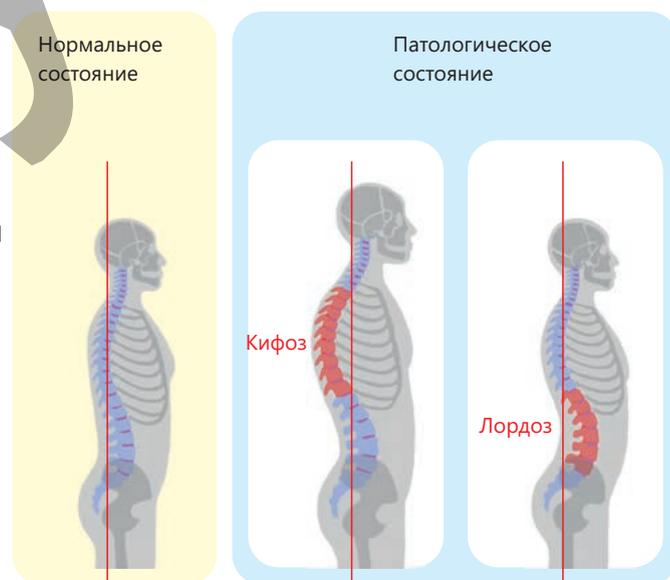
## Патологический лордоз и патологический кифоз

Патологический лордоз – это состояние, характеризующееся чрезмерным изгибом позвоночника вперед в поясничном или шейном отделе. При этом поясница выглядит очень вдавленной, наблюдаются нарушения осанки, боли в спине, а в некоторых случаях и затруднения в движении.

Патологический кифоз – это аномальное искривление позвоночника с выпуклостью, обращенной назад, в грудном отделе позвоночника.

Это является не только эстетической проблемой, но и негативно влияет на работу дыхательной, пищеварительной и нервной систем.

Патологический кифоз чаще всего возникает в области лопаток и известен как "горбатость".



## Артрит

Артрит – это воспалительное заболевание, протекающее в суставах. При этом наблюдаются боль, отечность, повышение температуры, ограничение подвижности, а иногда и покраснение в суставах. Артрит может возникать в одном или сразу в нескольких суставах.



## Остеопороз

Остеопороз – это заболевание костной системы, возникающее в результате недостатка белков и минеральных веществ в костной ткани. При этом наблюдается хрупкость костей и снижение их массы. У пожилых людей это заболевание встречается чаще. Оно развивается бессимптомно и обычно выявляется только при переломе кости.

### Примените полученные знания

Определите правильное положение тела за столом.



Обсудите:

- Если привычка неправильно сидеть будет продолжительной, то какие основные патологические изменения могут возникнуть в позвоночнике?

### Проверьте полученные знания

1. У взрослого человека в позвоночнике имеется четыре нормальных изгиба: два направлены вперед (шейный и поясничный отделы) и два назад (грудной и крестцовый отделы).
2. Установите соответствие:
 

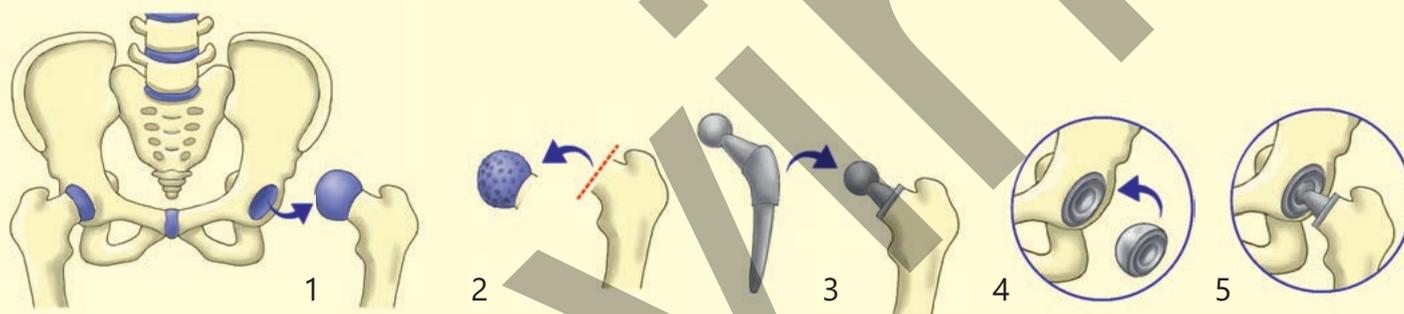
I. Патологический кифоз II. Артрит III. Сколиоз IV. Остеопороз	V. Воспаление, боль и отечность в суставе VI. Боковое искривление позвоночника VII. Ослабление и хрупкость костной ткани VIII. Аномальное искривление позвоночника назад в грудном отделе
---	--

## Полный суставной протез

Современная медицина позволяет заменять утратившие функциональность суставы, например, из-за артрита или травм, специально разработанными искусственными протезами. Полные протезы суставов, используемые для этой цели, чаще всего применяются для тазобедренных, коленных и плечевых суставов. Эти протезы, изготовленные из таких материалов, как титан, кобальт, хром, нержавеющая сталь или керамика, обладают как прочностью, так и гипоаллергенными и нетоксичными свойствами по отношению к организму. Поскольку полные протезы суставов имеют анатомически правильную форму, пациенты, которым они имплантированы, могут в значительной степени восстановить свою прежнюю подвижность.



Тазобедренный протез



Последовательность этапов операции по протезированию тазобедренного сустава

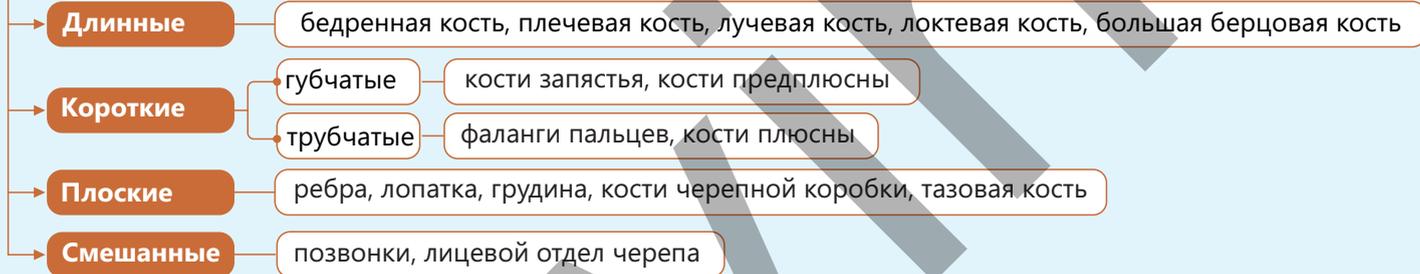
Протезирование — это не просто механическое вмешательство, но и успешный синтез технологий и медицины. Протезы, используемые во время операции, точно измеряются с помощью компьютерного моделирования. Иногда применяются индивидуальные протезы, изготовленные на 3D-принтере в соответствии с анатомией пациента. После операции в процессе реабилитации важную роль в восстановлении мышечной силы играют роботизированные вспомогательные устройства и физиотерапевтические программы. Полное эндопротезирование суставов, в частности, дает возможность пожилым людям и тем, чья повседневная активность ограничена из-за тяжелых травм суставов, снова свободно двигаться.

# Заключение

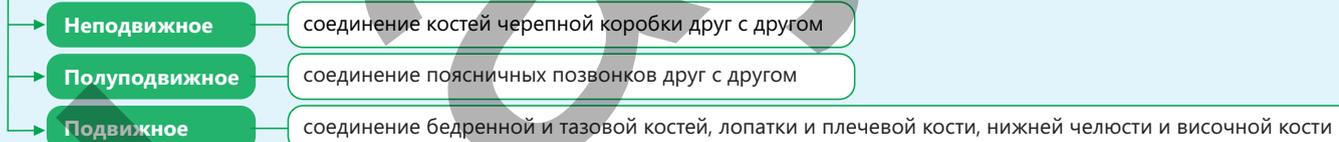
## Костная и мышечная системы человека



## Виды костей по строению



## Соединения костей



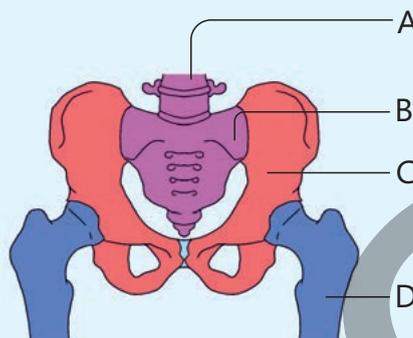
## Скелет человека



## Обобщающие задания

### 1. Выполните задания, основываясь на представленных рисунках.

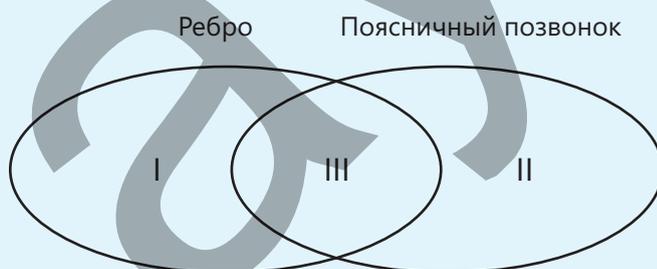
- Назовите кости, обозначенные буквами А, В, С и D.
- Определите по строению вид этих костей.
- К каким отделам скелета относятся эти кости?
- Какой тип соединения у костей, обозначенных буквами С и D?



### 2. Можно ли сказать, что в организме человека все мышцы соединяются с помощью сухожилий? Обоснуйте свой ответ.

### 3. Установите соответствие.

- Относится к скелету туловища
- Является плоской костью
- Относится к скелету грудной клетки
- Содержит красный костный мозг
- Является смешанной костью



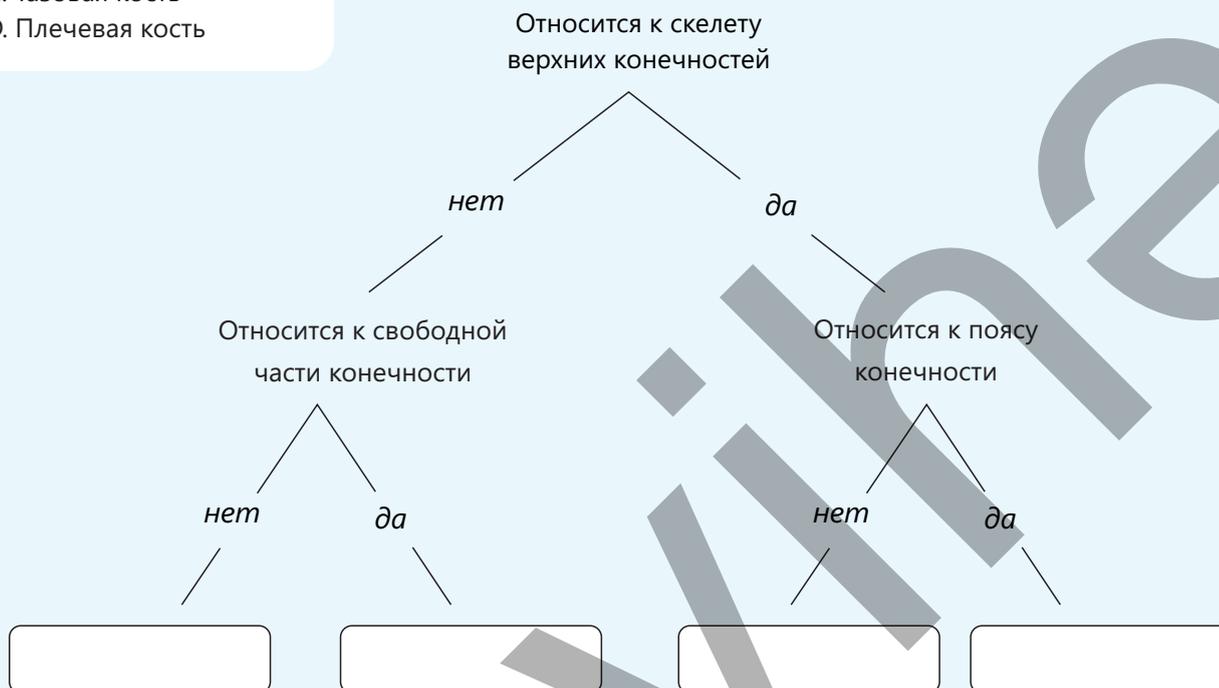
### 4. В скелете человека полуподвижное соединение образуют:

- нижняя челюсть и височные кости
- тела поясничных позвонков
- кости черепной коробки
- плечевая кость и лопатка

### 5. Какие простые правила должны соблюдаться в повседневной жизни, чтобы предотвратить сколиоз, патологический лордоз и патологический кифоз?

**6. Используя информацию, представленную на схеме, определите названия костей.**

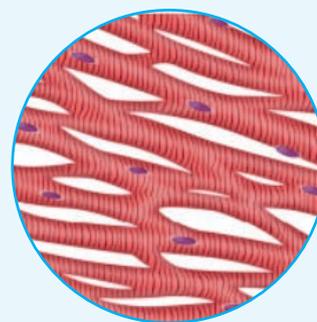
- A. Ключица
- B. Малая берцовая кость
- C. Тазовая кость
- D. Плечевая кость



**7. Как изменяется соотношение органических и неорганических веществ в составе костей по мере взросления человека? Обоснуйте своё мнение.**

**8. Выберите неверные утверждения о ткани, изображённой на рисунке.**

- I. встречается в составе многих внутренних органов
- II. её клетки способны к сокращению и расслаблению
- III. является разновидностью соединительной ткани
- IV. её работа является произвольной
- V. её клетки в основном многоядерные
- VI. является поперечно-полосатой скелетной мышечной тканью

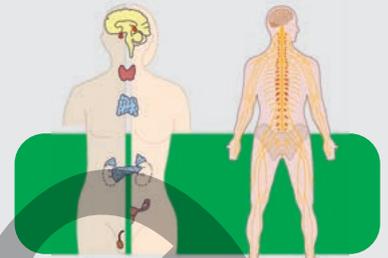


раздел

# 2

## Нервная и эндокринная системы

Организм человека – сложно устроенный механизм. Его клетки, ткани и органы должны работать согласованно и гармонично. Это условие обеспечивается благодаря деятельности двух систем – эндокринной и нервной. Взаимодействие этих систем позволяет осуществлять такие важные процессы, как гомеостаз (поддержание стабильности внутренней среды организма), адаптация, рост и размножение клеток. Нервная система управляет работой органов и тканей с помощью нервных импульсов. Эндокринная система – совокупность желез, которые выделяют гормоны в кровь. Гормоны – биологически активные вещества, которые могут связываться с клетками различных органов, изменять их деятельность и ускорять или замедлять биохимические процессы в организме.



- Когда человек ест, нервная система посылает сигналы пищеварительной системе, активируя работу слюнных желез, желудка и кишечника. Эндокринная система выделяет гормон инсулин, который регулирует уровень сахара в крови после еды.
- 1. Как нервная система может управлять выработкой гормонов?
- 2. Как гормоны могут влиять на работу нервной системы?
- 3. Как вы думаете, что бы происходило с организмом, если бы одна из этих систем перестала правильно работать?

### Из раздела вы узнаете

- Раздражимость, то есть способность реагировать на влияние внешней среды, является свойством всех живых организмов.
- Рефлекс – это ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая через нервную систему.
- Нервная ткань состоит из нейронов и окружающих их клеток нейроглии.
- Нейроны по функциям делятся на чувствительные, двигательные и вставочные.
- Нервы бывают трёх типов: чувствительные, двигательные и смешанные.
- Путь, по которому проходит нервный импульс от места возникновения до рабочего органа, называется рефлекторной дугой.
- Нервная система человека по расположению подразделяется на центральный и периферический отделы.
- Железы внутренней секреции выделяют биологически активные вещества – гормоны.
- Нервная и гуморальная регуляция обеспечивают согласованную работу органов.

## 2.1 Нервная система животных

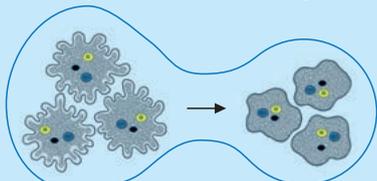
Живые организмы и окружающая среда тесно взаимосвязаны. Изменения во внешней среде влияют на живые организмы, вызывая у них соответствующие реакции.

**Ключевые слова** раздражимость, рефлекс, типы нервной системы



- Как вы думаете, каким образом живые организмы реагируют на раздражители, воздействующие на них?
- Какая система органов регулирует этот процесс у животных?

Амёба обыкновенная, в зависимости от характера раздражителя, движется либо к нему, либо в противоположном направлении.



Клетка инфузории-туфельки покрыта ресничками и отличается высокой чувствительностью к раздражителям.



Раздражимость – это способность организмов каким-либо образом реагировать на воздействие окружающей среды. Это свойство характерно для всех живых существ. Например, несмотря на простое строение, простейшие способны реагировать на химические воздействия, температуру, свет, пищу и другие внешние раздражители.

Чтобы воспринимать и анализировать раздражители окружающей среды, формировать ответную реакцию и осуществлять соответствующее поведение, животным необходима специальная система управления – **нервная система**. Эта система представляет собой сложную сеть, обеспечивающую быструю связь между различными частями организма. У большинства животных имеется нервная система.

### Нервная система беспозвоночных животных

У кишечнорастворных нервные клетки (нейроны) разбросаны по всему телу, образуя сеть. Клетки соединяются друг с другом отростками и формируют **сетчатую** нервную систему. Если

Деятельность

#### Типы нервных систем беспозвоночных

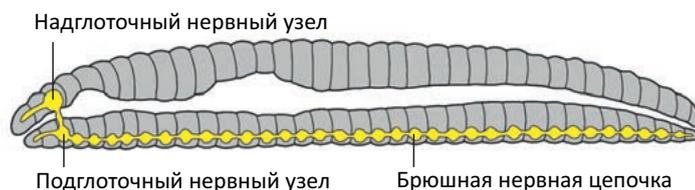
1. Рассмотрите изображения
2. Опишите строение нервных систем животных, изображенных на рисунках.



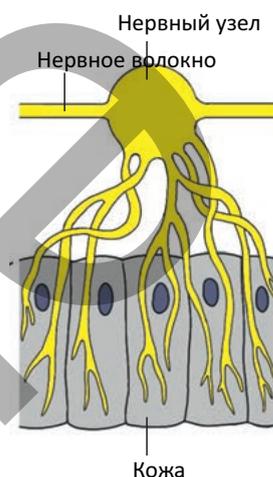
**Обсудите:**

1. Как вы думаете, на что похожи нервные системы этих животных?
2. С чем связаны различия в строении их нервных систем?

иглой прикоснуться к любой части тела гидры, то сигнал быстро распространяется по всей нервной сети. Этот сигнал достигает мышечных клеток и вызывает сокращение тела гидры по всей его поверхности. Такая реакция организма на



раздражение является ответной реакцией. Ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая нервной системой, называется **рефлексом** (от лат. *reflexus* – отражённый). Для плоских червей характерна **стволовая нервная система**, которая состоит из двух нервных узлов, расположенных в передней части тела, и продольных нервных стволов, соединённых поперечными перемичками.

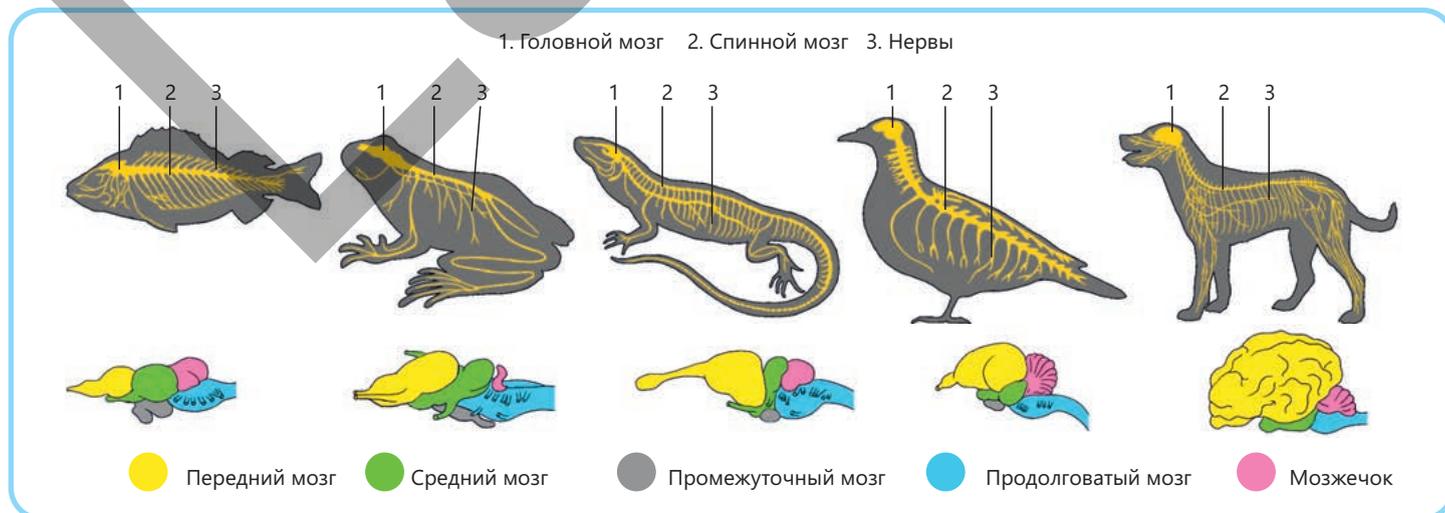


Более сложная **узловая нервная система** имеется у кольчатых червей, моллюсков и членистоногих. У кольчатых червей нервные узлы, состоящие из скоплений нейронов, образуют крупный надглоточный нервный узел, расположенный в передней части тела. Он соединяется с подглоточным нервным узлом с помощью окологлоточного нервного кольца. От подглоточного нервного узла отходит брюшная нервная цепочка.

Эта цепочка проходит вдоль всего тела и состоит из узлов, расположенных в каждом сегменте и соединённых между собой. От этих узлов расходится большое количество нервных волокон, которые идут ко всем частям тела червя – к мышцам и внутренним органам.

### Нервная система позвоночных животных

У позвоночных нервная система, в отличие от таковой у многих членистоногих и кольчатых червей, расположена не на брюшной стороне тела, а на спинной, и называется **трубчатой нервной системой**. Центральная нервная система состоит из головного мозга, расположенного внутри черепной коробки, и спинного мозга, находящегося внутри позвоночного столба.



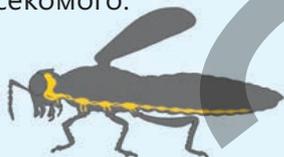
Многочисленные нервы, отходящие от головного и спинного мозга, образуют периферическую нервную систему. Эта система связывает центральную нервную систему со всеми органами и частями тела.

Головной мозг состоит из переднего, промежуточного, среднего и продолговатого мозга, а также мозжечка. У рыб особенно хорошо развит мозжечок, отвечающий за равновесие и координацию движений. У земноводных по сравнению с рыбами лучше развит передний мозг, тогда как мозжечок развит слабее. У пресмыкающихся дальнейшее развитие получают как передний мозг, так и мозжечок; именно у них впервые формируется зачаток коры больших полушарий. У птиц передний мозг образует большие полушария, а мозжечок, управляющий сложными и точными движениями, достигает высокого уровня развития. У млекопитающих поверхность больших полушарий покрыта складчатой корой.

В целом головной мозг управляет деятельностью организма и регулирует сложные формы поведения. Nervная система позвоночных в сравнении с беспозвоночными более централизована и гораздо сложнее.

### Примените полученные знания

На рисунке показана нервная система насекомого.



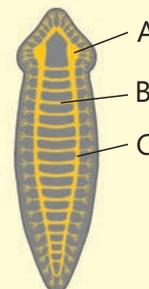
1. Как вы думаете, к какому типу нервной системы она относится?
2. В чём значение того, что нервные узлы расположены в отдельных грудных сегментах?
3. Какую жизненную функцию может затруднить повреждение надглоточного нервного узла насекомого? Обоснуйте своё мнение.

**Обсудите:**

- У каких беспозвоночных животных тип нервной системы имеет более простое строение? Почему?
- Зависит ли развитие органов чувств от развития нервной системы? Обоснуйте своё мнение.

### Проверьте полученные знания

1. Что такое раздражимость? Дайте ответ, приведя пример.
2. Почему у членистоногих нервная система более сложная, чем у кишечнополостных? Как это может быть связано с их образом жизни?
3. Какие части нервной системы белой планарии обозначены на рисунке буквами А, В и С?
4. Чем сетчатая нервная система отличается от узловой?



## 2.2 Нервные клетки и рефлекторная дуга

Случайно прикоснувшись к горячему чайнику, человек мгновенно отдёргивает руку и чувствует боль.



Ключевые слова

нейрон, нейроглия, аксон, дендрит, серое вещество, белое вещество, рефлекторная дуга

- Что происходит в организме человека в этот момент?
- Какие структуры "почувствовали" эту боль, а какие "приняли решение" отдёрнуть руку?
- Как, по-вашему, в чем причина такой быстрой ответной реакции?

Деятельность

### Строение нейрона

**Принадлежности:** микроскоп, микропрепараты нейронов

**Ход работы:**

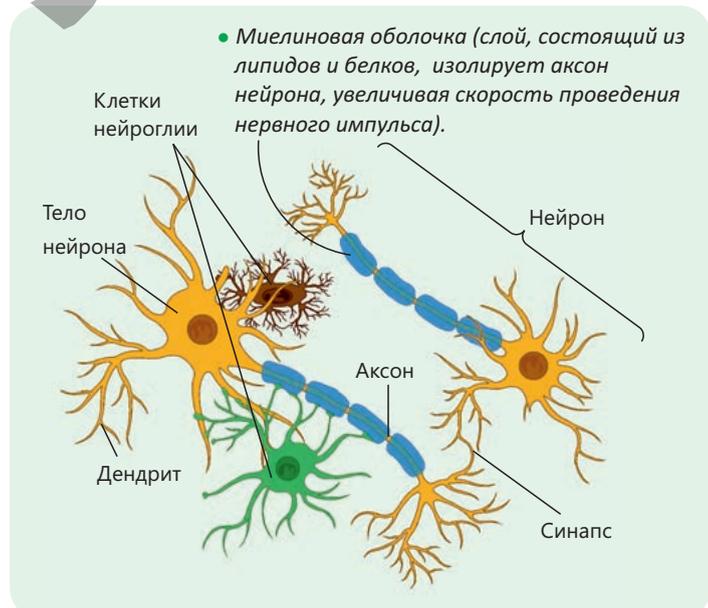
1. Рассмотрите препараты под микроскопом.
2. Сделайте схематические рисунки клеток нервной ткани.

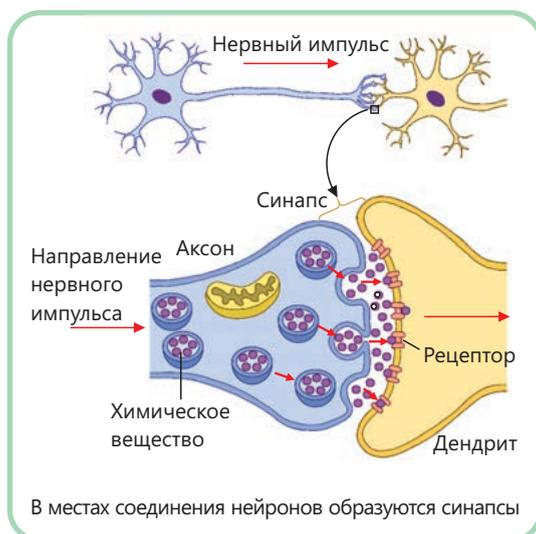
**Обсудите:**

1. Чем отличаются по строению клетки нервной ткани друг от друга?
2. Как вы думаете, связано ли строение нейронов с выполняемыми ими функциями? Обоснуйте свое мнение.

### Нервная ткань

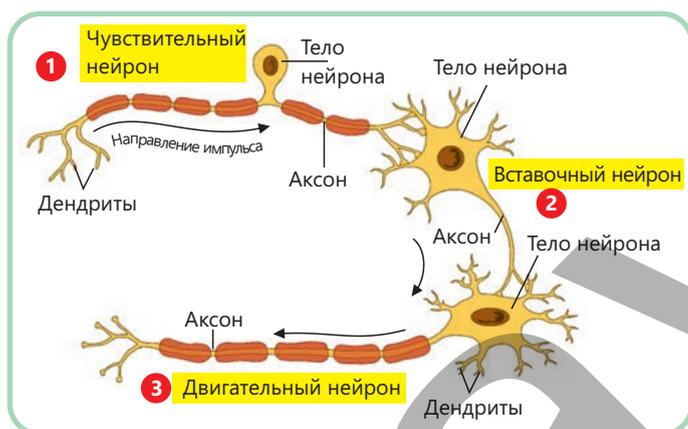
Органы нервной системы состоят из нервной ткани. Нервная ткань состоит из *нейронов* и окружающих их *клеток нейроглии*. Функция нейронов заключается в приёме, обработке и передаче нервных импульсов. Нейрон состоит из *тела*, *дендритов* и *аксона*. В теле нейрона находятся ядро и органеллы. Дендриты – это, как правило, короткие, многочисленные и ветвящиеся отростки, которые принимают сигналы от рецепторов или других нейронов. Аксон – длинный одиночный отросток, передающий импульсы от тела нейрона к другим клеткам. Он покрыт *миелиновой оболочкой* – белой жироподобным веществом.





Скопления тел нейронов в головном и спинном мозге образуют *серое вещество*, а их длинные отростки формируют *белое вещество*. Клетки нейроглии обеспечивают питание, защиту и опору нейронов. Их количество примерно в 10 раз больше, чем количество нейронов, и в отличие от нейронов они способны к делению. Нейроны выделяют особые биологически активные вещества, которые под действием раздражителей вызывают возбуждение других нейронов. В местах контакта нейронов друг с другом и с другими клетками формируются особые соединительные участки – *синапсы*. Они с помощью химических веществ обеспечивают передачу импульса от одного нейрона к другому исключительно в одном направлении.

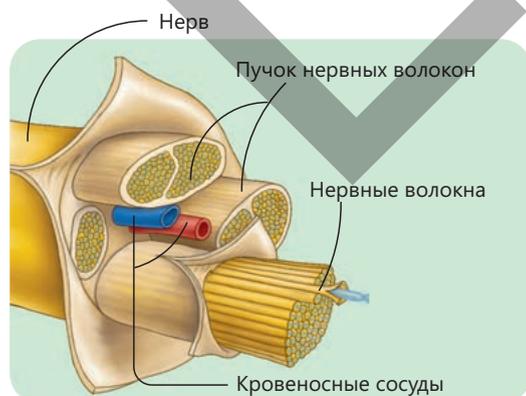
### Виды нейронов



В зависимости от функций нейроны подразделяются на чувствительные, двигательные и вставочные. Чувствительные нейроны передают импульсы от рецепторов в спинной и головной мозг. Скопления их тел и дендритов находятся в нервных узлах, расположенных вне центральной нервной системы. Двигательные нейроны проводят нервные импульсы к мышцам и внутренним органам. Их тела и дендриты расположены в центральной нервной системе.

• ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ •

Что произойдёт если у двигательного нейрона будет повреждён аксон?



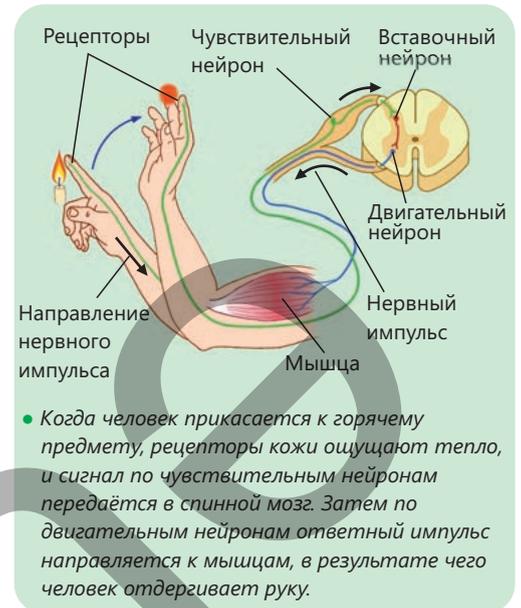
Вставочные нейроны обеспечивают связь между чувствительными и двигательными нейронами и полностью находятся в головном и спинном мозге. Отростки нейронов в головном и спинном мозге образуют нервные волокна, которые собираются в пучки и формируют нервы. Нервы подразделены на *чувствительные, двигательные и смешанные*. Нервы, состоящие из длинных отростков чувствительных нейронов и проводящие импульсы от органов к центральной нервной системе, называются чувствительными. Нервы, образованные длинными отростками двигательных нейронов и передающие

импульсы от центральной нервной системы к органам, называются двигательными.

Нервы, в состав которых входят отростки как чувствительных, так и двигательных нейронов, называются *смешанными*.

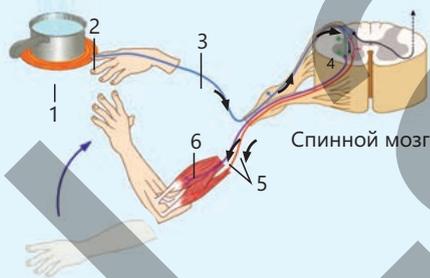
### Рефлекторная деятельность нервной системы

В основе работы нервной системы лежат рефлексы. Путь, по которому проходит нервный импульс от места его возникновения до рабочего органа, называется *рефлекторной дугой*. Чтобы возник рефлекс, раздражитель должен воздействовать на соответствующие рецепторы. Каждый рецептор воспринимает определённые виды раздражения, например тепло, холод, звук, свет или прикосновение. При раздражении в рецепторе возникает возбуждение. Образовавшиеся нервные импульсы по чувствительному нервному пути передаются в центральную нервную систему – в головной и спинной мозг. В центральной нервной системе эти импульсы анализируются, после чего по двигательному нервному пути направляются к рабочему органу. Рефлекторная дуга может быть *простой* и *сложной*. В простой рефлекторной дуге участвуют как минимум два нейрона.



### Примените полученные знания

Проанализируйте изображение рефлекторной дуги.



#### Обсудите:

1. Что обозначено цифрами 1–6?
2. Какие нейроны участвуют в образовании серого вещества?
3. Какие нейроны участвуют в образовании белого вещества?
4. Как вы думаете, к чему может привести повреждение каждого из звеньев рефлекторной дуги?

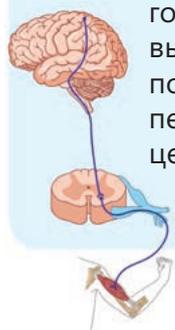
### Проверьте полученные знания

1. Какая связь существует между приведёнными понятиями?

- a. А – нервная ткань; В – нейроглия; С – нейрон
- b. А – чувствительные нервы; В – смешанные нервы; С – двигательные нервы

2. Учёные провели опыт на лягушке, чтобы узнать, с какой скоростью нейрон передаёт электрический импульс. Для этого использовали формулу:  $\text{скорость} = \text{расстояние} / \text{время}$ . Они измерили длину нейрона, и она составила 50 мм = 0,05 м. Время прохождения импульса по этому участку оказалось 1,5 миллисекунды (мс) = 0,0015 секунды (с). Рассчитайте скорость импульса в м/с. Ответ округлите

## 2.3 Нервная система человека. Спинной мозг



Спинальный мозг служит связующим звеном между головным мозгом и всеми частями тела. Он выполняет множество жизненно важных функций: получает информацию от органов чувств, передаёт команды мышцам, а также является центром многих защитных рефлексов.

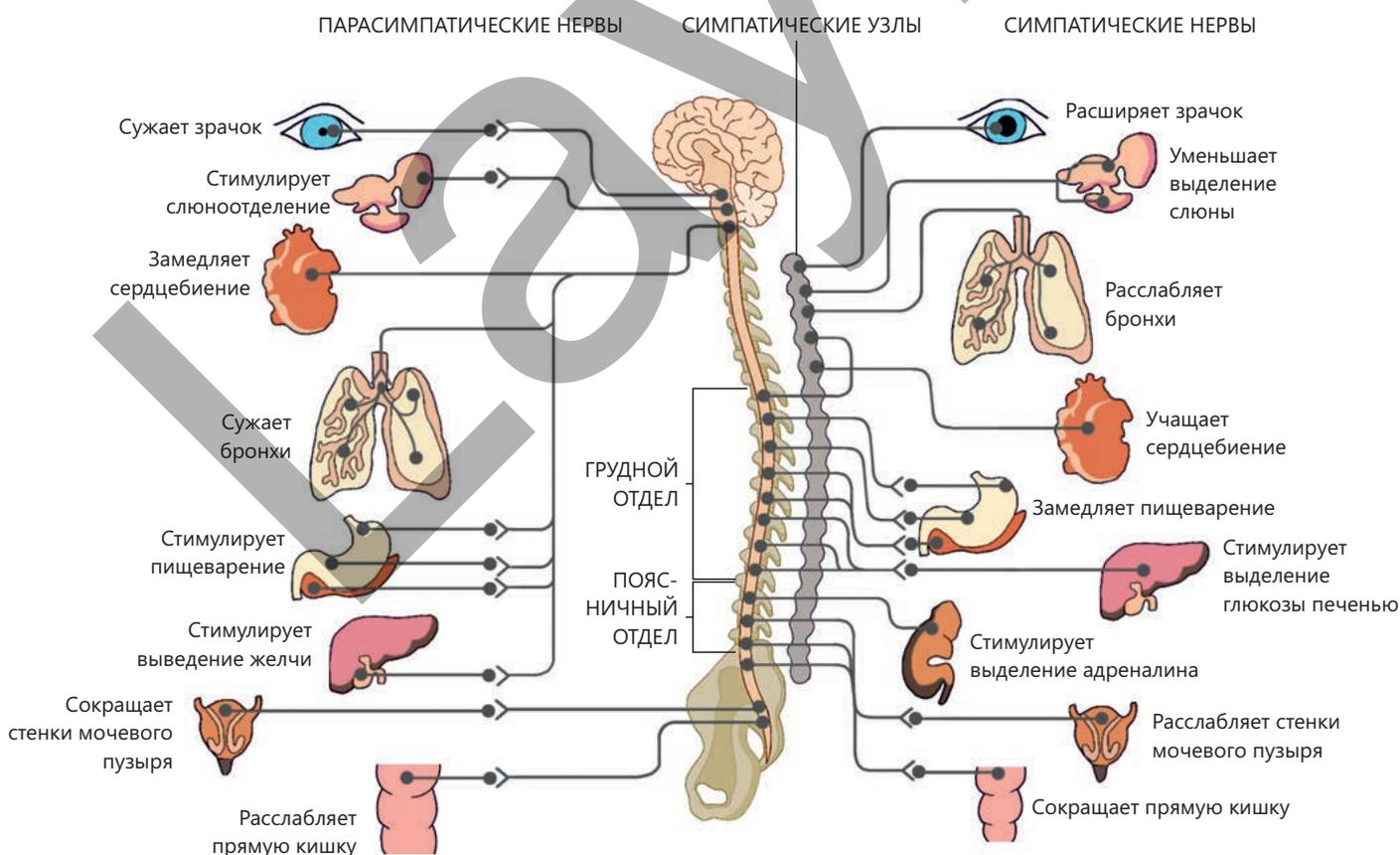
Ключевые слова

центральная нервная система, периферическая нервная система, соматическая нервная система, автономная нервная система

- Если учесть, что расстояние достаточно большое, как сигналы от верхних или нижних конечностей доходят до мозга?
- Как повреждение спинного мозга может повлиять на работу органов?

### Периферическая нервная система

Нервная система состоит из центрального и периферического отделов. Центральная нервная система включает головной и спинной мозг. К периферической нервной системе относятся нервы, отходящие от головного и спинного мозга, а также нервные узлы, расположенные вне центральной нервной системы. Периферическая нервная система в свою очередь подразделяется на два отдела: *соматическую* и *автономную* нервную систему.



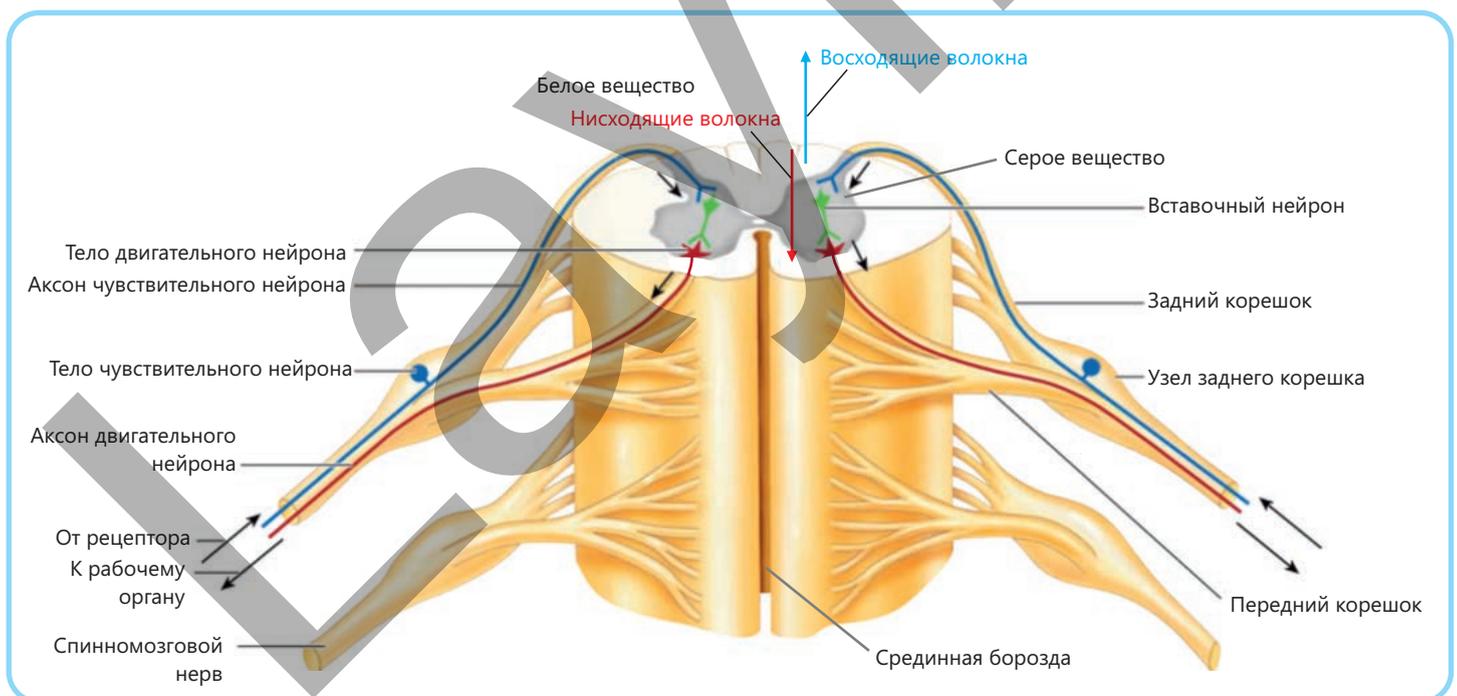
Эти две системы различаются по своим функциям, сфере воздействия и органам, которыми они управляют. Часть нервной системы, которая произвольно регулирует работу кожи и скелетных мышц, называется *соматической* (от греч. *soma* – тело). Часть, регулирующая деятельность внутренних органов, называется *автономной* (от греч. *avtonomiya* – самоуправление), или вегетативной нервной системой. Вегетативные нервные волокна передают импульсы, которые могут усиливать или ослаблять работу внутренних органов.

Регуляция работы внутренних органов с участием автономной нервной системы не подчиняется воле человека. Например, невозможно по собственному желанию остановить сердечную деятельность, ускорить процесс пищеварения или прекратить выделение пота.

Автономная нервная система подразделяется на два отдела: симпатический и парасимпатический. Симпатические и парасимпатические нервы оказывают противоположное действие на внутренние органы. Например, симпатические нервы усиливают работу сердца, а парасимпатические – ослабляют её.

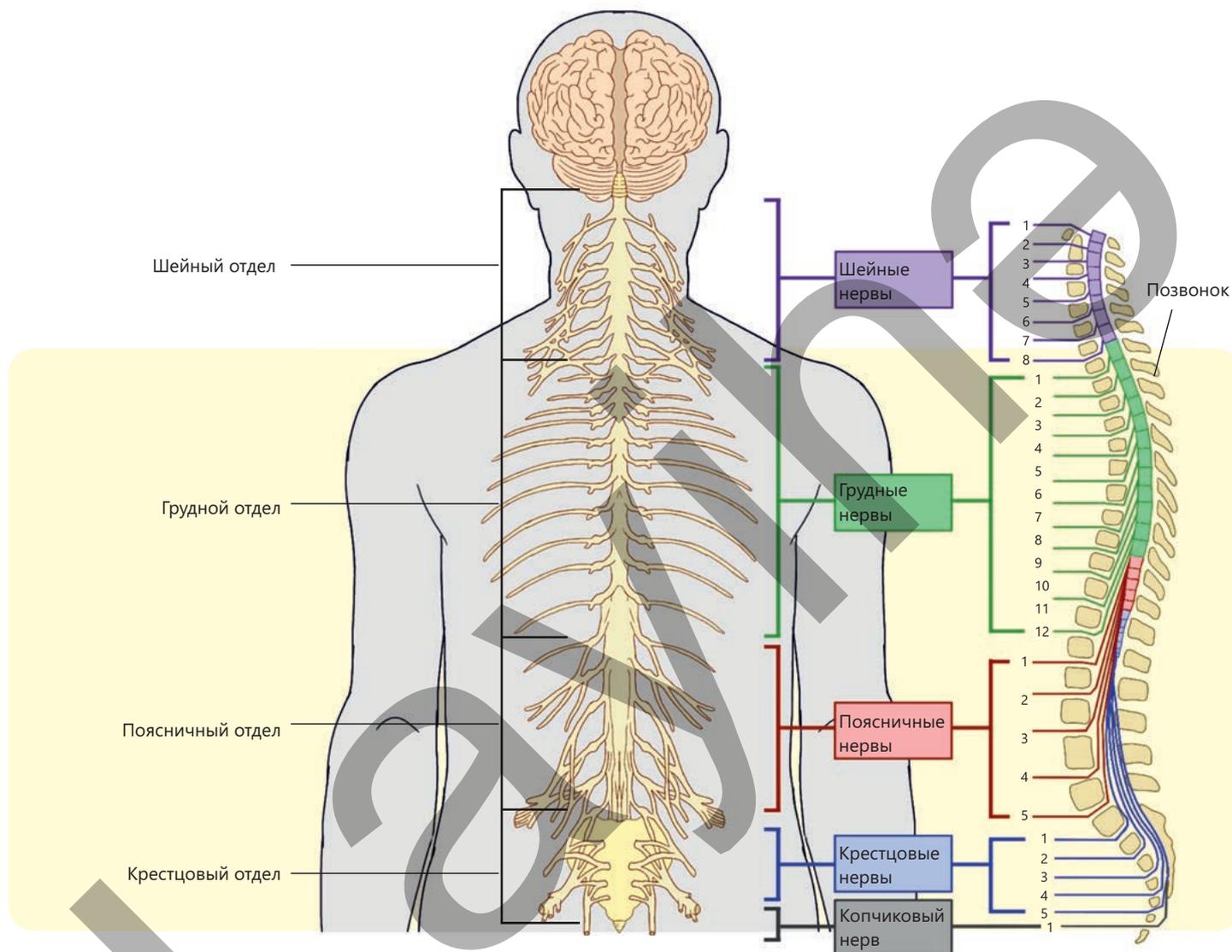
### Центральная нервная система

Головной и спинной мозг, образующие центральную нервную систему, состоят из белого и серого вещества. **Спинной мозг** имеет вид белого тяжа и расположен в канале позвоночного столба в особой жидкости, которая питает его и защищает от механических воздействий.



Белое вещество вдоль спинного мозга образует восходящие и нисходящие проводящие пути. Эти пути соединяют спинной мозг с головным. Внутри белого вещества располагается серое вещество. В центре серого вещества находится спинномозговой канал, заполненный жидкостью. От спинного мозга отходят 31 пара смешанных нервов. Каждый нерв имеет передние и задние корешки.

Передние корешки образованы аксонами двигательных нейронов, а задние корешки – аксонами чувствительных нейронов. Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции.



Деятельность

### Коленный рефлекс

**Принадлежности:** молоточек для проверки коленного рефлекса.

### Ход работы:

1. Разделитесь на пары.
2. Один из учеников садится на стул так, чтобы ноги свободно свисали. Другой ученик слегка ударяет молоточком по области под коленной чашечкой.



### Обсудите:

1. Что вы наблюдаете?
2. Как бы вы объяснили, что наблюдаемая ответная реакция происходит быстро и без осознанного участия?
3. Как можно связать скорость ответной реакции с работой нейронов?

**Рефлекторная функция.** Относительно простые двигательные реакции организма осуществляются благодаря рефлекторной функции спинного мозга. Например, в формировании простого коленного рефлекса участвуют как минимум два нейрона, и в этом случае движение происходит непроизвольно.



**Проводниковая функция.** При осуществлении проводниковой функции спинного мозга нервные импульсы от рецепторов по восходящим проводящим путям поступают в головной мозг. После обработки информации команды по нисходящим путям передаются обратно в спинной мозг, а затем – к скелетным мышцам и внутренним органам. Благодаря этому движения и реакции организма носят произвольный характер.

Спинной мозг функционирует под контролем головного мозга. При повреждениях, когда нарушается связь между головным и спинным мозгом, у человека может возникнуть паралич.

### Примените полученные знания

На диаграмме показано относительное количество осложнений, которые чаще всего встречаются при повреждении различных отделов спинного мозга.



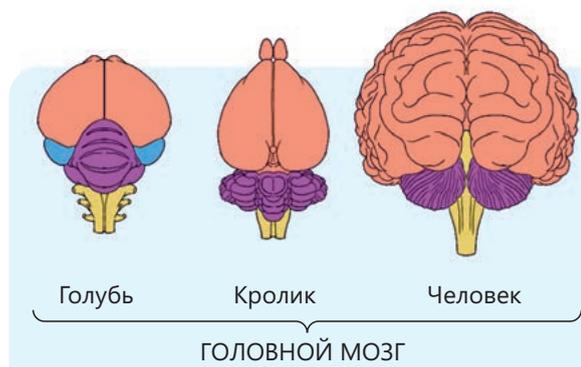
### Обсудите:

1. Какие травмы могут привести к более серьезным нарушениям? Почему?
2. При повреждении какого отдела спинного мозга нарушается подвижность рук?

### Проверьте полученные знания

1. Из чего состоят белое и серое вещество спинного мозга?
2. Чем отличаются симпатическая и парасимпатическая нервная системы? Сравните их деятельность в различных состояниях (например, во время стресса или отдыха).

## 2.4. Нервная система человека. Головной мозг

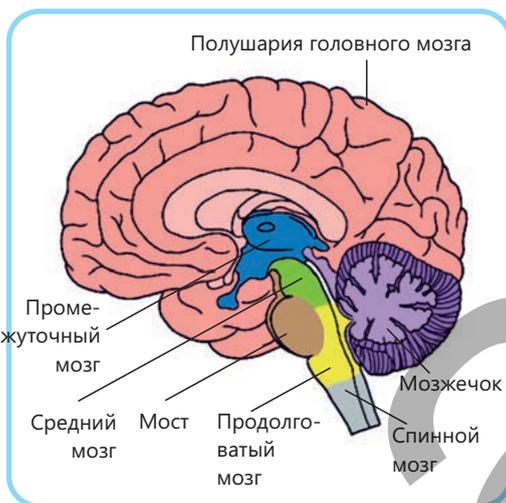


• Как вы думаете, чем **головной мозг человека отличается от головного мозга позвоночных животных?**

Ключевые слова

продолговатый мозг, средний мозг, промежуточный мозг, мозжечок, полушария головного мозга

• Каким образом различия в строении **головного мозга человека влияют на его функции?**



Головной мозг человека состоит из продолговатого мозга, среднего мозга, промежуточного мозга, мозжечка и полушарий головного мозга. От головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов.

**Продолговатый мозг** является продолжением спинного мозга. Он состоит в основном из белого вещества, образованного проводящими нервными путями. Внутри белого вещества расположены узлы серого вещества, формирующие ядра черепно-мозговых нервов. В этих узлах находятся центры, регулирующие такие жизненно важные функции, как дыхание, сердечная деятельность и питание. Здесь также расположены центры таких защитных рефлексов как чихание, кашель и рвота. Повреждение продолговатого мозга приводит к смерти.



Чихание



Кашель



Рвота

Над продолговатым мозгом располагается **мост**. Он соединяется со средним мозгом и мозжечком с помощью нервных волокон. Ядра, состоящие из серого вещества и находящиеся внутри белого вещества моста, участвуют в основном в регуляции сна и бодрствования, а также дыхания.

Деятельность

**Пальценосовая проба**

1. Встаньте прямо и закройте глаза.
2. Соедините ноги и указательным пальцем правой руки дотроньтесь до кончика носа.
3. Повторите те же действия левой рукой.

**Обсудите:**

1. Почему, несмотря на то, что глаза у вас были закрыты, вы смогли точно дотронуться пальцем до кончика носа?
2. Какие части тела и органы чувств совместно участвуют в выполнении этого простого движения?

**Мозжечок** расположен над продолговатым мозгом и мостом. Он состоит из двух полушарий, поверхность которых образована серым веществом, а внутренняя часть – белым веществом. Внутри белого вещества находятся узлы, состоящие из серого вещества. Мозжечок участвует в регуляции точных и согласованных произвольных движений. При нарушении функций мозжечка у человека теряется точность движений и нарушается равновесие. Например, люди с повреждением мозжечка неуверенно ходят, не могут вдеть нитку в иглолку или точно дотронуться пальцем до кончика носа.



Координация движений



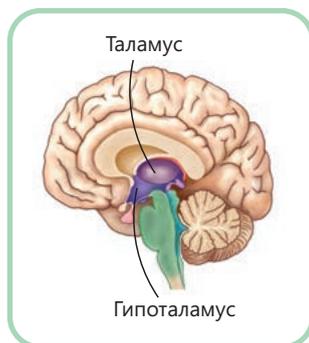
Равновесие



Точные движения

**Средний мозг** состоит из белого вещества. Внутри белого вещества находятся узлы серого вещества. Из этих узлов среднего мозга к скелетным мышцам поступают нервные импульсы, которые определяют мышечное напряжение – тонус. Благодаря этому человек может сохранять вертикальное положение тела при стоянии, ходьбе и беге.

Кроме того, через средний мозг проходят дуги ориентировочных рефлексов на зрительные и звуковые раздражители. Ориентировочные рефлексы обеспечивают поворот головы или тела в сторону источника света или звука. Благодаря этим рефлексам человек может своевременно отреагировать на возможную опасность.



**Промежуточный мозг** является проводящим отделом, расположенным после среднего мозга. Он состоит из *таламуса* (*зрительных бугров*) и *гипоталамуса* (*подбугорной области*). Таламус считается центром всех видов чувствительности, кроме обоняния. Нервные импульсы, поступающие от кожных рецепторов и внутренних органов, а также зрительные и слуховые сигналы проходят через него и направляются к полушариям головного мозга. Нижняя часть промежуточного мозга называется гипоталамусом. Здесь осуществляется регуляция постоянства внутренней среды, температуры, жажды, голода, насыщения, сна и бодрствования. Некоторые нейроны гипоталамуса вырабатывают биологически активные вещества, обеспечивающие гуморальную регуляцию.

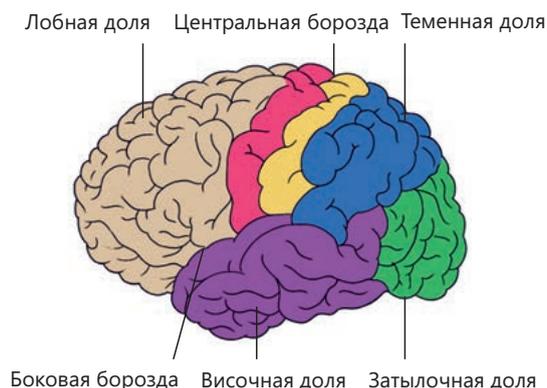
При повреждении промежуточного мозга наблюдаются такие явления, как изменение артериального давления и сердечного ритма, затруднение дыхания, ослабление перистальтики кишечника, нарушение терморегуляции, изменение состава крови и т.д. Отделы головного мозга выполняют рефлекторную и проводящую функции.



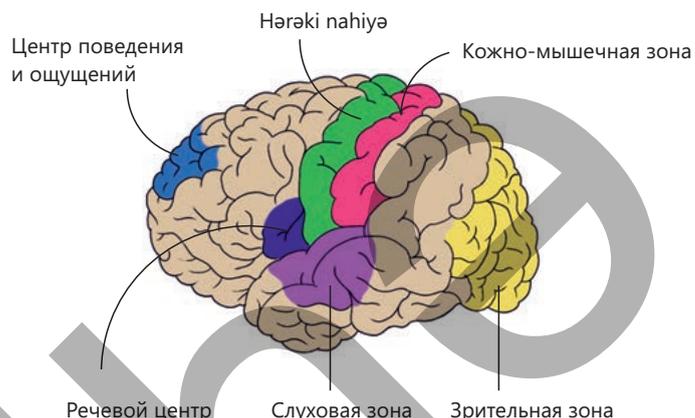
**Большие полушария головного мозга** состоят из двух частей – правого и левого полушарий. Их поверхность образована корой головного мозга, состоящей из серого вещества, а внутренняя часть – из белого вещества. Внутри белого вещества находятся узлы из серого вещества. Поверхность полушарий имеет борозды и извилины. Благодаря этому площадь поверхности коры головного мозга увеличивается и достигает 2200-2500 см<sup>2</sup>. В полушариях головного мозга имеются две глубокие борозды – центральная и боковая. Борозды коры головного мозга разделяют его на лобную, теменную, височную и затылочную доли. Центральная борозда отделяет лобную долю от теменной, а боковая борозда – височную долю от лобной и теменной.

Вся информация, поступающая в мозг, анализируется корой больших полушарий. В затылочной доле полушарий находится зрительная зона, в височной – слуховая, перед центральной бороздой – двигательная, а позади нее – зоны кожно-мышечной чувствительности. В лобной доле также расположены области, регулирующие сложные психологические и интеллектуальные функции человека, такие как эмоции, речь, обучение и память. Нарушение функций этих областей может привести к различным речевым дефектам и даже к потере речи.

### Доли полушарий головного мозга



### Основные функции зон полушарий головного мозга

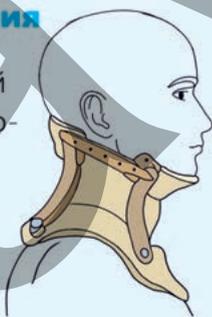


- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Головной мозг человека создает баланс между эмоциями и логическим мышлением. Как вы думаете, к каким личным и социальным проблемам может привести нарушение этого баланса?

### Примените полученные знания

При оказании первой медицинской помощи пострадавшему в дорожно-транспортном происшествии на шею надевается корсет, и обеспечивается его доставка в больницу.

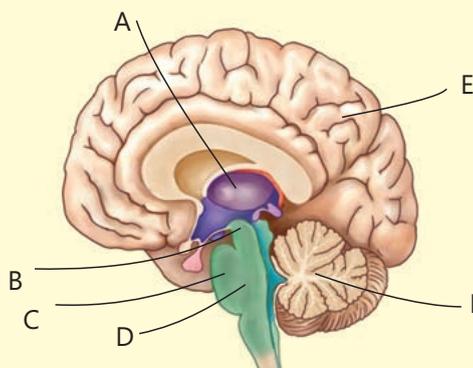


**Обсудите:**

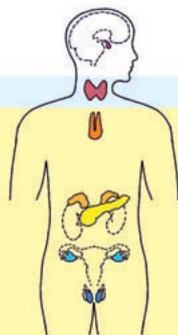
- К каким последствиям может привести повреждение затылочной кости?
- Какие жизненно важные функции могут быть нарушены в этом случае?

### Проверьте полученные знания

1. Назовите части, обозначенные буквами.
2. Что представляет собой отдел, обозначенный буквой "А", и какие функции он выполняет?
3. Каково значение того, что поверхность больших полушарий головного мозга имеет складчатое строение?



## 2.5 Эндокринная система



Секреторные железы – это органы или группы клеток, которые имеют особое значение для жизни человека и выделяют различные вещества.

**Ключевые слова** железа внешней секреции, железа внутренней секреции

- Какие железы в организме человека вы знаете?
- Какие функции они выполняют?

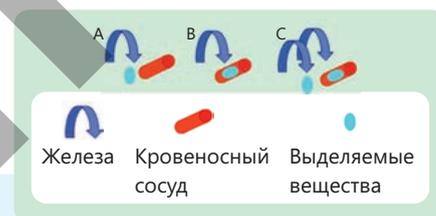
Деятельность

### Типы секреторных желёз

На рисунке изображены три различных варианта работы желёз.

1. Определите различия между вариантами.
2. На основе наблюдений придумайте название для каждого типа желёз и укажите их в таблице.
3. Сгруппируйте представленные железы в зависимости от их типа. (слюнные железы, яичники, потовые железы, семенники, желудочные железы, щитовидная железа, слёзные железы).

Схема	Тип железы	Железы
A		
B		
C		



### Обсудите:

1. Если железа выделяет вещество непосредственно в кровь, будет ли это вещество воздействовать на весь организм или только на определённый участок? Почему?
2. Как вы думаете, почему для организма важно, чтобы вещества выделялись не только наружу (например, в пищеварительный канал), но и внутрь – в кровь?
3. Как вы считаете, какие из этих желёз играют наиболее важную роль в регуляции деятельности организма? Почему?

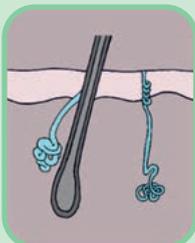
Желёзы **внешней секреции** выделяют вырабатываемые ими биологически активные вещества по специальным выводным протокам на поверхность органов или в их полости. В организме человека железы подразделяются на три группы: железы *внешней*, *внутренней* и *смешанной* секреции.



Сальные железы



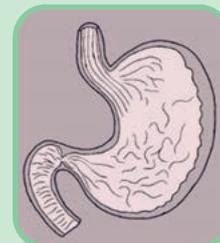
Слезные железы



Потовые железы



Слюнные железы



Железы желудка

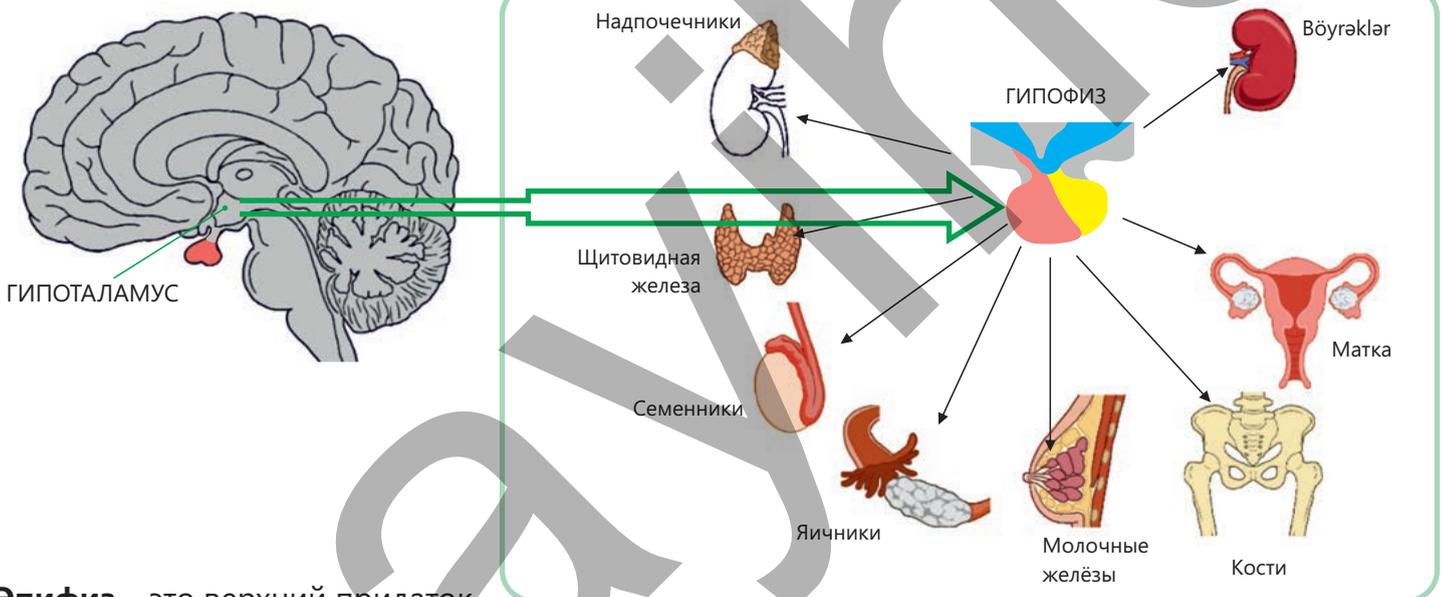


Железы кишечника

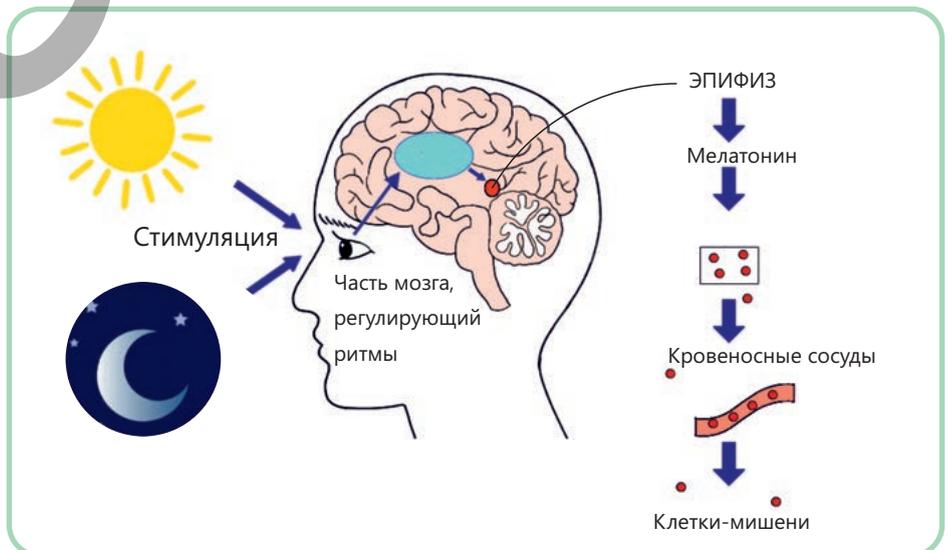
Желёзы **внутренней секреции** также называются **эндокринными** (греч. *endo* – внутренний, *krino* – выделяю). Эти железы не имеют выводных протоков. Вырабатываемые ими **гормоны** (греч. *hormao* – возбуждаю, привожу в движение), то есть биологически активные вещества, выделяются в кровь и лимфу и доставляются к определённым органам-мишеням.

Эндокринная система совместно с нервной системой регулирует деятельность организма. К железам внутренней секреции относятся **гипофиз, эпифиз, щитовидная, околощитовидные, надпочечники и вилочковая железа (тимус)**.

**Гипофиз** – это железа размером с горошину, расположенная внутри головного мозга. Гипофиз участвует в регуляции обменных процессов. Кроме того, он регулирует деятельность щитовидной железы, надпочечников, половых и молочных желёз. Одним из гормонов, вырабатываемых его передней долей, является **соматотропин** – гормон роста.



**Эпифиз** – это верхний придаток промежуточного мозга. Гормон мелатонин, вырабатываемый им, регулирует чередование дня и ночи и обеспечивает работу “биологических часов”. Помимо этого, деятельность этой железы замедляет развитие половых желёз у детей, предотвращая преждевременное половое созревание. Синтез гормона уменьшается на свету и усиливается в темноте.



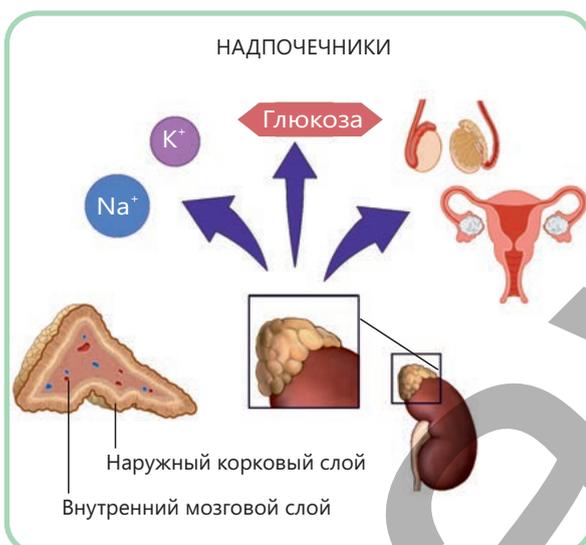


ЩИТОВИДНАЯ И ОКОЛОЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

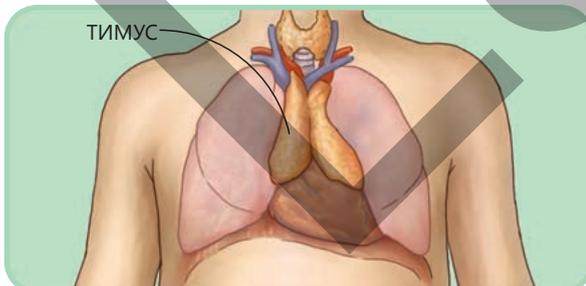
### Щитовидная и околощитовидные железы.

Щитовидная железа расположена в области шеи над гортанью. Наиболее важным гормоном, вырабатываемым этой железой, является *тироксин*. Для синтеза тироксина необходим йод. Этот гормон регулирует обмен веществ, рост и развитие организма, деятельность нервной системы, а также расщепление белков, жиров и углеводов.

На поверхности щитовидной железы расположены 4–8 околощитовидных желёз размером с рисовое зернышко. Вырабатываемый ими *паратгормон* регулирует переход кальция и фосфора из костной ткани в кровь.

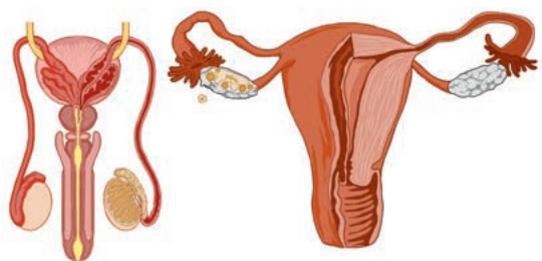


**Надпочечники** – это парные железы, расположенные над верхней частью почек. Надпочечники состоят из *наружного коркового* и *внутреннего мозгового* слоёв. Вырабатываемые ими гормоны, помимо регуляции обмена веществ, участвуют также в регуляции иммунитета и стрессовых реакций. Основным гормоном мозгового слоя является *адреналин*. При синтезе адреналина повышается уровень сахара в крови, сужаются кровеносные сосуды, в результате чего усиливается сердечная деятельность.

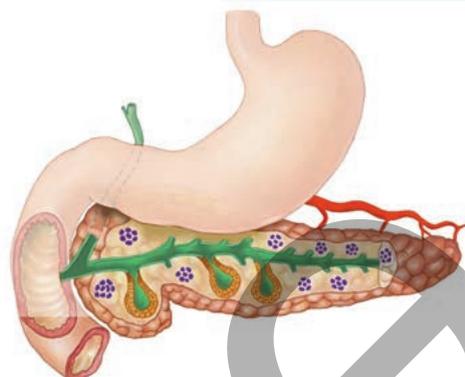


**Тимус** расположен за грудиной. По мере взросления размеры тимуса уменьшаются. Гормон *тимозин*, выделяемый железой, предотвращает преждевременное развитие половых желёз у детей и влияет на рост и развитие организма. Он участвует в защите организма от заболеваний, увеличивая количество лимфоцитов в крови.

Некоторые железы функционируют как железы как внутренней, так и внешней секреции. Эти железы, помимо выработки гормонов, также выделяют образующиеся ими биологически активные вещества через выводные протоки в полости или на поверхность тела. Такие железы называются железами *смешанной секреции*. К железам смешанной секреции относятся поджелудочная железа и половые железы.



*В половых железах образуются не только половые гормоны, но и половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды).*



*Поджелудочная железа, помимо гормонов инсулина и глюкагона, регулирующих уровень сахара в крови, также выделяет пищеварительные ферменты в двенадцатиперстную кишку.*

• ПОДУМАЙ  
• ОБСУДИ  
• ПОДЕЛИСЬ

Как вы считаете, может ли человек, изменяя режим сна, питание и образ жизни, влиять на уровень гормонов?

### Примените полученные знания

Проанализируйте описанные ситуации.

1. 16-летний подросток за последние 6 месяцев вырос на 15 см. Его родители обеспокоены – не слишком ли это быстро? Врач предполагает, что это связано с активной работой одной из эндокринных желёз.

**Обсудите:**

- Под влиянием деятельности какой железы может происходить такое изменение роста?
- Какой гормон она вырабатывает?
- Почему именно в подростковом возрасте происходят такие изменения?

2. У мужчины после еды часто наблюдаются жажда, слабость, учащённое мочеиспускание. Анализ крови показал повышенное содержание глюкозы. Врач объяснил, что причина – нарушение работы определённой железы.

**Обсудите:**

- Какой орган, вероятно, работает неправильно?
- Какой гормон связан с уровнем глюкозы в крови?

### Проверьте полученные знания

1. Чем различаются железы внутренней и внешней секреции?
2. Где в организме располагаются железы внутренней секреции?
3. Как гормоны достигают органов-мишеней?
4. Почему поджелудочная железа относится к железам смешанной секреции?

## 2.6 Гуморальная регуляция и функциональные нарушения

Реакция «бей или беги» известна также как острая реакция на стресс. Она является ответной физиологической реакцией, которая возникает при наличии чего-то морально или физически ужасающего. Эта реакция запускается выбросом гормонов, которые готовят организм либо остаться и справиться с угрозой, либо убежать в безопасное место.

Ключевые слова

гуморальная регуляция, гиперфункция, гипофункция

- Как вы думаете, какой в основном, гормон выделяется в организме при стрессе?
- Какие железы синтезируют этот гормон?
- Каким образом железы получают информацию об «опасной ситуации»?



Для постоянной регуляции физиологических процессов в организме используются два механизма: *нервная регуляция* и *гуморальная (через жидкие среды) регуляция*. Нервная регуляция осуществляется с помощью нервной системы. В организме человека гуморальная регуляция является одной из основных форм взаимодействия между клетками. Биологически активные вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности, воздействуют на работу органов. Изменения в деятельности желёз внутренней секреции приводят к возникновению различных заболеваний.

Деятельность

### Гуморальная регуляция

**Принадлежности:** секундомер/таймер, фитнес-браслет, сладкий чай или фруктовый сок.

#### Ход работы:

1. Измерьте пульс в спокойном состоянии и запишите результат.
2. Выпейте стакан сладкого чая или фруктового сока.
3. Через 10–20 минут снова измерьте пульс.
4. Отметьте, как изменились такие показатели, как внимание, бодрость, пульс и др.

#### Обсудите:

1. Какие изменения в своём состоянии и физиологических показателях вы наблюдали?
2. Можно ли объяснить эти изменения только нервной регуляцией, или в этом процессе участвуют и другие механизмы?
3. Как вы считаете, какой гормон может выделяться в ответ на приём сахара?

При нарушении функции гипофиза гормоны выделяются либо в избыточном, либо в недостаточном количестве. В растущем организме недостаточная секреция гормонов гипофиза (*гипофункция*) приводит к *карликовости*. Рост у таких людей соответствует росту детей 5–6 лет, однако пропорции тела не нарушены и умственных отклонений не наблюдается.

При избыточной секреции гормонов гипофиза (*гиперфункции*) в период роста скелета человек растёт значительно быстрее, и развивается *гигантизм*. Рост таких людей иногда достигает 2 м и более. Если же гормон в большом количестве выделяется у взрослого человека, возникает заболевание *акромегалия*. В этом случае чрезмерно увеличиваются кости кистей и стоп, нижняя челюсть и скуловые кости.

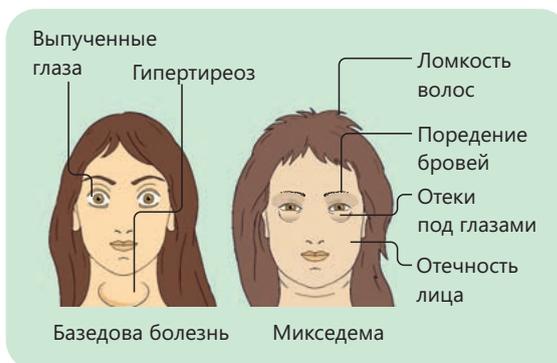
При врождённой гипофункции щитовидной железы останавливается рост, ослабевают умственное и физическое развитие, половое созревание задерживается, нарушаются пропорции тела, т.е. возникает *кретинизм*.

При гипофункции щитовидной железы у взрослого человека развивается заболевание, называемое *микседемой*. У таких больных замедляется обмен веществ, понижается температура тела, снижается возбудимость нервной системы.

При гиперфункции железы развивается *Базедова болезнь*. Основными признаками этого заболевания являются увеличение щитовидной железы, ускорение обмена веществ и повышение возбудимости нервной системы.

При недостатке гормонов околощитовидных желёз нарушается процесс роста костей и повышается возбудимость нервной системы.

Недостаточная выработка гормонов коркового слоя надпочечников приводит к развитию *болезни Аддисона (бронзовой болезни)*. При этом кожа темнеет, снижается аппетит, наблюдаются понос и рвота.

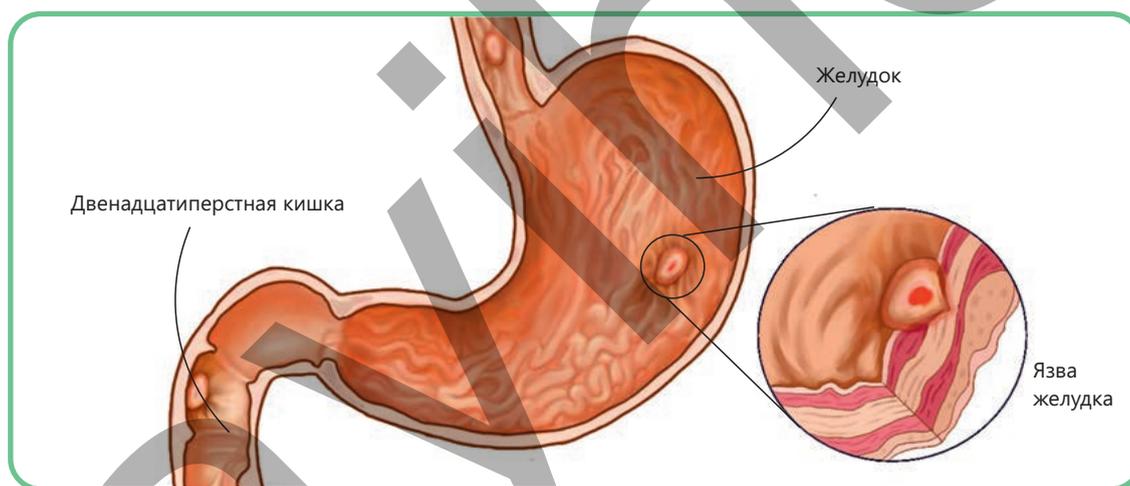


- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Как вы можете объяснить влияние гуморальной регуляции в состоянии стресса, после приёма пищи, а также при выполнении физической работы?

Эндокринная и пищеварительная системы тесно взаимосвязаны и функционируют совместно. Гормоны, выделяемые эндокринными железами, влияют на деятельность органов пищеварения. В то же время некоторые органы пищеварительной системы также способны вырабатывать гормоны. При нарушении этого взаимодействия возникает ряд заболеваний.

К примеру, язва желудка – это повреждение слизистой оболочки желудка. Это заболевание развивается в результате избыточной секреции желудочной кислоты или ослабления защитной слизистой оболочки. Одним из гормонов, регулирующих кислотность желудка, является *гастрин*. Гормон гастрин вырабатывается в поджелудочной железе и клетками желудка. Он стимулирует выделение желудочного сока.

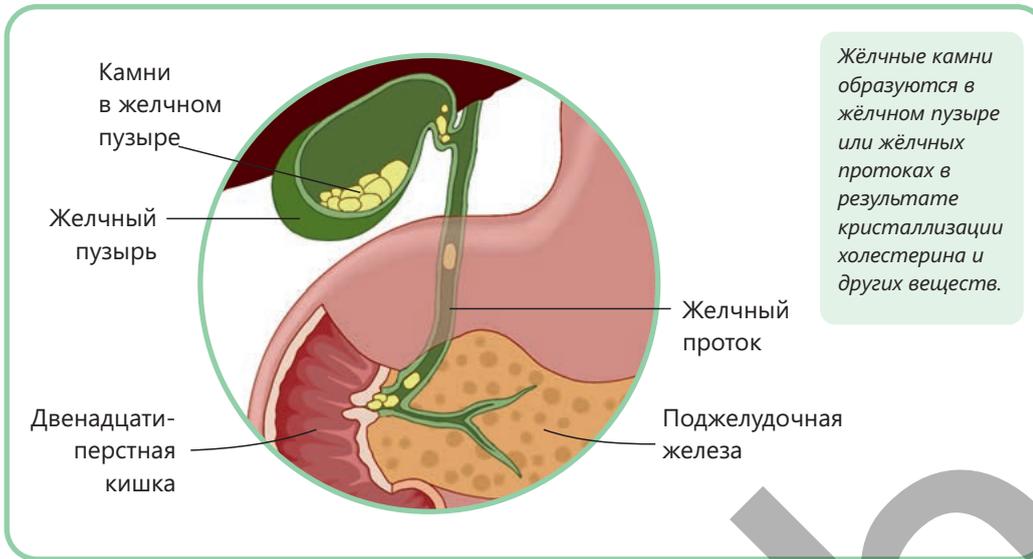


Чрезмерная секреция гастрина может повышать кислотность желудочного сока, тем самым увеличивая риск развития язвы. Такие гормоны, как адреналин и кортизол, также могут способствовать повышению кислотности и возникновению язв.

Гормон поджелудочной железы – инсулин обеспечивает накопление избыточной глюкозы в виде гликогена в печени и мышцах, а глюкагон превращает гликоген в глюкозу. При недостатке инсулина развивается сахарный диабет.

При дефиците инсулина нарушаются процессы накопления и распада гликогена в печени, а высокий уровень сахара в крови приводит к изменению деятельности кишечника и замедлению опорожнения желудка.

Работа этой системы основана на принципе обратной связи. Когда количество гормона какой-либо железы в крови уменьшается или увеличивается, это определяется гипоталамусом и он, воздействуя через

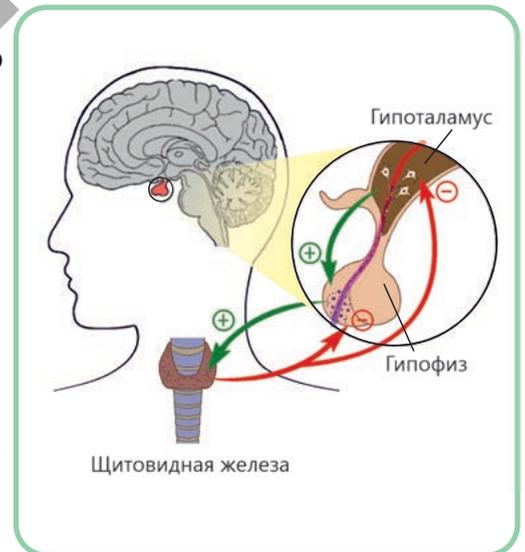


*Жёлчные камни образуются в жёлчном пузыре или жёлчных протоках в результате кристаллизации холестерина и других веществ.*

гипофиз на соответствующую железу, обеспечивает регулирование уровня гормона. Например, гипофиз выделяет тиреотропный гормон, который стимулирует деятельность щитовидной железы. Под влиянием действия тиреотропного гормона гипофиза щитовидная железа вырабатывает свой гормон – тироксин, который воздействует на органы и ткани. Тироксин напрямую влияет и на сам гипофиз, информируя его о результатах своей деятельности.

Чем больше гипофиз выделяет тиреотропного гормона, тем больше тироксина вырабатывает щитовидная железа – это положительная обратная связь. Напротив, тироксин тормозит деятельность гипофиза, уменьшая выработку тиреотропного гормона, – это отрицательная обратная связь.

Гипоталамо-гипофизарная система отражает согласованную деятельность нервно-гуморальной регуляции организма. Нервная и гуморальная регуляция в организме, дополняя друг друга, в совокупности обеспечивают одну из важнейших особенностей нашего организма – саморегуляцию физиологических функций. Это, в свою очередь, служит поддержанию гомеостаза – постоянства внутренней среды организма.

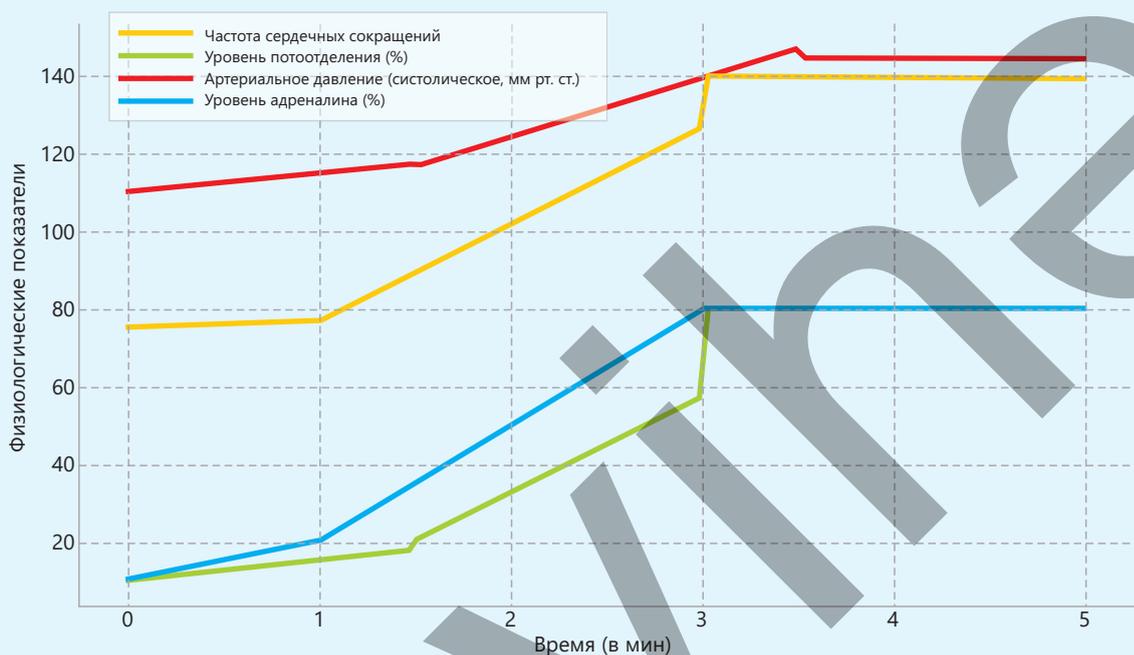


- DÜŞÜN
- MÜZAKİRƏ ET
- PAYLAŞ

Какие положительные и отрицательные последствия могут возникнуть для организма при искусственном введении гормонов извне (в виде лекарственных препаратов)?

### Примените полученные знания

Во время контрольной работы у подростка резко участилось сердцебиение, вспотели ладони и появилось чувство тревоги. Он не бегал и не двигался активно – всё происходило в состоянии покоя. Проанализируйте график, отражающий динамику некоторых физиологических процессов, происходящих в организме подростка в этот период.



#### Обсудите:

- Какой тип регуляции (нервная или гуморальная) был активирован в первую очередь?
- Какие органы и гормоны могли участвовать в реакции подростка?
- Объясните, зачем организму нужны такие изменения во время стресса, даже без физической активности.

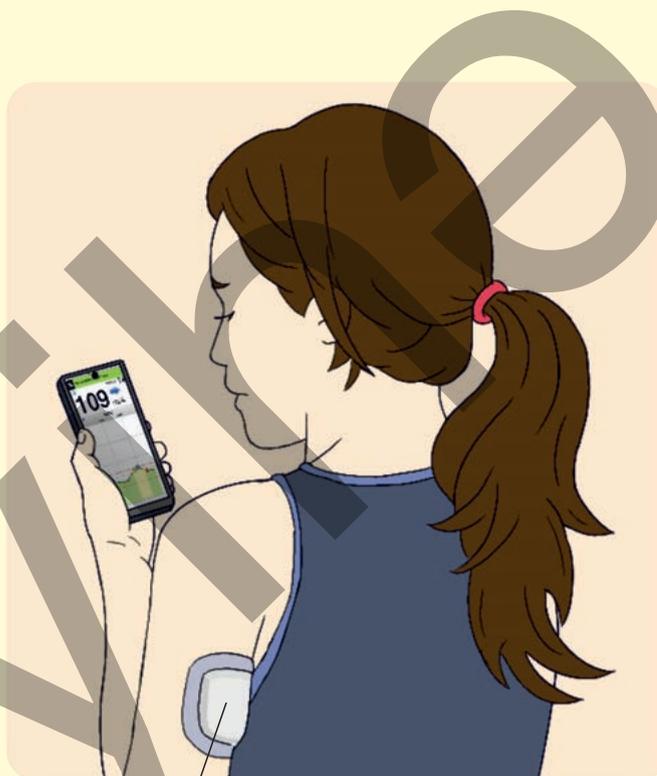
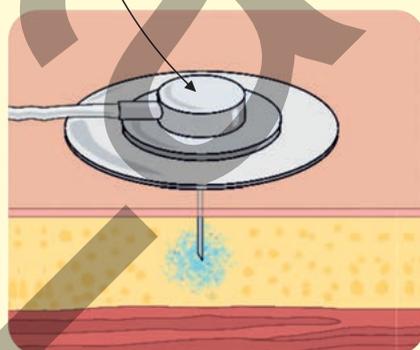
### Проверьте полученные знания

1. Что такое гуморальная регуляция и чем она отличается от нервной регуляции?
2. Какие органы и вещества участвуют в гуморальной регуляции организма?
3. Какова роль крови в процессе гуморальной регуляции?
4. Какова роль гуморальной регуляции в поддержании гомеостаза?
5. Что такое желчный камень и какова роль обмена веществ в его образовании?

# Наука, технология, жизнь

Одно из тяжелых испытаний, выпадающих на долю больных сахарным диабетом, заключается в необходимости постоянно контролировать уровень сахара в крови. Те, кто получает терапию инсулином, вынуждены делать экспресс-анализы глюкозы несколько раз в сутки, чтобы не ошибиться в дозировке препарата. Для того, чтобы преодолеть это, учеными разработана "искусственная поджелудочная железа".

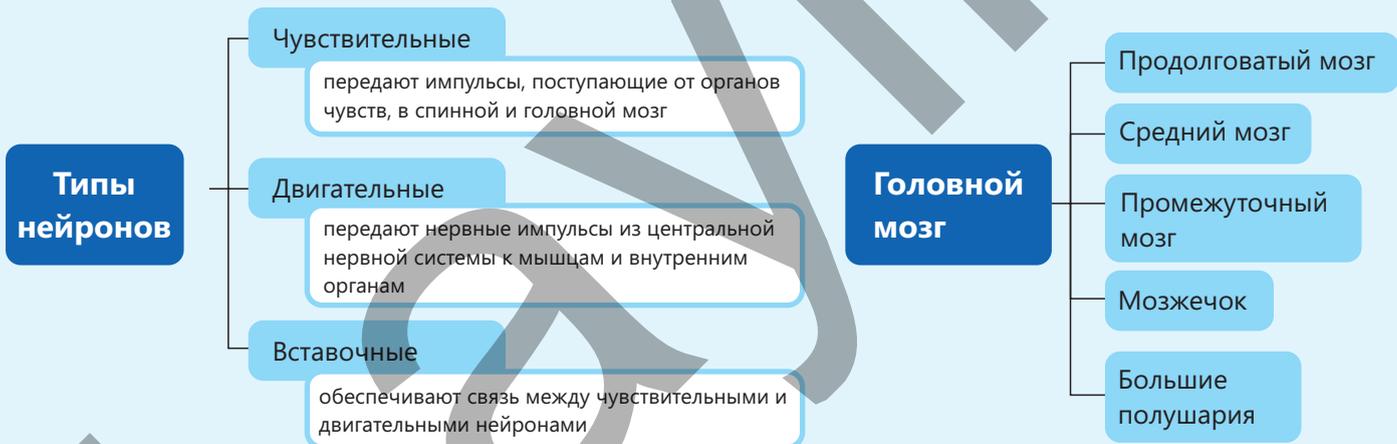
Инсулиновая помпа



Сенсор глюкозы

С помощью этого устройства после самостоятельного измерения уровня глюкозы в крови на основании полученных показателей рассчитывается необходимая доза инсулина, и препарат с помощью помпы вводится подкожно (больные сахарным диабетом получают инсулин именно таким способом). Благодаря непрерывному мониторингу глюкозы и точному расчёту дозы инсулина искусственная поджелудочная железа позволяет стабильно контролировать течение сахарного диабета.

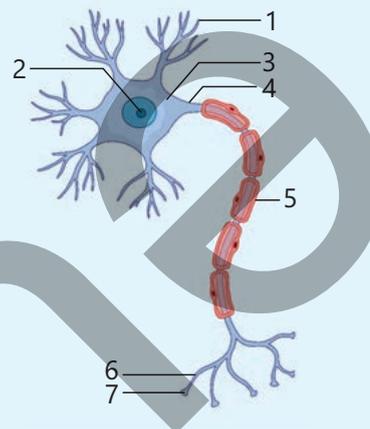
# Заключение



# Обобщающие задания

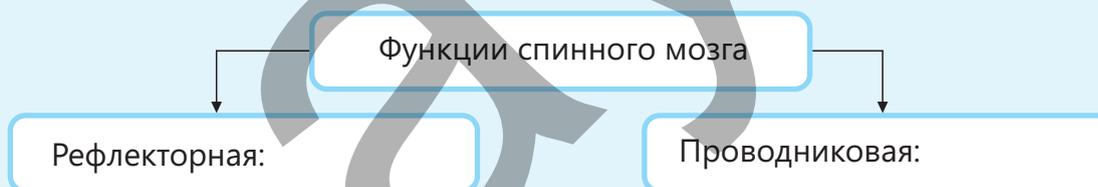
## 1. Проанализируйте рисунок.

- Назовите основные части нейрона, обозначенные на рисунке цифрами 1-7 и объясните функции каждой из них.
- Как передаётся нервный импульс по нейрону? Укажите направление каждого структурного элемента в этом процессе.



## 2. В какие ячейки представленной схемы можно поместить номера утверждений, относящихся к функциям спинного мозга?

- Передача нервных импульсов из головного мозга в спинной мозг
- Отдергивание руки при прикосновении к горячему предмету
- Сгибание и разгибание конечностей
- Передача нервных импульсов от внутренних органов через спинной мозг в головной мозг
- Передача нервных импульсов от кожи через спинной мозг в головной мозг



## 3. Выберите верный вариант ответа:

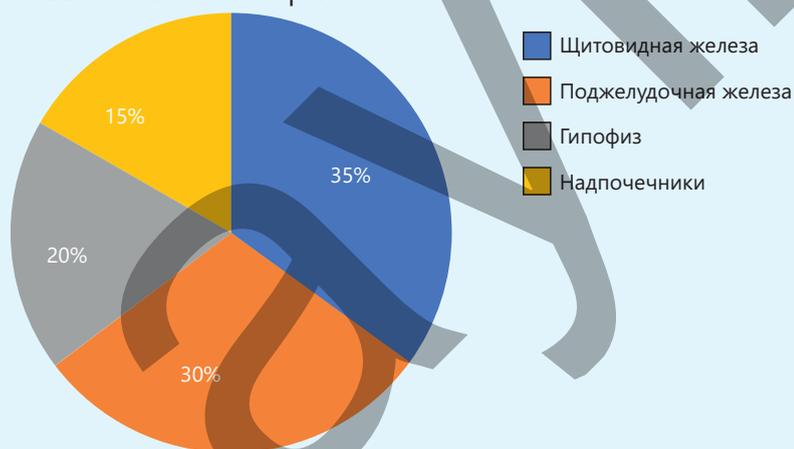
- Рефлекторная дуга начинается с *рабочего органа / рецептора*.
- Нервные импульсы принимаются короткими отростками нейрона – *дендритами / аксонами*.
- По *чувствительным / двигательным* нейронам импульсы передаются в центральную нервную систему.
- Нервы, выходящие из спинного мозга, и нервные узлы относятся к *периферической / центральной* нервной системе.
- Внутренняя часть спинного мозга состоит из *серого / белого* вещества.

**4. Прочитайте описание симптомов и определите предположительно повреждённый отдел головного мозга.**

№	Наблюдаемый симптом
1	Нарушена координация движений и равновесие
2	Отсутствует регулирование температуры тела и чувство голода
3	Потеря сознания, невозможность говорить и принимать решения
4	Учащённое дыхание и затруднённое глотание

**5. Проанализируйте круговую диаграмму, на которой показано, какие железы и в каком процентном соотношении участвуют в регуляции обмена веществ, роста, эмоций и уровня сахара в крови в состоянии покоя. Ответьте на вопросы.**

- Какая железа играет главную роль в регуляции обмена веществ?
- Доля участия какой железы может увеличиться в организме в состоянии стресса?
- Какую функцию выполняет гипофиз?



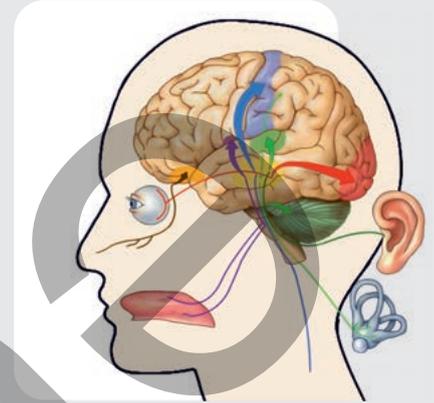
**6. Определите верные и неверные утверждения:**

- Гуморальная регуляция осуществляется с помощью гормонов, переносимых кровью.
- Нервная регуляция протекает медленно, но является продолжительной.
- Гипофиз обеспечивает только гуморальную регуляцию.
- Рефлекс – это пример гуморальной регуляции.
- Гормоны воздействуют только на соседние клетки.
- В ответ на сигнал, поступающий из гипоталамуса, надпочечники выделяют адреналин.

# Анализаторы

Организм человека получает информацию об окружающем мире благодаря органам чувств. Именно эти органы помогают воспринимать сведения об окружающей среде, реагировать на изменения и принимать решения. Без них невозможно представить ни обучение, ни работу, ни общение.

Каждый орган чувств связан с определённым отделом головного мозга. Вместе они образуют сложную и точную систему – анализаторы. Эта система воспринимает внешние раздражители, превращает их в электрические импульсы и передает в мозг. В мозге эти сигналы анализируются.



- Во время эксперимента добровольцам показывали изображение лимона, и воспроизводили звук его разрезания. Одновременно в воздухе распыляли слабый лимонный аромат. Несмотря на то, что участники не пробовали лимон, у многих начиналось слюноотделение и появлялось ощущение кислого вкуса во рту. Этот процесс объясняется тесной связью между деятельностью органов чувств и головного мозга: зрительные, слуховые и обонятельные сигналы активируют восприятие вкуса даже без реального раздражителя.
- 1. Какие органы чувств были задействованы в данном эксперименте?
- 2. Как объяснить появление вкусовых ощущений при отсутствии прямого вкусового раздражителя?
- 3. Почему мозг может "достраивать" восприятие на основе сигнала всего лишь одного или двух органов чувств?

## Из раздела вы узнаете

- Органы чувств – это структуры, реагирующие на специфические раздражители
- Анализатор состоит из рецепторов, чувствительного проводящего пути и соответствующего отдела полушарий головного мозга
- Орган зрения – глаз – состоит из белочной, сосудистой и сетчатой оболочек
- Глаз способен фокусироваться, чтобы видеть объекты, расположенные как близко, так и далеко
- Ухо является органом как слуха, так и равновесия
- Кожа человека состоит из эпидермиса, дермы и гиподермы

## 3.1 Органы чувств

Человек постоянно взаимодействует с изменяющейся окружающей средой и получает информацию о процессах, происходящих в ней, посредством органов чувств.

Ключевые слова

органы чувств, анализатор

- Как организм воспринимает эту информацию?
- Где и как анализируется эта информация?

У человека хорошо развиты чувства зрения, слуха, осязания, вкуса и обоняния. Каждый орган чувств воспринимает свой, специфический для него раздражитель и передает его в головной мозг. Благодаря ощущениям можно получать информацию не только о наличии раздражителя, но и о его форме, цвете, вкусе и структуре поверхности.

Деятельность

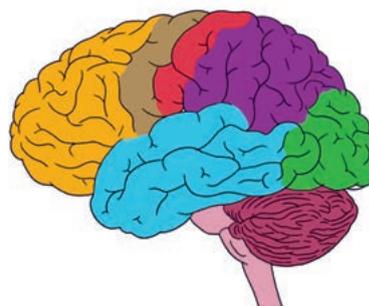
### Органы чувств

#### Ход работы:

1. Проанализируйте изображение и установите связь между органами чувств и соответствующими областями мозга.
2. Определите, в какой области полушарий головного мозга анализируются зрение, слух, обоняние, вкус и кожно-мышечная чувствительность.

#### Обсудите:

- К чему может привести повреждение какой-либо области полушарий головного мозга?

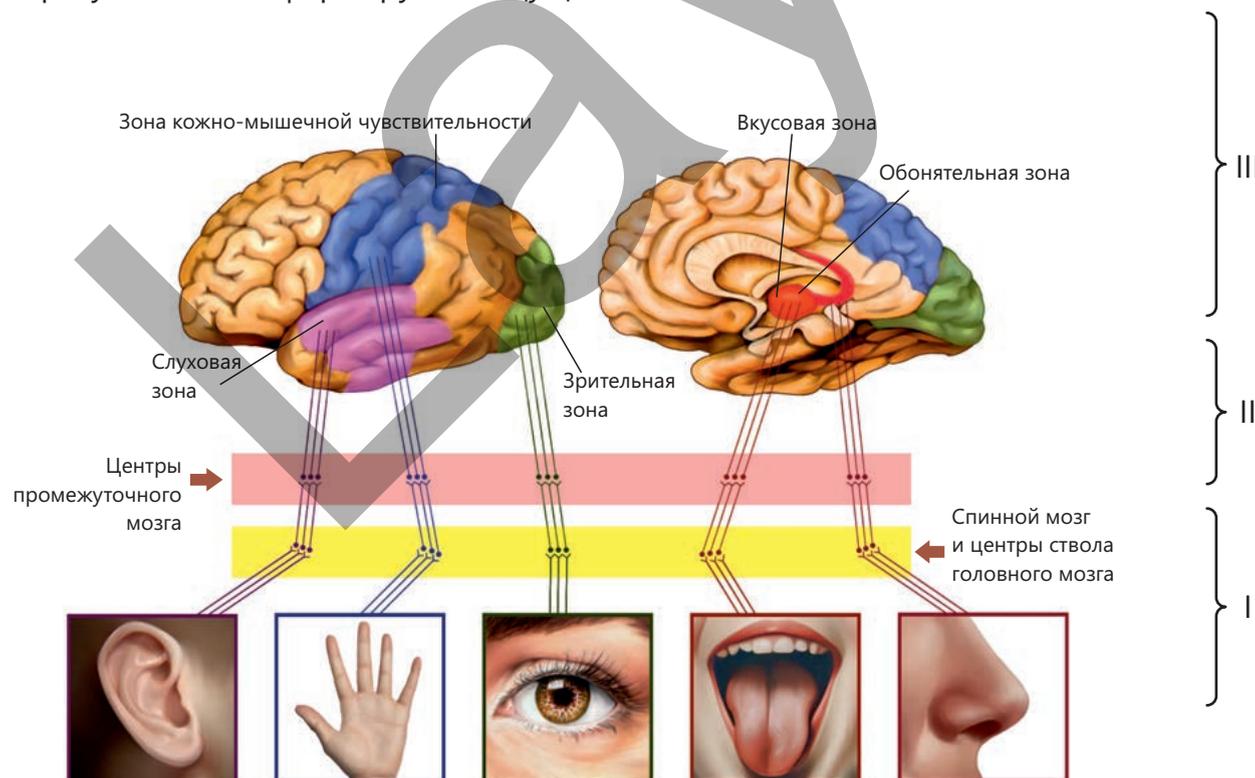


К примеру, когда вы берёте в руку лимон, одновременно работают несколько органов чувств: кожа ощущает его бугристую поверхность и вес, глаза – цвет и форму, а нос – запах. В коре головного мозга эта информация объединяется и анализируется, в результате чего формируется целостное представление о лимоне.

Каждый орган чувств воспринимает раздражения из окружающей среды посредством рецепторов. Рецепторы представляют собой особые нервные окончания или клетки. Они могут располагаться как в виде специализированных клеток внутри органов чувств, так и в виде нервных окончаний, находящихся в коже, мышцах или слизистых оболочках.

Импульсы, поступающие от рецепторов, передаются чувствительными нейронами в определенные участки коры больших полушарий головного мозга. Рецепторы, проводящий путь и определенная область коры больших полушарий, по которым передаются раздражения, образуют единую систему. Эта система называется *анализатором* или *сенсорной системой* (от лат. *sensus* – чувство, ощущение).

Анализатор состоит из трех основных отделов: *периферического* – где рецепторы преобразуют полученные сигналы в нервные импульсы; *проводникового* – обычно состоящего из соответствующего нерва, который передает нервные импульсы от органов чувств к мозгу; *центрального отдела*, расположенного в определенных зонах коры головного мозга. Здесь происходит анализ полученной информации, в результате чего формируется ощущение.



Повреждение любой части какого-либо анализатора приводит к ослаблению или полной потере соответствующего ощущения. Например, потеря зрения может быть связана не только с повреждением глаз, но и с повреждением зрительного нерва или зрительной области коры головного мозга. Если функция какого-либо органа чувств нарушается, другие органы пытаются частично компенсировать его работу. Так, у людей, потерявших зрение, усиливаются слух, обоняние и осязание. Они учатся читать книги на ощупь, узнавать людей и предметы по запаху и форме. Глухие и немые от рождения люди могут "слышать" музыку, ощущая вибрации окружающей среды.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Какой орган чувств, по вашему мнению, наиболее важен для человека в повседневной жизни? Обоснуйте свое мнение.

### Примените полученные знания

Определите органы чувств, тип рецепторов и форму восприятия, участвующие в каждой из следующих ситуаций.

	Орган чувств (органы)	Тип рецептора
Человек, прикоснувшись к горячей чашке, сразу же отдергивает руку.		
Читая книгу, ученик вспоминает текстовую информацию по цвету иллюстраций		
Ребенок сморщивается надкусив дольку лимона		
Почувствовав запах еды, ребенок идет на кухню		
Услышав сигнал автомобиля, пешеход с дороги отходит в сторону		

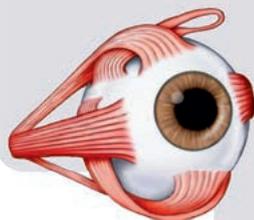
#### Обсудите:

- Как вы думаете, может ли в какой-либо из перечисленных ситуаций в приеме и передаче информации совместно участвовать несколько органов чувств? Обоснуйте свое мнение.
- С какой долей полушарий головного мозга связано решение пешехода отойти с дороги, услышав звуковой сигнал?

### Проверьте полученные знания

1. Из каких отделов состоит анализатор?
2. Повреждение какой части анализатора не позволяет воспринимать раздражение?
3. Почему один и тот же раздражитель воспринимается разными органами чувств по-разному?

## 3.2 Глаз. Зрительный анализатор



Глаза воспринимают свет и передают информацию в мозг. Эта информация принимается и интерпретируется в различных структурах мозга. Большая часть информации, поступающей из окружающей среды, проходит через зрительный анализатор.

Ключевые слова

глаз, фоторецептор, палочка, колбочка, дальнозоркость, близорукость

- Как вы думаете, наличие какого фактора необходимо для выполнения зрительным анализатором своей функции?
- Как различные нарушения зрительного анализатора влияют на общее восприятие и ориентацию в пространстве?

Деятельность

### Изменение чувствительности зрачка при разных уровнях освещенности

На основе представленных данных постройте график зависимости диаметра зрачка от освещенности.

#### Ход работы:

1. На основе представленных данных постройте график зависимости диаметра зрачка от освещенности.
2. Рассчитайте средний диаметр зрачка в пределах от 0 до 1000 люкс

Освещенность (люкс)	Диаметр зрачка (мм)
0 (темнота)	7
50	6
200	4
1000	3
5000	2

#### Обсудите:

1. Какая зависимость наблюдается между освещенностью и состоянием зрачка глаза?
2. Каково значение этой адаптивной зависимости?

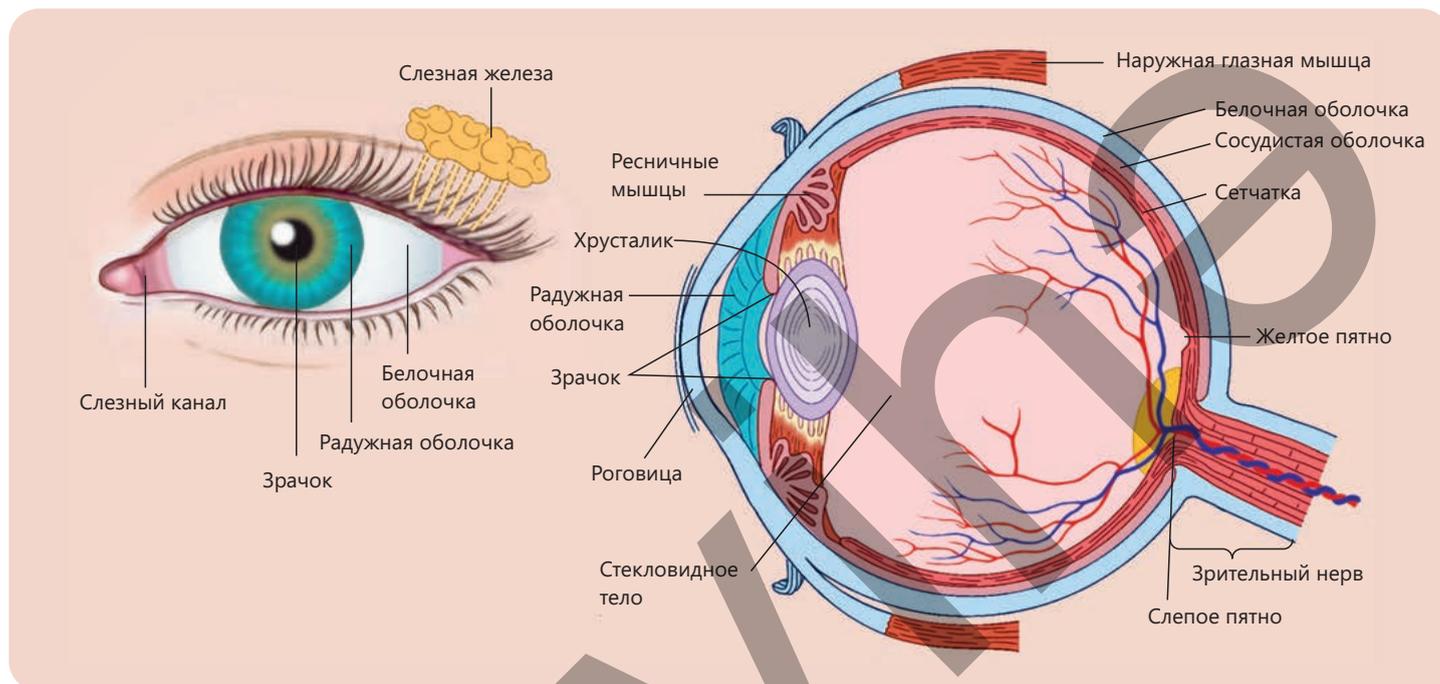
**Орган зрения** состоит из глазного яблока и вспомогательной системы. К вспомогательной системе относятся веки, ресницы, брови, мышцы, приводящие глаз в движение, и слезные железы.

Вспомогательная система защищает глаз от механических повреждений, пыли, пота и воздействия яркого света. Глазное яблоко состоит из оболочек, проводящей свет оптической системы и световоспринимающих фоторецепторов.

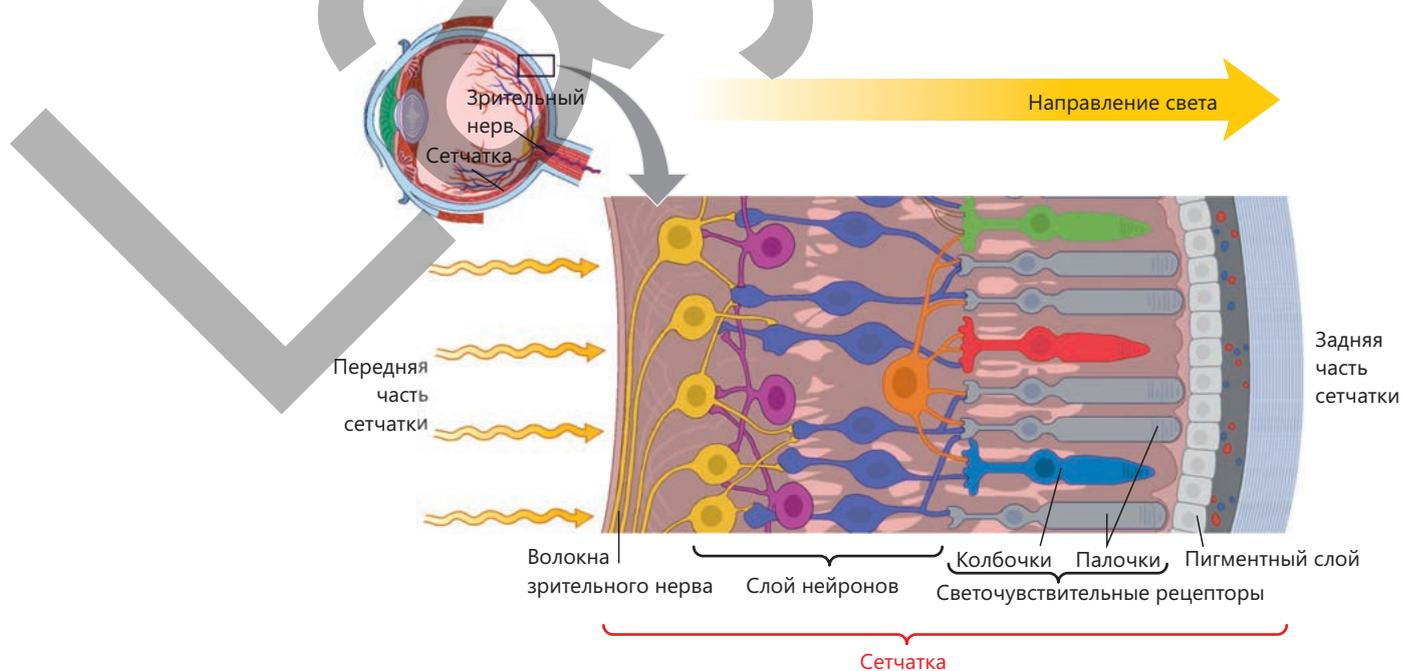
#### Оболочки

Глазное яблоко состоит из трех оболочек: наружной оболочки – *белочной, сосудистой оболочки* и внутренней – *сетчатки*. Передняя прозрачная часть белочной оболочки называется *роговицей*, а передняя часть сосудистой оболочки, содержащая пигменты, придающие глазу цвет, называется *радужной оболочкой*.

Между сосудистой оболочкой и сетчаткой располагается слой черного пигмента, поглощающий свет. Внутри глазного яблока находится прозрачное желеобразное вещество – *стекловидное тело*, которое придает ему определенную форму и преломляет световые лучи.



В **сетчатке** глаза находятся светочувствительные рецепторы – *палочки* и *колбочки*. Область в центральной части сетчатки, где преобладают колбочки, называется *желтым пятном*. Ближе к периферии сетчатки располагается больше палочек.



Палочки обеспечивают зрение в сумерках, а колбочки – цветное зрение. В месте выхода зрительного нерва, образованного аксонами нервных клеток сетчатки, палочки и колбочки отсутствуют. Эта область называется *слепым пятном*.

Зрительные нервы обоих глаз проходят через различные отделы мозга и направляются в зрительную зону, расположенную в затылочной доле коры правого и левого полушарий мозга.

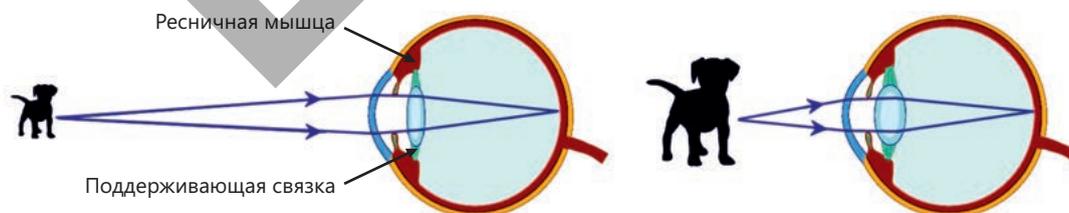
**Зрачок** – это отверстие, расположенное в центре радужной оболочки. Он рефлекторно сужается и расширяется с помощью радиальных и круговых мышц радужной оболочки. Благодаря этому регулируется количество света, попадающего в глаз.



**Хрусталик** – это прозрачная двояковыпуклая линза, расположенная позади зрачка. С помощью особых связок она соединяется с ресничной мышцей. Благодаря сокращению и расслаблению ресничных мышц изменяется кривизна хрусталика, и изображение объекта проецируется на сетчатку. В результате люди с нормальным зрением могут четко видеть объекты, расположенные как вблизи, так и вдалеке.

### Механизм зрения

Свет, отраженный от объекта, проходит через прозрачную роговицу, зрачок и хрусталик. Благодаря сокращению и расслаблению ресничной мышцы, выпуклость хрусталика увеличивается, когда объект находится близко, и уменьшается, когда он находится далеко. В результате изображение объекта фокусируется на сетчатке. Поэтому мы можем четко видеть объекты независимо от того, находятся ли они близко или далеко. Это называется *аккомодацией*.



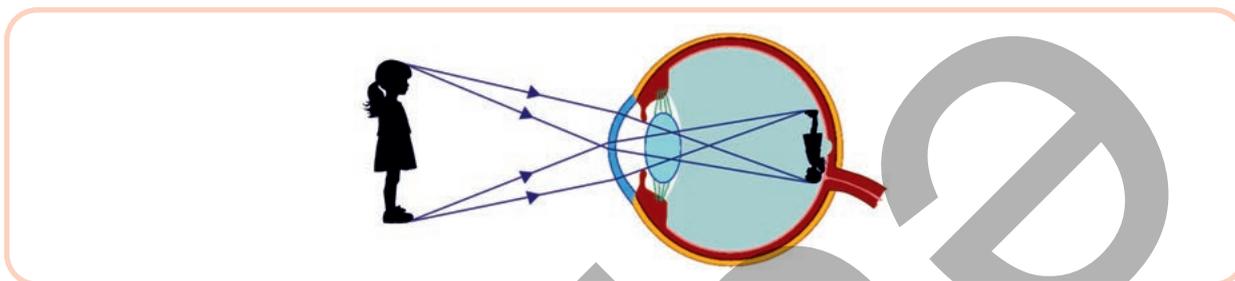
#### ЗРЕНИЕ С ДАЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ

1. Связки сильно натягиваются, ресничная мышца расслабляется
2. В результате хрусталик уплощается

#### ЗРЕНИЕ С БЛИЗКОГО РАССТОЯНИЯ

1. Связки расслабляются, ресничная мышца сокращается
2. В результате хрусталик становится выпуклым

Хотя изображение предмета проецируется на сетчатку глаза в перевернутом виде, наш мозг, благодаря информации, поступающей от других органов чувств, может представлять и воспринимать его в правильном положении. Каждый объект одновременно виден двумя глазами. Это называется *бинокулярным зрением*.

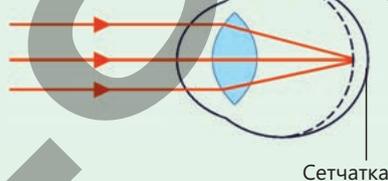


### Нарушения зрения

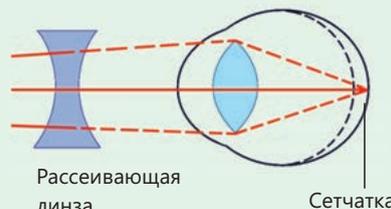
При некоторых дефектах глазного яблока изображение предмета фокусируется не на сетчатке, а позади нее или перед ней. В этом случае человек испытывает затруднения с чётким видением предметов. При врожденной близорукости длина глазного яблока удлинена. В результате изображение фокусируется перед сетчаткой. В этом случае врач рекомендует пациенту носить очки с рассеивающими линзами. При дальнозоркости же изображение предмета фокусируется позади сетчатки. Этот дефект во многих случаях возникает из-за врожденной укороченности глазного яблока.

#### БЛИЗОРУКОСТЬ

Лучи света фокусируются перед сетчаткой

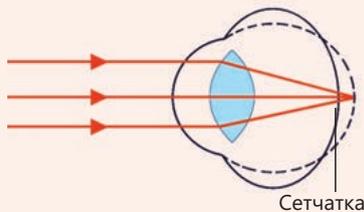


Лучи света расходятся, чтобы попасть на сетчатку

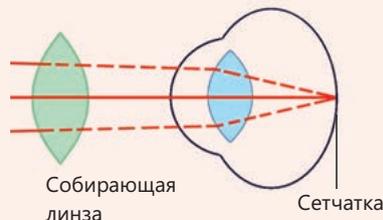


#### ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ

Лучи света фокусируются за сетчаткой



Лучи света собираются, чтобы попасть на сетчатку



В некоторых случаях дальнозоркость может возникать в результате изменения кривизны хрусталика – его уплощения. Это обычно наблюдается у пожилых людей. Людям с дальнозоркостью врач рекомендует носить очки с собирающими линзами.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

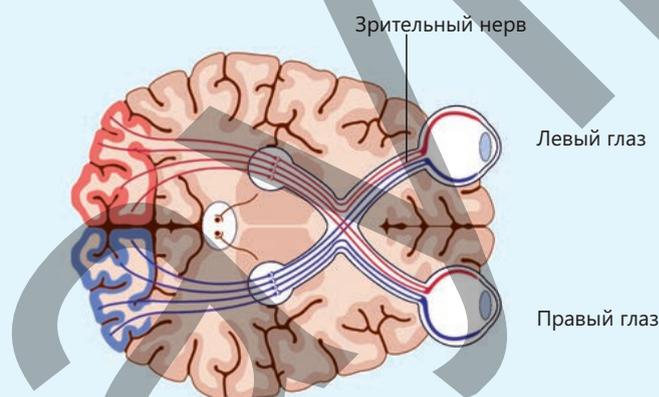
Как бы изменилась жизнь человека при нарушении бинокулярного зрения?

### Примените полученные знания

Информация, поступающая от сетчатки обоих глаз человека, достигает затылочной доли головного мозга по двум зрительным нервам, перекрещивающиеся между собой.

У ученика внезапно ухудшилось зрение на один глаз. Необходимо выяснить, в какой части зрительного анализатора возникла проблема, и объяснить результаты.

Результаты обследования: зрачок реагирует на свет, аккомодация сохранена, но при закрытии здорового глаза он не видит ничего, даже при ярком освещении.



#### Обсудите:

- **Какая часть зрительного анализатора может быть повреждена?**
- **Почему реакция зрачка на свет сохраняется, но изображение не воспринимается?**
- **Может ли потеря зрения одним глазом повлиять на нормальную работу другого глаза?**

### Проверьте полученные знания

1. Из каких частей состоит зрительный анализатор и какова их функция?
2. Где расположены палочки и колбочки и чем они отличаются?
3. Какова роль зрачка и хрусталика в процессе зрения?
4. Почему изображение, попадающее на сетчатку, перевернутое, но мы видим его правильно?

## 3.3 Ухо. Анализаторы слуха и равновесия

Ключевые слова: анализатор слуха, вестибулярный аппарат

Орган слуха позволяет человеку воспринимать звуковые сигналы из окружающей среды. Эти сигналы предупреждают



человека об опасности и помогают ему взаимодействовать с внешним миром. Орган слуха также играет важную роль в поддержании равновесия тела.

- Что такое звук и как ухо воспринимает его?
- Почему человек может различать высокие и низкие звуки? Обоснуйте свое мнение.
- Как нарушения слуха влияют на повседневную жизнь человека?
- Как вы думаете, в чем разница между понятиями "орган слуха" и "анализатор слуха"?

Деятельность

### Роль слуха в ориентации и безопасности человека

#### Ход работы:

1. Встаньте парами и по очереди завязывайте глаза своему однокласснику полотенцем.
2. Ученик с открытыми глазами должен хлопнуть в ладоши или громко произнести любые слова, становясь слева, справа, спереди и сзади.
3. Ученик с завязанными глазами должен определить, с какой стороны исходит звук.

#### Обсудите:

1. Удалось ли вам точно определить направление звука?
2. Какую роль играет наличие двух ушей в определении источника звука?
3. Как вы думаете, возможно ли ориентироваться в пространстве только с помощью слуха? Почему?

Ухо, являющееся основным органом слуха, состоит из *наружного, среднего и внутреннего уха*.

#### Наружное ухо

Ушная раковина, образованная хрящом, улавливает звуковые волны и передает их во внешний слуховой проход. Внешний слуховой проход завершается барабанной перепонкой. Барабанная перепонка служит границей между наружным и средним ухом. Ушная сера, выделяемая железами в стенках слухового прохода, задерживает частицы пыли и выполняет защитную функцию.

#### Среднее ухо

Расположено внутри височной кости и состоит из барабанной полости, заполненной воздухом. В этой полости находятся три слуховые косточки: *молоточек, наковальня и стремечко*. Последовательно подвижно соединенные друг с другом, они усиливают звуковые волны, возникающие на барабанной перепонке, и передают их к овальному окну.

Среднее ухо соединяется с носоглоткой через слуховую трубу (Евстахиеву трубу). Она обеспечивает выравнивание давления в барабанной полости с давлением во внешнем ухе.

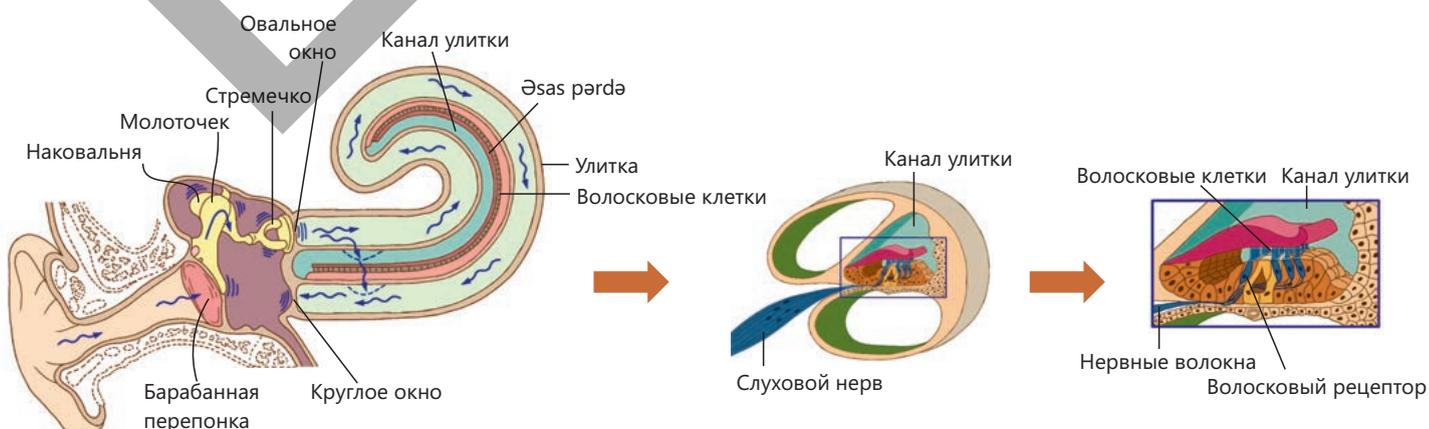
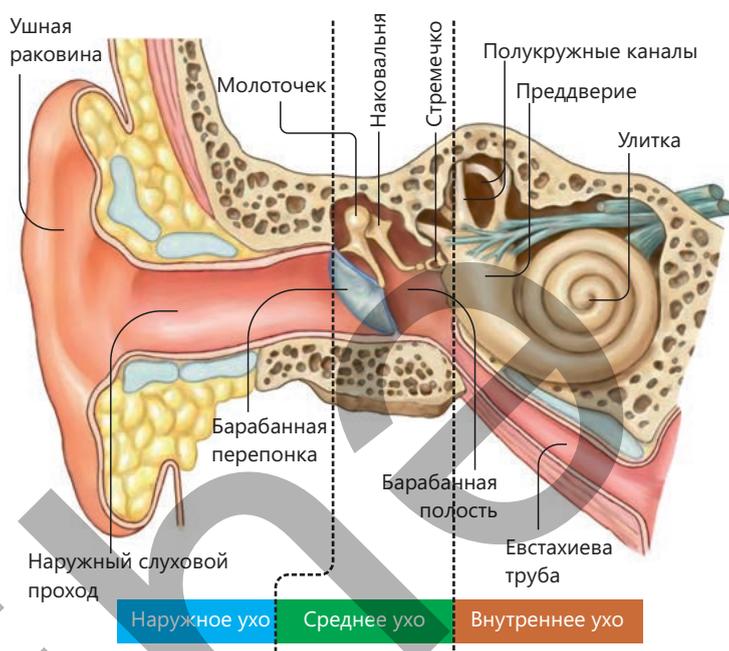
### Внутреннее ухо

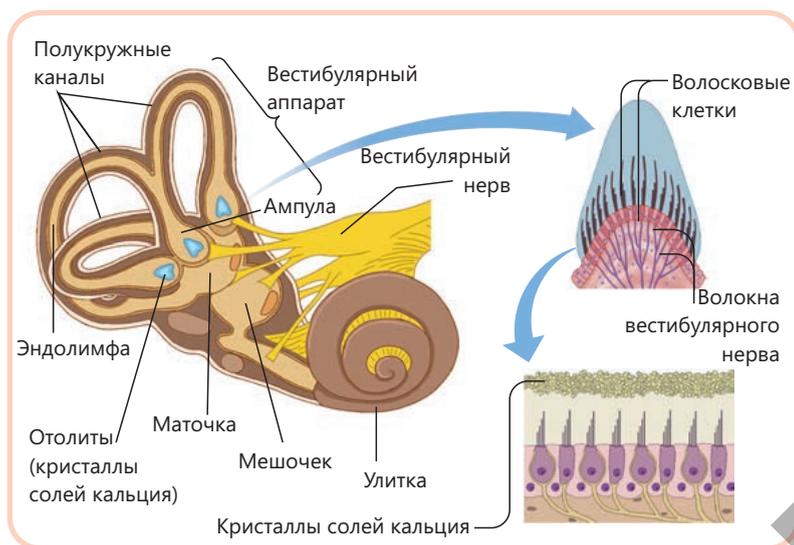
Состоит из *костного* и *перепончатого лабиринтов*, расположенных внутри височной кости. Перепончатый лабиринт находится внутри костного лабиринта. Пространство между ними заполнено *перилимфой*, а внутренняя часть перепончатого лабиринта – *эндолимфой*. Костный лабиринт включает преддверие, улитку и три полукружных канала. В центральной части перепончатого лабиринта находятся круглый и овальный мешочки. В

полукружных каналах, круглом и овальном мешочках расположены рецепторы вестибулярного анализатора, а в улитке – рецепторы слухового анализатора.

Звуковые волны, улавливаемые ушной раковиной, проходят через наружный слуховой проход и вызывают колебания барабанной перепонки в соответствии с частотой звука. Эти колебания, усиленные слуховыми косточками, через овальное окно передаются на жидкость в улитке (перилимфу), которая, в свою очередь, вызывает движение эндолимфы. В этот момент происходит раздражение рецепторов в улитке, и возникающий импульс передается по волокнам слухового нерва в слуховую зону височной доли коры головного мозга. Здесь формируется ощущение слуха. Это позволяет человеку определять характер, громкость и высоту звука, а также слышать и понимать слова.

Во внутреннем ухе полукружные каналы, круглый и овальные мешочки образуют вестибулярный аппарат. Внутренняя стенка круглого и овального мешочков, наполненных жидкостью, содержит *рецепторные клетки* с множеством волосков и кристаллы солей кальция, называемые *отолитами*. Они обеспечивают вертикальное и горизонтальное равновесие тела соответственно.





Кроме того, в костном лабиринте внутреннего уха расположены три взаимно перпендикулярных полукружных канала. Они также заполнены жидкостью. Рецепторы расположены в расширенной части этих полукружных каналов. При изменении положения головы или тела отолиты и жидкость в полукружных каналах также смещаются. Движение жидкости раздражает рецепторы. Возбуждение передается от внутреннего уха по слуховестибулярному нерву в средний мозг, мозжечок, таламус и, наконец, в кору теменной доли больших полушарий.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Какая связь существует между слухом и речью?

Информация о положении тела поступает в мозг и анализируется. Затем соответствующим мышцам, ответственным за поддержание равновесия тела, отдаются необходимые "команды". В результате обеспечивается равновесие человека. В условиях невесомости, например, в космосе, у человека пропадает чувство равновесия, и он ориентируется в пространстве с помощью зрения.

### Примените полученные знания

Ознакомьтесь с приведенными статистическими данными о распространенности нарушений слуха.



#### Обсудите:

- Какие из приведенных факторов наиболее часто приводят к потере слуха и почему?
- Какие профилактические меры можно принять для защиты от шумового воздействия?
- Почему с возрастом возрастает вероятность нарушения слуха?

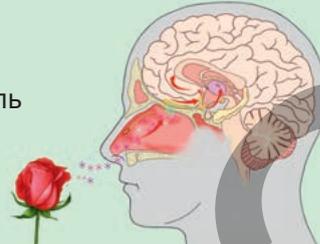
### Проверьте полученные знания

1. Какие части органа слуха участвуют в восприятии и передаче звуковых волн?
2. Какие структуры внутреннего уха выполняют функции слуха и равновесия?
3. Где происходит анализ звуковых сигналов?

## 3.4 Анализаторы вкуса и обоняния

Ключевые слова  
вкус, запах

В организме человека одним из органов, участвующих в получении информации из окружающей среды, являются анализаторы вкуса и запаха. Эти органы играют важную роль в выборе пищи, защите от опасностей, приспособлении к окружающей среде и повышении качества жизни.



- Как вы думаете, может ли одна и та же пища быть вкусной для одного человека и неприятной для другого?
- Почему горячие блюда обычно более ароматные и вкусные, чем холодные?

Деятельность

### Влияние запаха на восприятие вкуса

**Принадлежности:** яблоко и груша, лимон и мандарин, мята и базилик.

#### Ход работы:

1. Разделитесь на пары.
2. Один из учеников закрывает глаза и зажимает нос.
3. Второй ученик даёт ему попробовать два пищевых продукта.
4. Первый ученик пытается определить, что он ест, а затем повторяет опыт, открыв нос.
5. Этот опыт проводится и с другими продуктами.

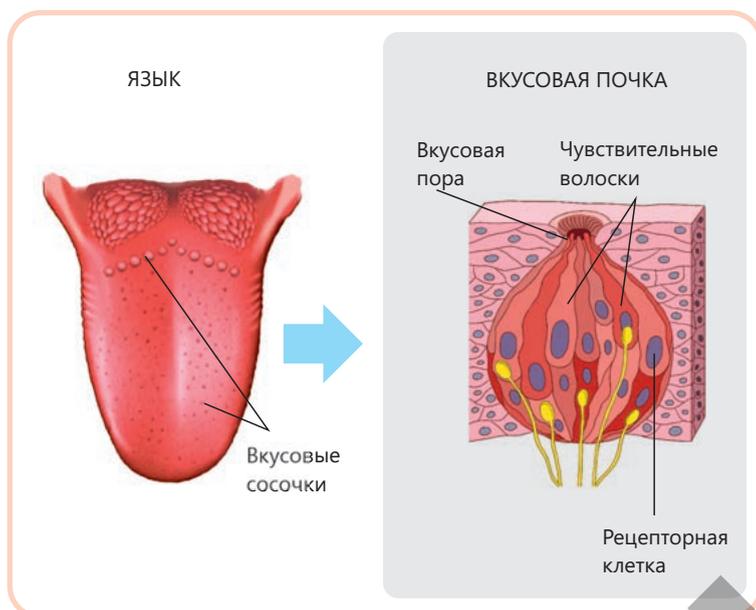
#### Обсудите:

1. Какие продукты было труднее распознать без запаха?
2. Как взаимодействуют обонятельные и вкусовые рецепторы?
3. Какую роль обоняние играет в безопасности питания?

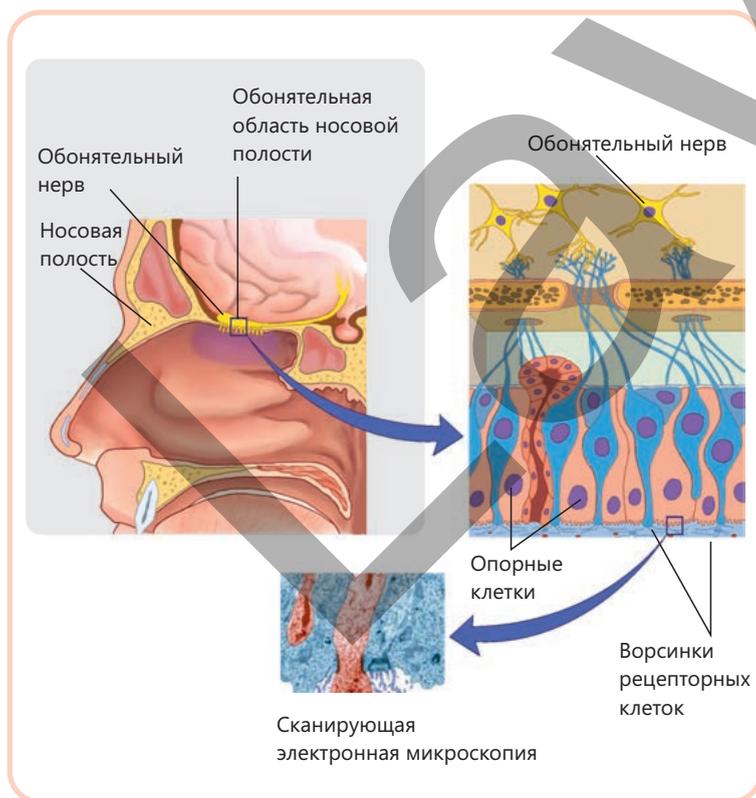
### Восприятие вкуса

Восприятие вкуса помогает человеку оценивать качество и состав употребляемой пищи. В полости рта находятся вкусовые сосочки, которые воспринимают пять основных вкусов: сладкий, горький, солёный, кислый и умами. На поверхности языка – одного из основных органов вкусового анализатора – расположены вкусовые сосочки, содержащие множество вкусовых почек. В этих почках находятся специальные рецепторные клетки. Большое количество чувствительных волосков на поверхности каждой рецепторной клетки участвует в восприятии вкусовых ощущений.

Вкусовые почки расположены не только на поверхности языка, но также могут встречаться на слизистой оболочке нёба, глотки и гортани. Рецепторные клетки соединены с окружающими их нервными волокнами.



Когда пища попадает в полость рта, часть её смачивается слюной. Только растворённые в воде вещества, могут проникать через маленькие поры вкусовых сосочков к вкусовым почкам и воздействовать на микроворсинки рецепторных клеток. В результате этого воздействия в рецепторных клетках возникает нервный импульс. Сначала импульс передаётся в продолговатый мозг, а затем – в вкусовой центр, расположенный в коре больших полушарий головного мозга. Ощущения в полости рта не ограничиваются только вкусом. Расположенные здесь рецепторы воспринимают температуру, давление и даже боль. Именно поэтому вкус горячей и холодной пищи ощущается по-разному.



### Обоняние

В формировании вкусового восприятия важную роль играет и обоняние. В полости носа находятся обонятельные клетки, снабжённые ресничками. Раздражение от них по обонятельным нервам передаётся в обонятельную луковицу, а затем – в обонятельный центр, расположенный в коре больших полушарий головного мозга. Благодаря обонянию человек может определить испорченную пищу или заметить присутствие ядовитого газа в воздухе. Обоняние обеспечивает высокую чувствительность к химическим веществам. Каждый обонятельный рецептор реагирует на определённые пахучие вещества. Когда человек вдыхает воздух через нос, молекулы пахучих веществ попадают в носовую полость и растворяются в слизистом слое.

Рецепторы обонятельного анализатора обладают столь высокой чувствительностью, что способны уловить запах вещества, присутствующего в воздухе в очень малом количестве. Обоняние тесно связано с памятью и эмоциями. Именно поэтому некоторые запахи могут пробуждать у людей воспоминания и эмоциональные переживания.

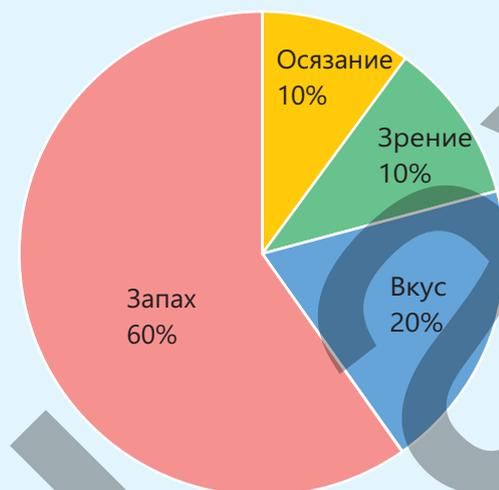
И вкусовой, и обонятельный анализаторы приспособлены к функциональным потребностям организма. Расположение рецепторных клеток и их связь с соответствующими нервными путями, а также анализ поступающих импульсов в специальных центрах мозга обеспечивают точное и оперативное восприятие обоих чувств.

• ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ •

Почему во время насморка или гриппа люди не могут полностью ощущать вкус пищи?

### Примените полученные знания

Проанализируйте диаграмму, отражающую роль органов чувств во время приёма пищи.



#### Обсудите:

- Какой орган чувств играет наибольшую роль? Почему?
- Почему доля вкусового анализатора меньше по сравнению с обонянием?
- Какую роль органы зрения и осязания могут играть в процессе приёма пищи?

### Проверьте полученные знания

1. Где расположены рецепторы обонятельного анализатора?
2. Как тот факт, что вкусовые рецепторы расположены в различных участках языка, обеспечивает ощущение вкуса пищи?
3. Если у человека повреждены вкусовые рецепторы, как это может повлиять на его пищевое поведение и здоровье?

## 3.5 Кожно-мышечная чувствительность

**Осязание** – это способ получать тактильную информацию об окружающем мире. Благодаря особым рецепторам, расположенным в коже и мышцах, мы ощущаем прикосновения, давление, температуру, боль и даже положение частей тела в пространстве.

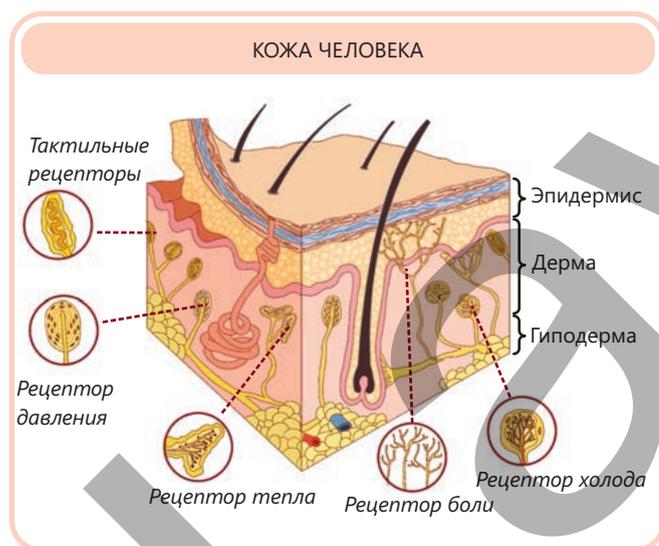


Ключевые слова

эпидермис, дерма, гиподерма, механорецепторы, терморецепторы, болевые рецепторы

• Как вы можете объяснить причину того, что кожно-мышечная чувствительность играет ключевую роль в обеспечении безопасности человека в повседневной жизни?

• Как отсутствие или снижение чувствительности кожи и мышц может влиять на двигательную активность и восприятие внешней среды?



Кожа человека состоит из трёх основных слоёв: *эпидермиса*, *дермы* и *гиподермы*. Верхний слой кожи – эпидермис – защищает организм от внешних воздействий и содержит в себе такие роговые образования, как волосы и ногти. В слое дермы расположены кровеносные сосуды, нервы, волосяные фолликулы и железы. Гиподерма представлена подкожной жировой тканью и обеспечивает теплоизоляцию.

Кожа человека – это не просто орган, покрывающий тело, но и самый крупный орган чувств. Благодаря множеству рецепторов она обеспечивает прямую связь с внешней средой.

Деятельность

### Осязание

**Принадлежности:** заточенные карандаши или тонкие палочки.

### Ход работы:

1. Разделитесь на пары.
2. Закройте глаза. Пусть ваш одноклассник прикоснётся карандашом к вашей спине, тыльной стороне кисти и кончикам пальцев.

### Обсудите:

1. В какой части тела вы чувствовали прикосновение наиболее точно?
2. Почему сила и точность ощущений в разных областях тела различаются?
3. Какая функция кожи наиболее ясно проявилась в этом опыте?

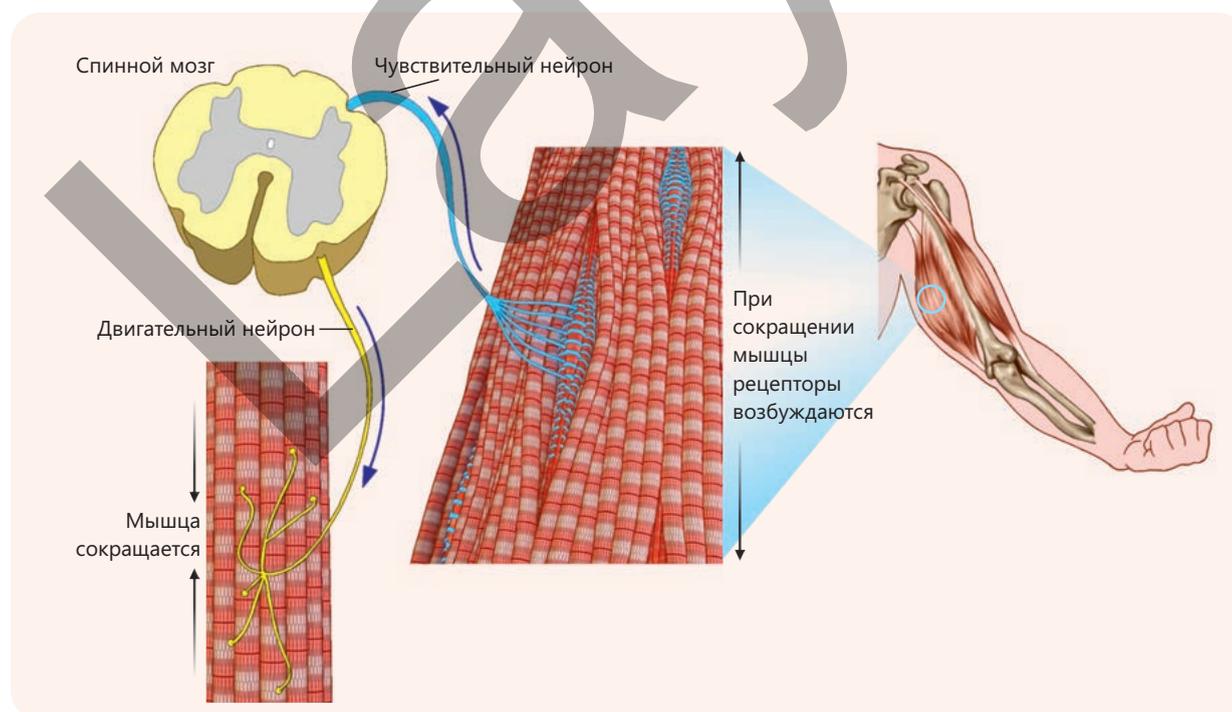
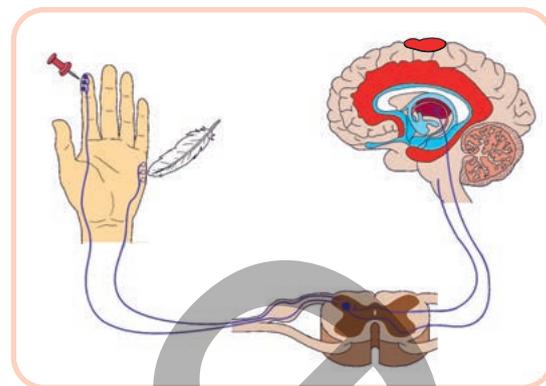
В коже в основном находятся три типа рецепторов: *механорецепторы*, чувствительные к давлению и прикосновению; *терморецепторы*, реагирующие на изменение температуры; и *болевые рецепторы*.

Рецепторы кожи, расположенные на кончиках пальцев, в ладонях, на губах и на лице, обладают повышенной чувствительностью к прикосновению. Это связано с активным участием этих зон в повседневных действиях. Когда человек прикасается к какому-либо предмету, рецепторы кожи возбуждаются и создают нервные импульсы. Эти импульсы передаются по нервам в спинной мозг, а затем – в кожно-мышечную зону коры больших полушарий.

В результате в мозге формируется чёткое представление о поверхности предмета, его температуре, форме, величине и других свойствах.

### Мышечная чувствительность

Наряду с кожей, специальные рецепторы расположены также в мышцах, сухожилиях и связках. Эти рецепторы собирают внутреннюю информацию о положении тела. Например, даже с закрытыми глазами человек способен определить своё состояние – стоит он или сидит, согнуты или выпрямлены его руки и ноги. Это становится возможным благодаря *мышечному чувству*. Когда мышцы сокращаются, растягиваются или поворачиваются, эти рецепторы возбуждаются и посылают сигналы в мозг. Сигналы анализируются в области коры больших полушарий, расположенной позади центральной борозды.



Совместно с вестибулярным анализатором эта чувствительная система позволяет человеку определять положение тела в пространстве и направление движения. При нарушении мышечного чувства, человек теряет точность движений. Такие люди часто стараются контролировать правильность своих движений с помощью зрения. Это является наглядным примером того, как органы чувств могут дополнять друг друга. Кожная и мышечная чувствительность обеспечивают связь человека с внешней и внутренней средой, защищают его и позволяют выполнять точные движения, являясь жизненно важными анализаторами. Благодаря их нормальной работе мы можем избегать опасностей и правильно управлять своими действиями.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Какую роль в защите организма имеет ощущение боли?

### Примените полученные знания

Во время урока физкультуры ученик, проходящий по гимнастическому бревну, решил попробовать выполнить это упражнение с закрытыми глазами. Сделав всего несколько шагов, он потерял равновесие и чуть не упал. Однако, открыв глаза, он легко прошёл всю дистанцию.



**Обсудите:**

- Почему ученику с закрытыми глазами было трудно сохранять равновесие?
- Какую роль играет кожно-мышечная чувствительность в этом процессе?
- Как можно объяснить взаимодействие зрения и кожно-мышечной чувствительности в координации движений?

### Проверьте полученные знания

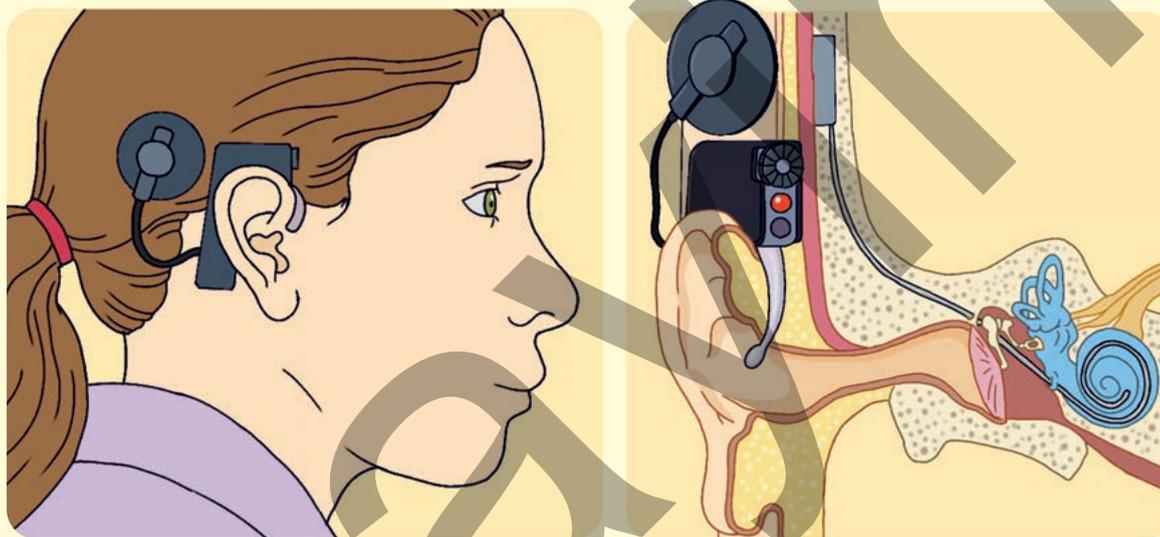
1. В каких участках кожи больше всего тактильных рецепторов и с чем это связано?
2. Как человек ощущает положение рук и ног, когда закрывает глаза? Деятельностью какого анализатора это объясняется?
3. Как связаны мышечное чувство и ощущение равновесия (вестибулярный анализатор)? Как нарушение одного из них может повлиять на другой?

# Наука, технология, жизнь

Нейросенсорная тугоухость – это нарушение, возникающее в результате повреждения внутреннего уха или слухового нерва. При этом заболевании разрушаются волосковые клетки во внутреннем ухе. Основная функция кохлеарного импланта – преобразовывать поступающие звуки в нервные импульсы и передавать их слуховому нерву и мозгу. Внешняя часть кохлеарного импланта выполнена в форме заушного слухового аппарата и состоит из микрофона, речевого процессора и передатчика.



Компоненты кохлеарной системы: речевого процессора и имплантируемый электрод



Внутренняя часть, имплантируемая под кожу, отвечает за передачу звуков к слуховому нерву и в мозг. В отличие от обычных слуховых аппаратов, внешние речевые процессоры не усиливают звук, а преобразуют его в цифровые сигналы. Эти сигналы проходят через электроды, расположенные во внутреннем ухе, и передаются слуховому нерву. Сложные микросхемы предназначены для анализа звука, что помогает пользователям понимать и различать речь.

Кохлеарные импланты могут быть назначены взрослым и детям старше 1 года. Помимо самого аппарата существует и приложение для смартфона, с помощью которого можно легко переключать программы, регулировать громкость, низкие и высокие частоты, а также проверять уровень батареи внешнего звукового процессора.

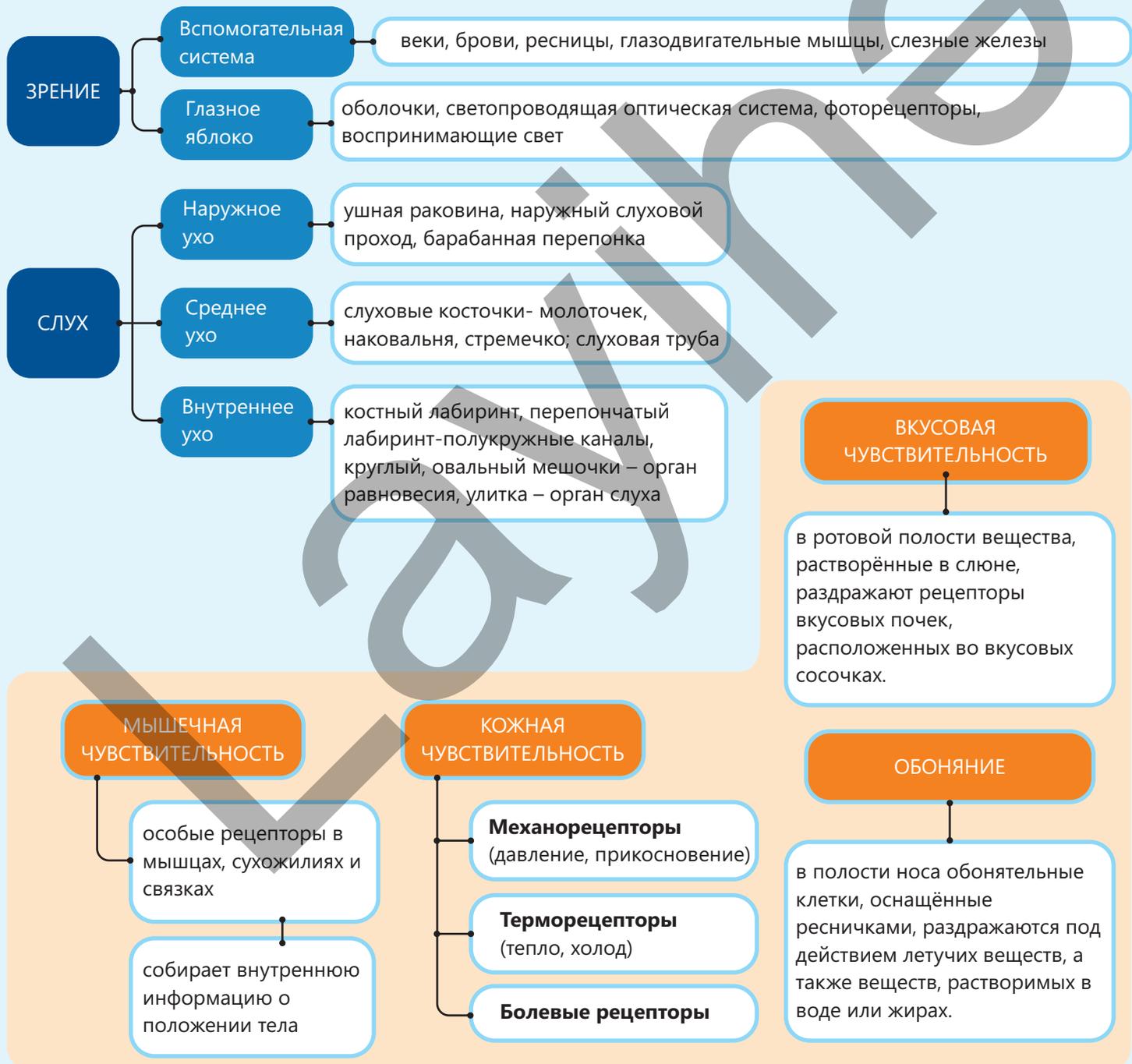
# Заключение

## АНАЛИЗАТОР

**ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ**  
(рецепторы)  
Преобразует внешние сигналы в нервные импульсы

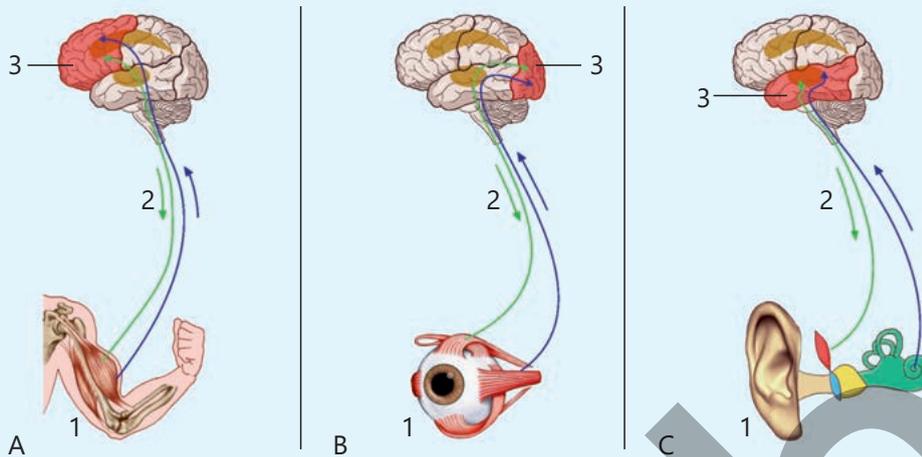
**ПРОВОДЯЩИЙ НЕРВНЫЙ ПУТЬ**  
(нервы)  
Информация передается от органов чувств в центр

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ**  
(определенный отдел коры головного мозга)  
Анализируется поступившая информация и в результате формируется ощущение

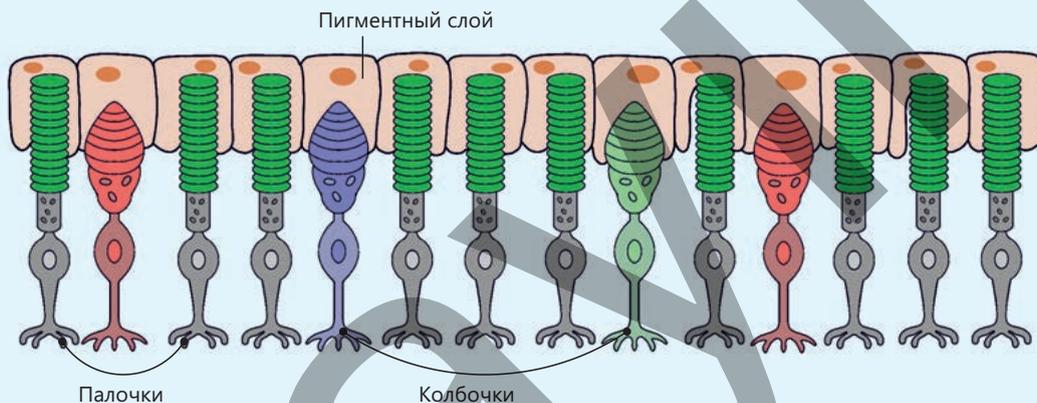


# Обобщающие задания

1. Определите анализаторы А, В и С и их звенья.



2. Проанализируйте рисунок и ответьте на вопросы.



- Какая оболочка глаза изображена на рисунке?
- Каковы функции указанных на ней структур?
- Что произойдет при повреждении этой оболочки?

3. Определите правильную последовательность процесса слухового восприятия.

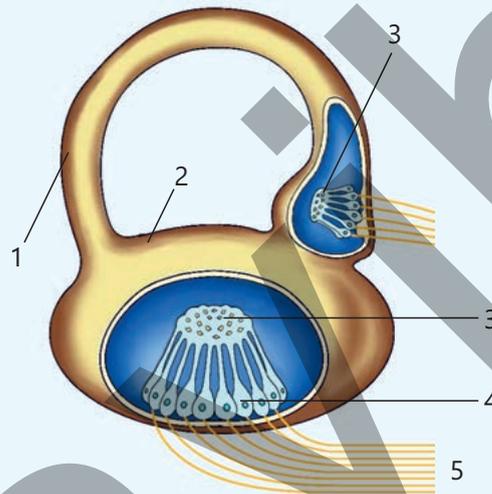
- Звуковые волны вызывают колебания барабанной перепонки
- Колебания усиливаются с помощью слуховых косточек
- Возбуждаются волосковые рецепторы
- Звуковые волны улавливаются ушной раковиной
- Колебания передаются эндолимфе
- Импульсы по слуховому нерву передаются в мозг

#### 4. Выберите верные утверждения

- a. В слуховой трубе расположены рецепторы слуха.
- b. Кожа является как наружным покровом, так и органом чувств.
- c. Обонятельные рецепторы находятся в верхней части носовой полости.
- d. Вкусовые рецепторы языка расположены только на его кончике.
- e. Ухо – орган, который воспринимает звуки и помогает сохранять равновесие.
- f. Кончики пальцев, ладони, губы и область лица более чувствительны к прикосновениям.
- g. Основная часть вкусового анализатора – нёбо.

#### 5. Соотнесите цифры на рисунке с правильными обозначениями.

- a. Полукружной канал
- b. Овальный мешочек
- c. Кристаллы кальция
- d. Волосковые клетки
- e. Нервные волокна

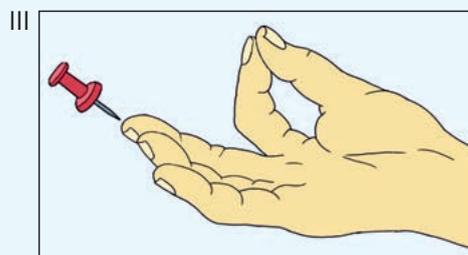
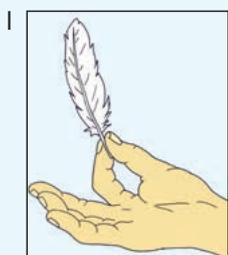


#### 6. Установите соответствие между видами чувствительности и их характеристиками:

- |                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1. Давление и вибрация | A. Температурная чувствительность |
| 2. Тепло и холод       | B. Болевая чувствительность       |
| 3. Повреждение тканей  | C. Тактильная чувствительность    |

#### 7. Проанализируйте рисунок и ответьте на вопросы.

- A. Каково общее название рецепторов типов I, II и III?
- B. Какие из этих рецепторов относятся к группе терморецепторов?

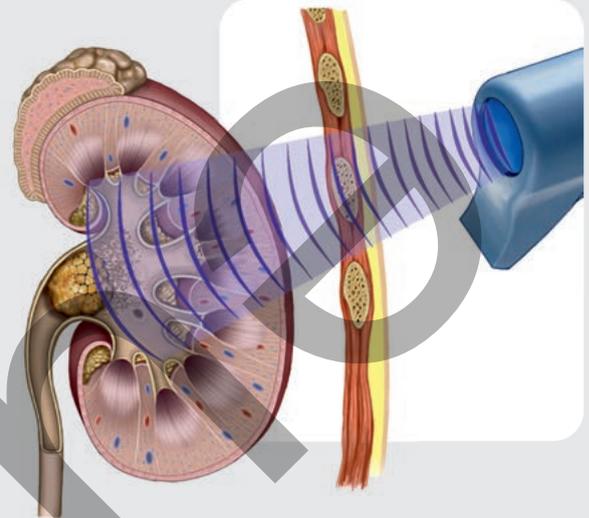


раздел

# 4

## Выделительная система

В процессе жизнедеятельности в каждом живом организме образуются вредные и ненужные вещества. Даже самые простые организмы – протисты – выводят излишки воды и продукты распада обмена веществ с помощью сократительных вакуолей. У многоклеточных животных и человека эту функцию выполняет выделительная система, поддерживая постоянство внутренней среды – гомеостаз.



- Процесс выделения – это не только выведение мочи, но и регулирование водно-солевого баланса, удаление азотсодержащих соединений, токсинов и даже избытка гормонов. Почки и другие органы, участвующие в процессе выделения, работают совместно, обеспечивая нормальное функционирование организма.
- 1. Какие органы участвуют в процессе выделения, обеспечивая нормальную работу организма человека?  
2. Как нарушение деятельности выделительной системы может повлиять на общее состояние организма?

### Из раздела вы узнаете

- Выделительная система играет основную роль в выведении вредных веществ из организма
- В процессе выделения у животных, в зависимости от среды обитания, участвуют протонефридии, метанефридии, мальпигиевы сосуды и почки
- Выделительную систему человека составляют почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал
- Основной структурно-функциональной единицей почек является нефрон
- Образование мочи в почках происходит благодаря процессам фильтрации и реабсорбции

## 4.1 Выделительная система животных



У каждого живого организма постоянно происходит обмен веществ и энергии с внешней средой. В ходе обмена веществ организм получает необходимые для жизнедеятельности кислород, воду и питательные вещества и выводит наружу продукты расщепления.

Ключевые слова

протонефридии, метанефридии, почка

- **Какие конечные продукты расщепления образуются в живых организмах?**
- **Как эти продукты выводятся из организма?**

Через выделительную систему из организма выводятся вода, соли, мочевины, а также небольшое количество других вредных веществ. Кроме того, конечные продукты обмена веществ удаляются и органами дыхательной, пищеварительной систем, а также кожей. Основная функция органов выделения – поддержание постоянства внутренней среды организма.

Деятельность

### Модель почки

**Принадлежности:** 2 пластиковые бутылки объёмом 1 литр, воронка, фильтровальная бумага, резинка, чистый стакан, перчатки, водный раствор (содержащий рис, песок, гравий).

### Ход работы:

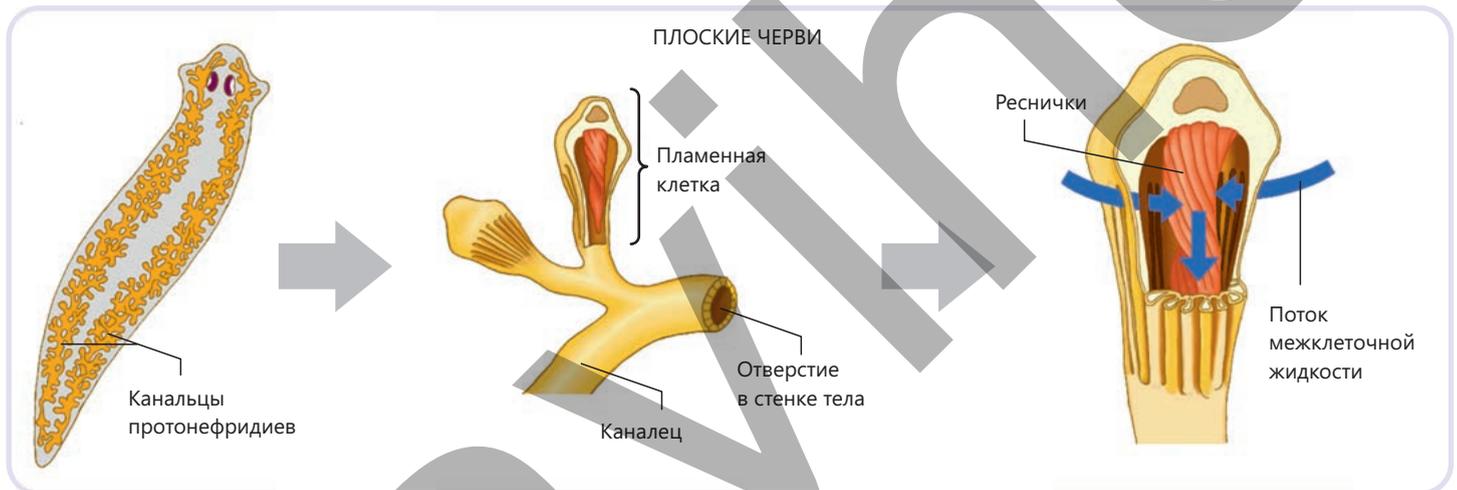
1. Отрежьте верхнюю часть пластиковой бутылки и вставьте в отверстие воронку.
2. Внутри воронки положите фильтровальную бумагу.
3. Закрепите края фильтра резинкой.
4. Под воронку поставьте стакан или пластиковую ёмкость для сбора очищенной жидкости.
5. Аккуратно налейте в воронку жидкость, содержащую рис, песок и гравий.
6. Внимательно наблюдайте, как меняются цвет и прозрачность профильтрованной жидкости, а также какой осадок остаётся на фильтре.

### Обсудите:

1. **Что осело на фильтре? Что перешло в профильтрованную воду?**
2. **Можно ли сравнить эту модель с работой выделительной системы? Почему?**

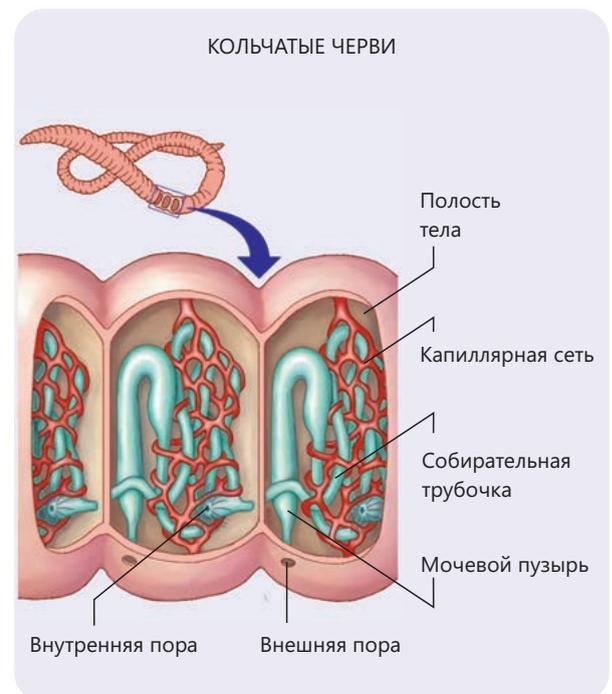
Процесс выделения у различных животных осуществляется по-разному. У кишечнополостных животных практически каждая клетка тела напрямую контактирует с внешней средой. У них нет специальных выделительных органов или выделительной системы.

Все клетки организма могут осуществлять выведение вредных веществ, углекислого газа, непереваренных остатков пищи и азотистых соединений. У плоских червей уже имеется выделительная система. Небольшая часть ненужных организму веществ поступает в систему канальцев, выполняющих выделительную функцию. Эти канальцы называются *протонефридиями*. На концах канальцев имеются крупные клетки с многочисленными ресничками, обеспечивающими движение жидкости в организме. Канальцы соединяются и образуют более крупный канал, который открывается наружу через выделительные отверстия. Протонефридии главным образом регулируют водный баланс организма. Такие продукты выделения, как  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ , удаляются через поверхность тела путём диффузии.

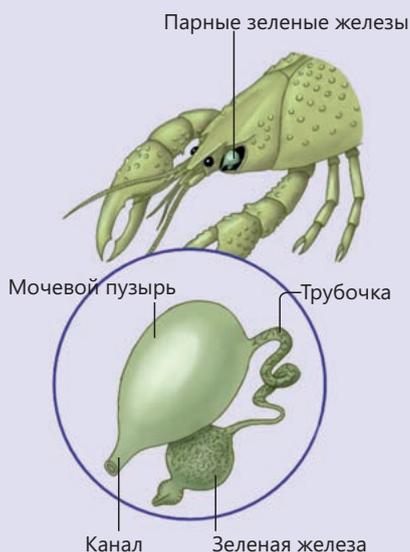


У кольчатых червей продукты расщепления накапливаются в полостной жидкости. В каждом сегменте имеется пара воронкообразных выделительных органов – *метанефридиев*. Они представляют собой изогнутые в виде петель тонкие трубочки, один конец которых расширен и образует воронку. Воронкообразный конец каждого метанефридия открывается в полость тела, а другой конец выводит вещества наружу через специальные поры в следующем сегменте.

У моллюсков выделительная система более сложная, чем у кольчатых червей. Например, у брюхоногих моллюсков имеется единственная *почка* – видоизменённый метанефридий. Её воронкообразная часть открывается в околосоудочную сумку, а другой конец – в мантийную полость.

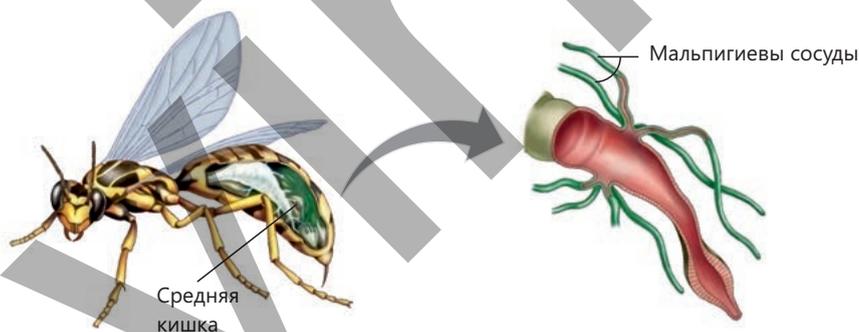


РАКООБРАЗНЫЕ



У членистоногих выделительные органы различаются в зависимости от класса. У ракообразных выделительными органами являются расположенные в голове парные *зелёные железы*.

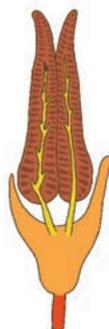
У насекомых выделительные органы – *мальпигиевы сосуды*. Тонкие концы этих органов, находящихся в полости тела, слепо замкнуты, а другой их конец открывается в заднюю кишку. Кроме того, у насекомых имеются *жировые тела*, покрывающие внутренние органы. Вредные вещества, поступающие из гемолимфы, накапливаются именно там. У паукообразных выделительными органами служат *мальпигиевы сосуды* и *коксовые железы* – видоизменённые метанефридии.



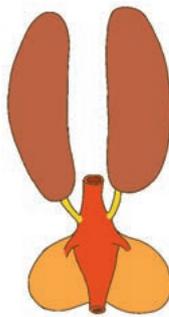
У позвоночных основными органами выделительной системы являются парные почки. У рыб и земноводных имеются *туловищные почки*, а у пресмыкающихся, птиц и млекопитающих – *тазовые почки*. Образующаяся в почках моча по мочеточникам сначала поступает в мочевой пузырь, где накапливается, а затем выводится из организма через мочеиспускательный канал или клоаку. У хрящевых рыб и птиц мочевой пузырь отсутствует.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

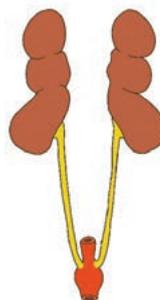
У лягушек моча, поступающая в клоаку, далее собирается в мочевом пузыре и периодически выводится из организма. Как можно объяснить эту особенность?



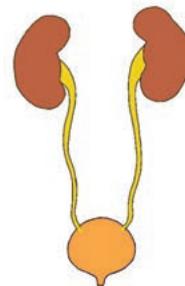
Рыба



Земноводное



Птица



Человек

### Примените полученные знания

У разных животных выделительная система имеет различное строение. Это влияет на количество воды, теряемой при выведении конечных продуктов обмена веществ.

Известно, что:

- Мочевина растворима в воде, и для выведения 1 грамма мочевины требуется в среднем 50 мл воды.
- Мочевая кислота – плохо растворимое вещество, и для её выведения достаточно всего 10 мл воды. Аммиак же требует около 300 мл воды на 1 грамм, поскольку является токсичным и должен сильно разбавляться водой.

#### Ситуация:

Три разных животных выделяют за сутки 5 граммов азотсодержащих веществ:

- рыба (выделяет аммиак);
- млекопитающее (выделяет мочевины);
- птица (выделяет мочевую кислоту).

1. Рассчитайте, сколько воды тратится каждым животным для выведения 5 граммов соответствующего вещества.
2. Какой организм теряет больше всего воды, а какой – меньше всего?
3. Как вы думаете, зависят ли строение выделительных органов и способы выделения у животных от условий среды, в которой они обитают? Обоснуйте своё мнение.

### Проверьте полученные знания

1. Чем выделительные органы кольчатых червей отличаются от выделительных органов моллюсков?
2. Из каких частей состоит протонефридий?
3. У каких организмов имеются мальпигиевы сосуды?

## 4.2 Выделительная система человека



В результате деятельности почек после фильтрации крови из организма выводятся избыток воды, ненужные и токсичные вещества, соли и минералы. Кровь, циркулирующая в организме, проходит через почки в среднем за 5 минут.

**Ключевые слова**

почки, мочеточники, мочевого пузыря, мочеиспускательный канал

- Каково значение почек в поддержании водно-солевого баланса в организме?
- Как изменяется этот баланс у человека, испытывающего длительную нехватку воды?

Образующаяся в результате обмена веществ мочевины, которая синтезируется в печени из углекислого газа и аммиака, выводится из организма через почки. В течение суток с мочой выделяется примерно 50–60 граммов мочевины. Выделительная система человека состоит из органов, которые образуют, накапливают и выводят мочу.

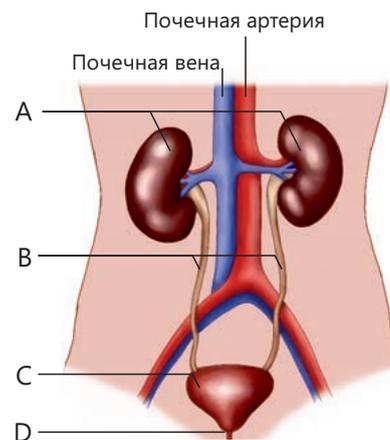
Деятельность

### Взаимосвязь кровеносной и выделительной систем

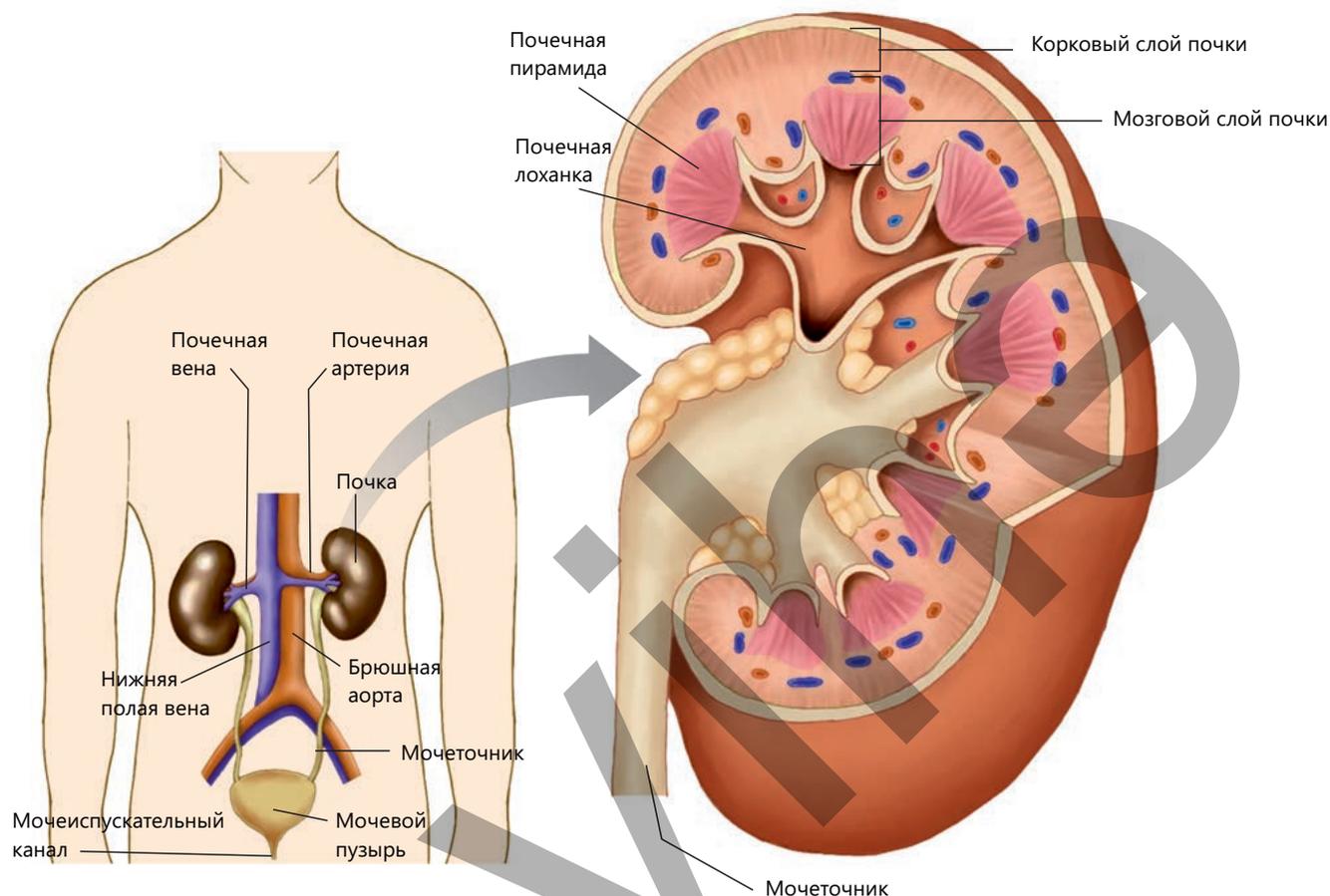
#### Ход работы:

- На рисунке изображена выделительная система человека. Назовите указанные органы.

1. Как бы вы объяснили взаимосвязь кровеносной и выделительной систем?
2. Вода и мочевины выводятся из организма только через почки. Как вы думаете, верно ли это утверждение?
3. Какова роль мочевого пузыря в выделительной системе?



К выделительной системе относятся парные почки и мочеточники, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал. Бобовидные почки расположены в задней части брюшной полости – по обе стороны от позвоночника. Вогнутая часть почки, обращенная к позвоночнику, называется *воротами почки*. Через ворота проходят мочеточники, нервы, кровеносные и лимфатические сосуды. Почка состоит из темного *коркового* и светлого – *мозгового* слоев.



Расширенная полость внутри мозгового слоя называется *почечной лоханкой*. Здесь находятся *почечные пирамиды*, вершины которых открываются в почечную лоханку. Моча, собранная в почечной лоханке, по мочеточникам поступает в мочевой пузырь.

В месте соединения *мочеточников* с мочевым пузырём находятся сократительные мышцы, предотвращающие обратный ток жидкости.

Мочевой пузырь – это мышечный орган с внутренними складками, способный растягиваться. Он удерживается в нижней части тазовой полости с помощью связок, которые соединяют его с другими органами и костями таза. Размер мочевого пузыря зависит от телосложения человека, его возраста, пола и индивидуальных особенностей.

Средний объём мочевого пузыря у женщин составляет 250–550 мл, у мужчин – 350–750 мл.



Выведение мочи происходит благодаря расслаблению кольцевой мышцы, называемой *сфинктером*. Сфинктер, расположенный в средней части мочеиспускательного канала, расслабляется, когда получает от головного мозга сигнал о необходимости опорожнения. В оставшееся время сфинктер остаётся закрытым и предотвращает непроизвольное выделение мочи. Мочеиспускание происходит рефлекторно. Центр этого рефлекса находится в крестцовом отделе спинного мозга.

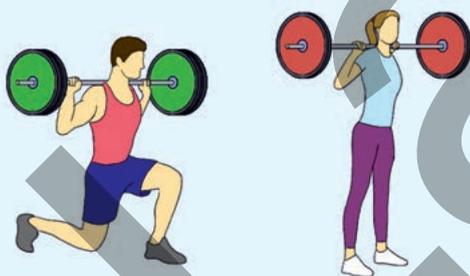
У детей до 2–3 лет мочеиспускание происходит непроизвольно. С возрастом этот процесс начинает контролироваться головным мозгом и становится произвольным. Моча из мочевого пузыря выводится наружу через мочеиспускательный канал. Стенка канала состоит из трёх оболочек: эпителиальной, мышечной и соединительнотканной.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Почему почки считаются жизненно важными органами? Что происходит при нарушении их деятельности?

### Примените полученные знания

У молодого человека, который долго занимается тяжёлой атлетикой, появились боли в пояснице и слабая отёчность под глазами. Он также заметил, что его моча стала мутной и приобрела странный запах. Тренер посоветовал ему немедленно обратиться к врачу.



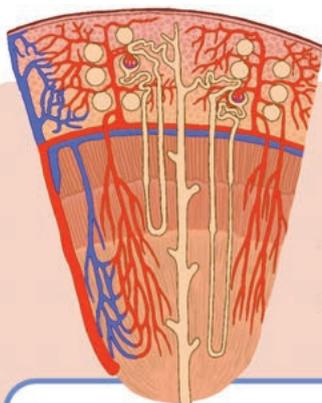
#### Обсудите:

- Как вы думаете, какие органы, вероятнее всего, пострадали у спортсмена и почему?
- С чем могут быть связаны изменения цвета и прозрачности мочи?
- Какие причины могли привести к перегрузке выделительной системы во время тренировки?

### Проверьте полученные знания

1. Какие органы входят в состав выделительной системы человека и какова их основная функция?
2. Каково расположение почек в теле человека?
3. Какую роль выполняют мочеточники в процессе выведения мочи?
4. Чем отличается функция мочевого пузыря от функции мочеиспускательного канала?

## 4.3 Строение нефрона и образование мочи



Кровь поступает в почки по сосудам и проходит через специальные фильтры – нефроны.

Нефроны обеспечивают очищение крови от токсинов и вредных веществ. В почке человека насчитывается примерно до 1 миллиона нефронов, и именно в них происходят основные процессы, приводящие к образованию мочи.

Ключевые слова

нефрон, первичная моча, вторичная моча

- Как вы думаете, каким образом из крови отбираются ненужные вещества и как происходит этот процесс?
- Моча состоит только из вредных веществ или в её составе могут присутствовать и полезные?
- Как предотвращается выведение из организма веществ, необходимых ему для нормального функционирования?

Деятельность

### Химический состав мочи

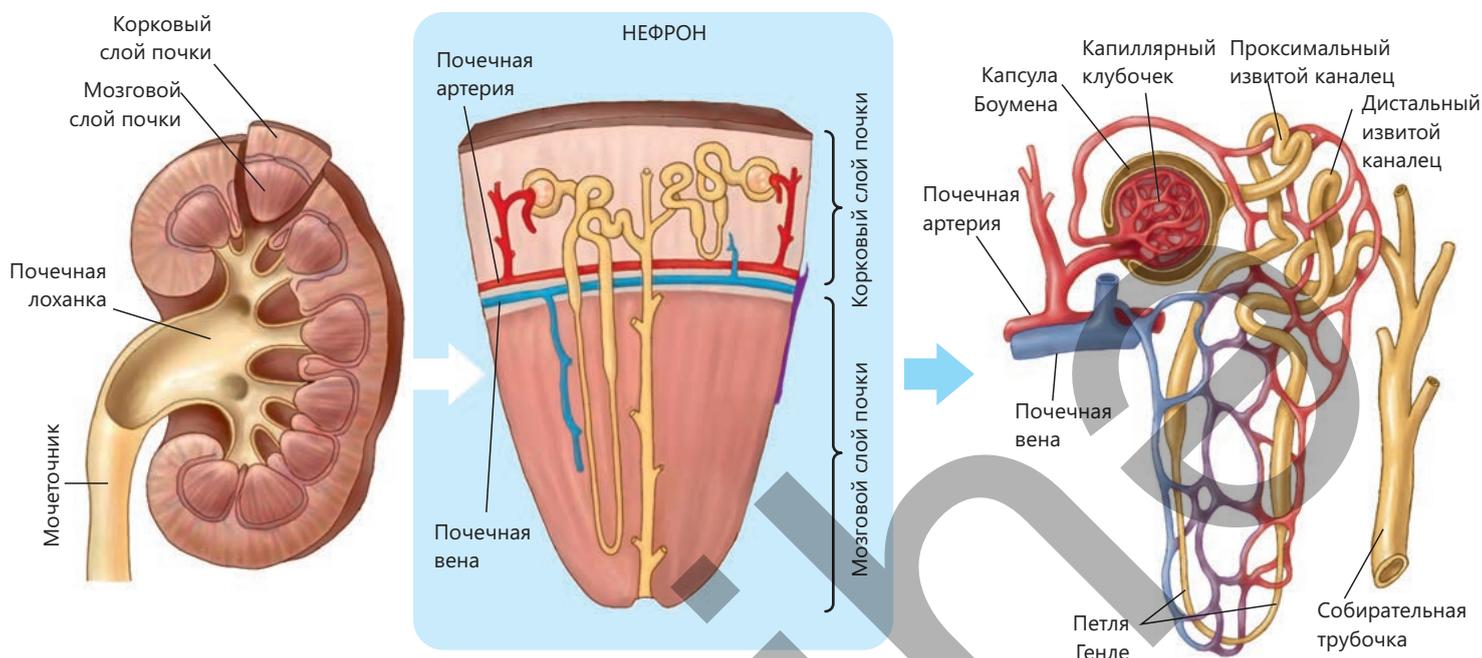
Проанализируйте таблицу.

Вещества	В плазме крови, %	Во вторичной моче, %
Вода	90	Более 98
Белки	7 – 9	отсутствует
Сахара	0,1	
Мочевина	0,03	0,8 – 3,5
Минеральные соли	0,9	0,8 – 1,8

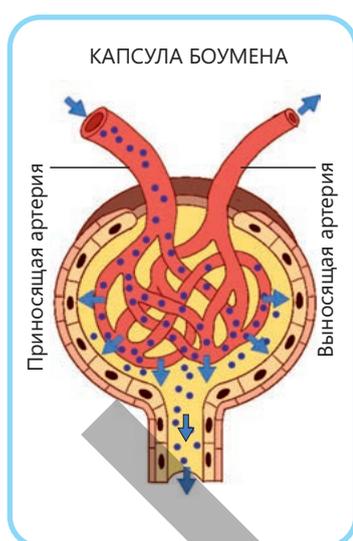
Обсудите:

1. Какие сходства и различия существуют между составом плазмы крови и вторичной мочи?
2. С чем это связано?
3. О чём может свидетельствовать наличие белков или сахара во вторичной моче?

Структурной и функциональной единицей почки является **нефрон**. Он состоит из *капиллярного клубочка (гломерулы), бокаловидной капсулы (капсулы Боумена)* и почечных канальцев. В корковом слое почки находятся бокаловидные капсулы, внутренняя стенка которых образована одним слоем эпителиальных клеток. От капсулы Боумена начинается *проксимальный каналец*, стенка которого также состоит из однослойного эпителия. Этот каналец переходит в петлю Генле. Петля Генле далее переходит в дистальный каналец, который завершается собирательными трубочками. И петля Генле, и собирательные трубочки расположены в почечной пирамиде.



### Механизм образования вторичной мочи



Почечная артерия отходит от брюшной аорты и разветвляется на мелкие сосуды. Одна из этих ветвей – приносящая артерия – входит в капсулу Боумена и образует капиллярный клубочек. Затем кровь выводится из капсулы по выносящей артерии. Диаметр приносящей артерии больше диаметра выносящей, поэтому давление крови в клубочках остаётся высоким. Благодаря этому некоторые вещества плазмы крови проходят через тонкие стенки капилляров и попадают в полость капсулы. Этот процесс продолжается до выравнивания давления в капсуле. В результате этого процесса фильтрации в капсуле образуется *первичная моча*. Её состав мало отличается от состава плазмы крови. В первичной моче, помимо продуктов диссимиляции, содержатся аминокислоты, глюкоза и другие необходимые организму соединения. В отличие от плазмы крови, здесь отсутствуют белки и форменные элементы крови.

Первичная моча из полости капсулы поступает в проксимальный каналец, затем в петлю Генле, а далее – в дистальный каналец.

Через слой эпителиальных клеток, образующих стенки канальцев, обратно в кровь всасываются избытки воды, глюкоза, некоторые аминокислоты и другие важные для организма вещества, т.е. происходит *реабсорбция*. В результате этого концентрация мочевины и других подлежащих выведению веществ в составе вторичной мочи значительно повышается. Почки выполняют не только выделительную функцию, но и участвуют в поддержании постоянства химического состава крови.

Вторичная моча через собирательные трубочки поступает к сосочкам, расположенным на вершинах пирамид, и оттуда через отверстия вытекает в почечную лоханку. Затем по мочеточникам она поступает в мочевой пузырь, где накапливается, и выводится наружу через мочеиспускательный канал.

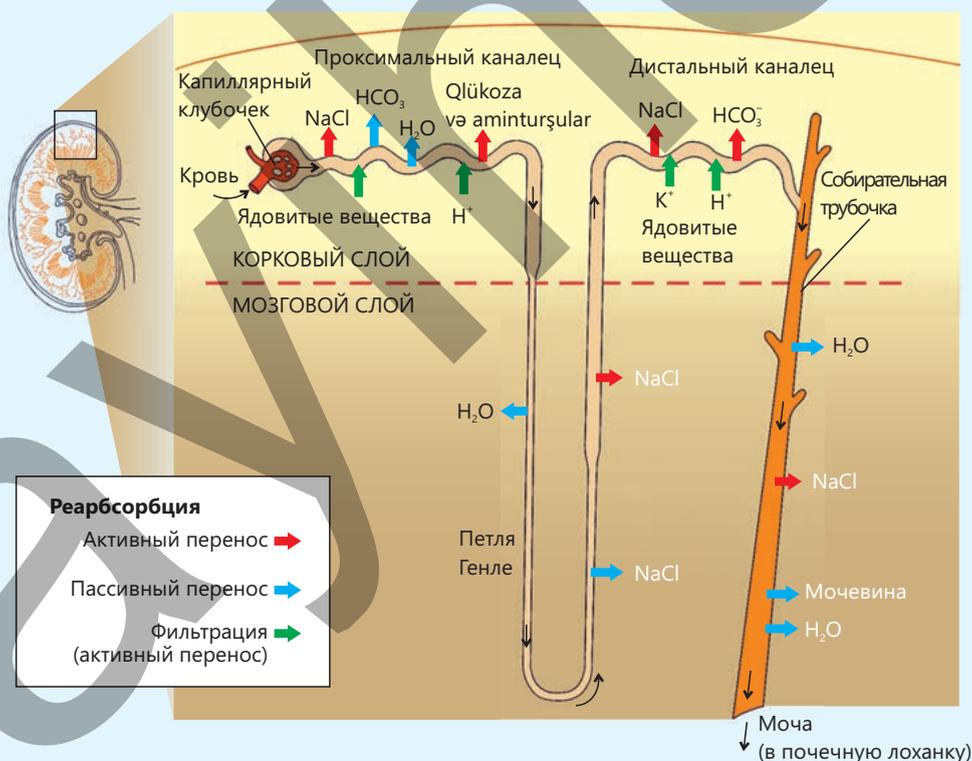
- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Почему большая часть первичной мочи не выводится из организма, а наоборот – возвращается в кровь?

### Примените полученные знания

Во время фильтрации в почечных клубочках за сутки образуется 180 литров первичной мочи.

- Из этого объёма:
  - 65% воды и 60% ионов натрия ( $\text{Na}^+$ ) всасываются обратно в кровь в проксимальных канальцах коркового слоя.
  - 20% воды и 25% ионов натрия всасываются в петле Генле, а остальная часть – в дистальных канальцах и собирательных трубочках.



### Обсудите:

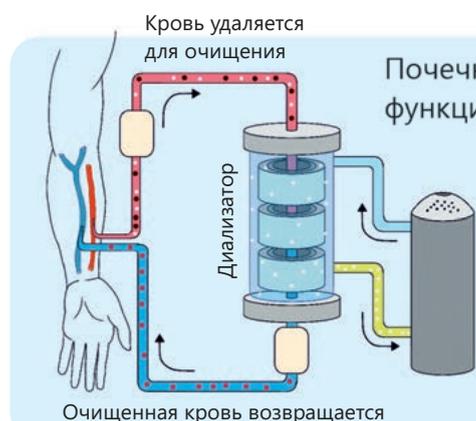
- Сколько литров воды и сколько граммов натрия всасывается обратно в кровь в петле Генле?
- Если в каждом литре первичной мочи содержится 7 граммов натрия, то сколько граммов натрия поступает в нефрон за сутки?
- Сколько натрия остаётся для всасывания в других отделах нефрона после петли Генле?

### Проверьте полученные знания

1. В какой части нефрона происходит фильтрация плазмы крови?
2. Где происходит обратное всасывание большей части воды и питательных веществ в кровь?
3. Что входит в состав первичной мочи здорового человека?

## 4.4 Почечная недостаточность

**Ключевые слова** диализ, трансплантация органов



Почечная недостаточность – это нарушение функции почек, при котором нарушается

фильтрация крови и выведение конечных продуктов обмена веществ из организма. В результате токсичные вещества накапливаются в организме и оказывают отрицательное влияние на работу других органов и систем.

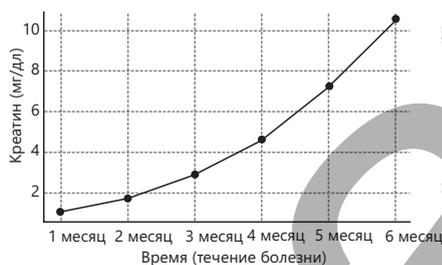
- Какие процессы могут нарушаться при накоплении токсинов в крови?
- Как вы думаете, какие признаки могут свидетельствовать о том, что почки не справляются со своей функцией?
- Какие органы могут пострадать при нарушении работы почек?

Деятельность

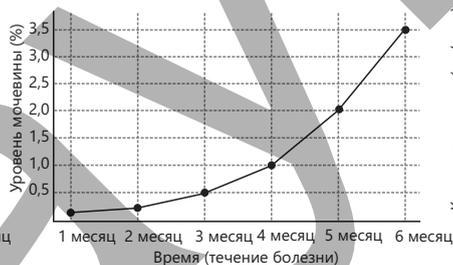
### Почечная недостаточность

Проанализируйте графики, относящиеся к почечной недостаточности.

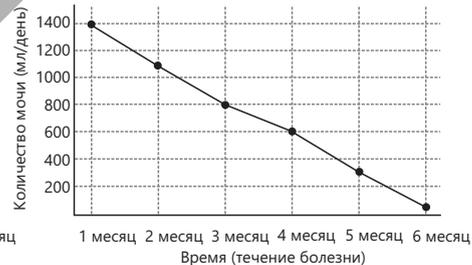
Изменение уровня креатина



Изменение уровня мочевины



Изменение количества мочи



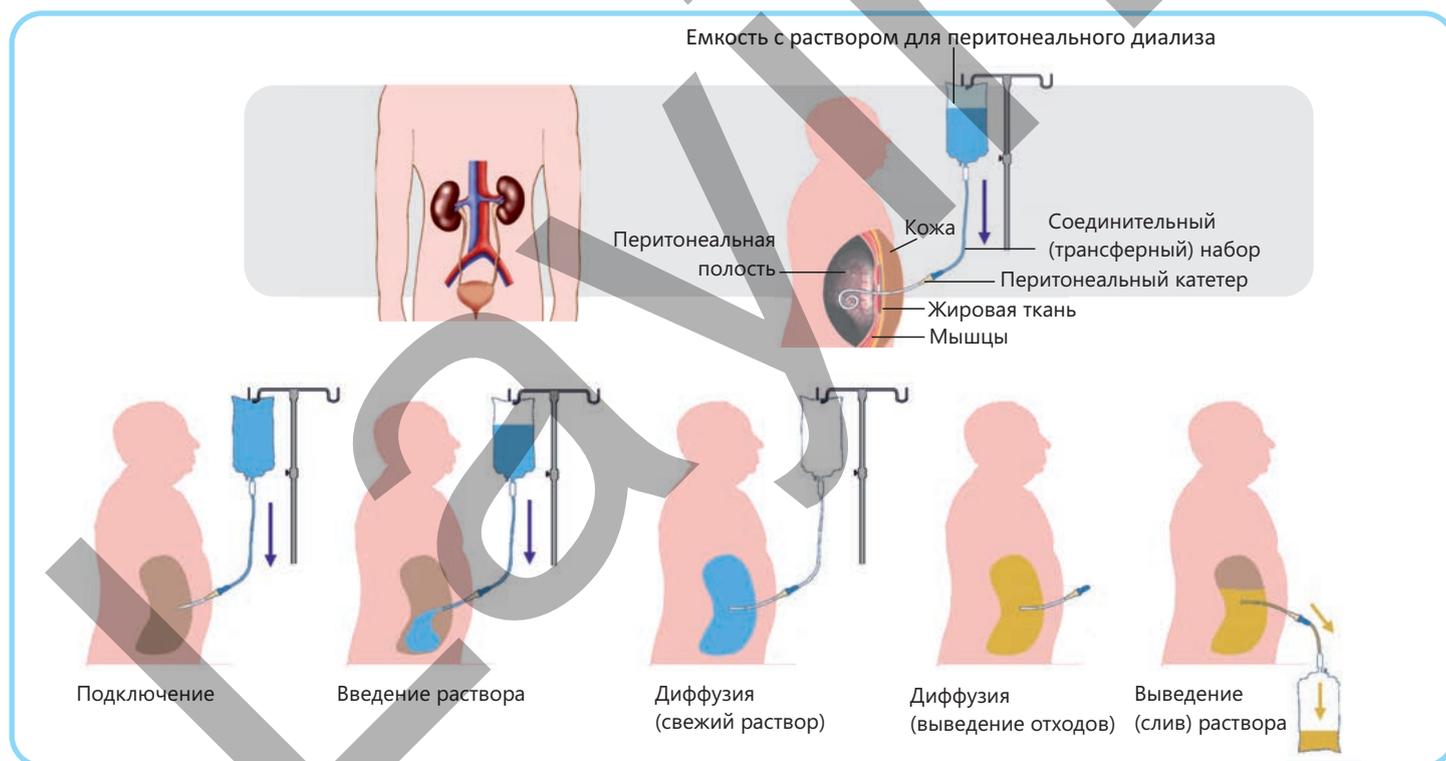
**Обсудите:**

1. Какой из показателей – мочевины, креатин или объём мочи – можно считать более ранним диагностическим признаком?
2. Почему при почечной недостаточности уменьшается объём мочи?
3. Какие возможные симптомы могут наблюдаться у пациента на 5–6-м месяце заболевания? С чем они могут быть связаны?

Почечная недостаточность может протекать в *острой* и *хронической* формах. Острая почечная недостаточность развивается внезапно, и при своевременном вмешательстве функцию почек возможно восстановить. Хроническая форма развивается постепенно и требует постоянного лечения. При почечной недостаточности в организме накапливаются вредные вещества, вода и электролиты, тем самым нарушая стабильность внутренней среды. В результате у человека появляются слабость, тошнота, повышение артериального давления, отёки конечностей, учащённое мочеиспускание, уменьшение объёма мочи, а иногда даже нарушения сознания.

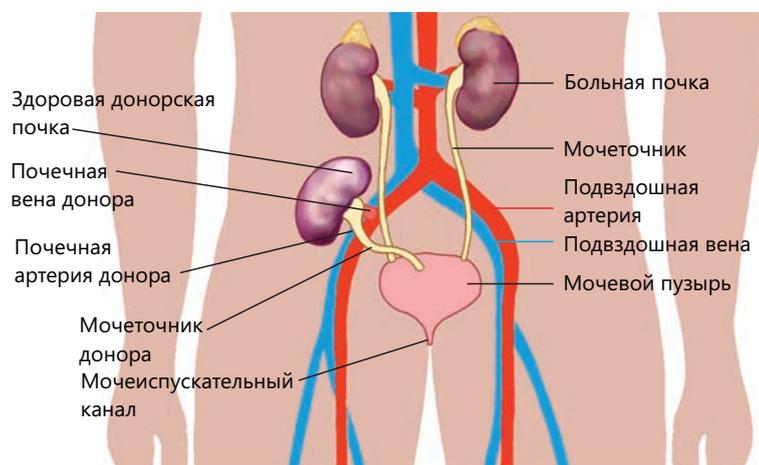
Если такое состояние длится продолжительное время, оно может представлять угрозу для жизни. В подобных случаях возникает необходимость в медицинской процедуре, заменяющей функцию почек, – **диализе**. Диализ – это процесс искусственного очищения крови от конечных продуктов обмена, вредных веществ и избыточной жидкости. Он частично заменяет работу почек и позволяет пациенту выжить. Существует два основных вида диализа: *гемодиализ* и *перитонеальный диализ*. При гемодиализе кровь пациента проводится через специальный аппарат, где она очищается от вредных веществ, а затем возвращается обратно в организм. Обычно эта процедура проводится 2–3 раза в неделю, каждая сессия длится 3–4 часа.

Перитонеальный диализ – это метод, который возможно проводить в домашних условиях. При перитонеальном диализе роль фильтра выполняет брюшина – тонкая оболочка, покрывающая стенки брюшной полости и внутренние органы. Поскольку при этом методе прямой контакт с кровью отсутствует, то риск инфекции ниже. Специальный диализный раствор вводится в брюшную полость через катетер. Избыточные вещества из крови проходят через брюшину и переходят в раствор, который некоторое время остаётся в полости. Затем этот раствор удаляется из организма.



Хотя диализ позволяет продлить жизнь пациента, он не является окончательным решением проблемы и в некоторых случаях может вызывать дополнительные осложнения. Для улучшения качества жизни и возвращения к нормальной активности одним из наиболее эффективных методов является **трансплантация органа** – пересадка почки.

Трансплантация органов – это процесс пересадки здорового органа (от донора) больному человеку. Этот метод применяется не только для почек, но и для других органов – сердца, печени, лёгких и т. д.



- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Почему при трансплантации органов важна реакция иммунной системы? Как вы думаете, следует ли учитывать генетические факторы при пересадке органов?

Пересадка почки значительно улучшает качество жизни человека. После операции пациент длительное время принимает медикаменты, чтобы предотвратить отторжение нового органа иммунной системой. Трансплантируемая почка берётся либо у человека, у которого зафиксирована смерть мозга, либо у здорового живого донора, давшего согласие на эту процедуру.

Трансплантация органов играет важную роль в спасении человеческих жизней. Во многих странах, где проводятся просветительские мероприятия и создаются банки доноров, этот процесс регулируется законодательством. Формирование положительного отношения общества к донорству органов крайне важно, поскольку позволяет спасти жизни людей, нуждающихся в трансплантации.

### Примените полученные знания

63-летняя женщина уже полгода проходит процедуру гемодиализа трижды в неделю. Она жалуется на ограниченность в повседневной жизни, необходимость постоянных поездок в клинику и усталость после каждого сеанса. Врачи рекомендуют ей пройти пересадку почки.

#### Обсудите:

- Как гемодиализ помогает организму при почечной недостаточности?
- Какие трудности в повседневной жизни могут испытывать пациенты на диализе?
- Какие преимущества может дать трансплантация почки по сравнению с диализом?

### Примените полученные знания

1. Что происходит при почечной недостаточности?
2. В чём заключается разница между острой и хронической формами почечной недостаточности?
3. Как во время гемодиализа происходит очищение крови?
4. Какова основная цель трансплантации органов?

# Наука, технология, жизнь

Сегодня камни в почках являются одним из самых болезненных заболеваний, которое затрагивает миллионы людей по всему миру. Эти твердые отложения обычно образуются в почках, когда определенные минералы в моче становятся слишком концентрированными. Как только эти камни вырастают до значительных размеров, их необходимо удалить хирургическим путем.

**Литотрипсия** – это метод дробления камней, образующихся в почках, мочевом пузыре или мочеточниках.

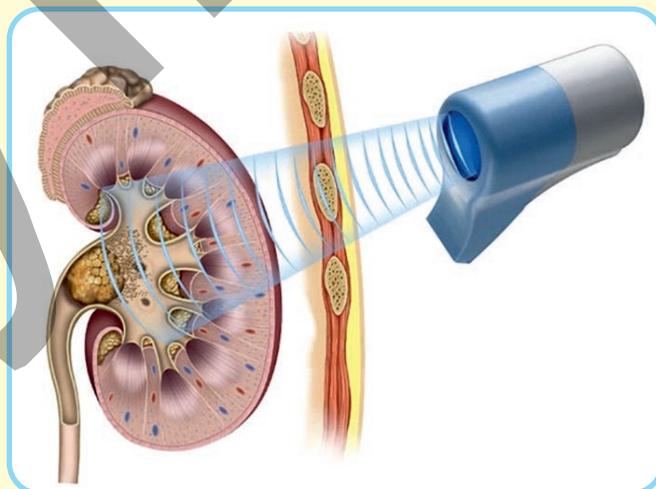
Существует несколько способов, но наиболее распространённым является экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия – ESWL.

Это малоинвазивная хирургическая процедура для фрагментации камней в почках и мочеточниках. Использование внешнего аппарата, генерирующего мощные волны давления, позволяет эффективно измельчать мочевые камни, до мелких, проходимых частиц.

**Литотриптор** – аппарат для проведения ESWL. Он состоит из генератора ударных волн и системы визуализации для фокусировки волн на камне.

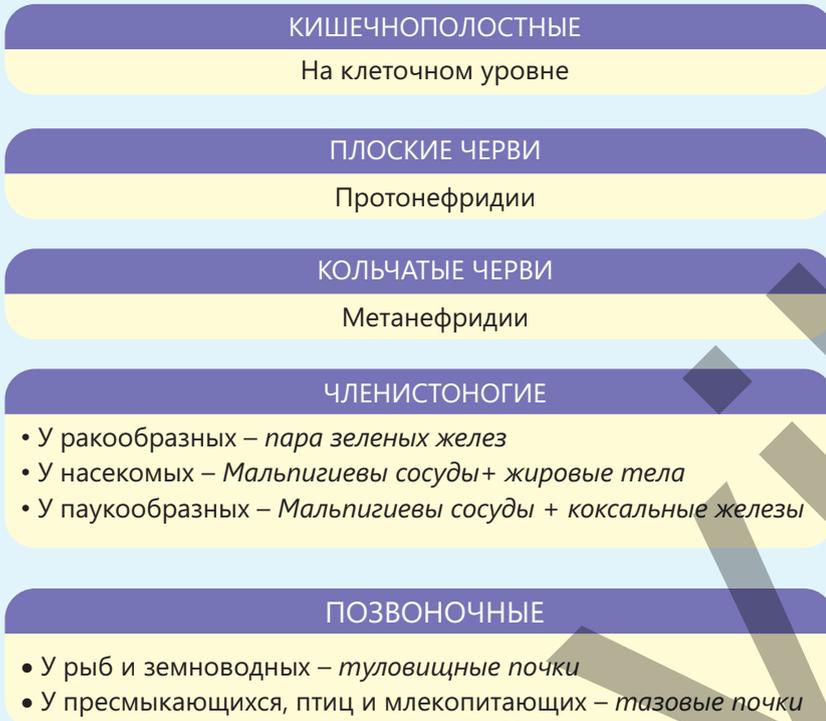
Во время ESWL человек ложится на мягкий стол или подушку, наполненную водой, в то время как рентгеновские лучи или ультразвук используются для точного определения местонахождения камней в почках. Затем аппарат ударно-волновой литотрипсии использует мощные энергетические волны, которые безвредно проходят через мягкие ткани, чтобы разбить камни в почках на мельчайшие фрагменты, которые выводятся из организма естественным путем через мочевыводящие пути.

Процесс может занимать от 30 минут до часа, в зависимости от размера и твердости камня. В течение процедуры врач контролирует процесс с помощью УЗИ или рентгеновских снимков.



# Заключение

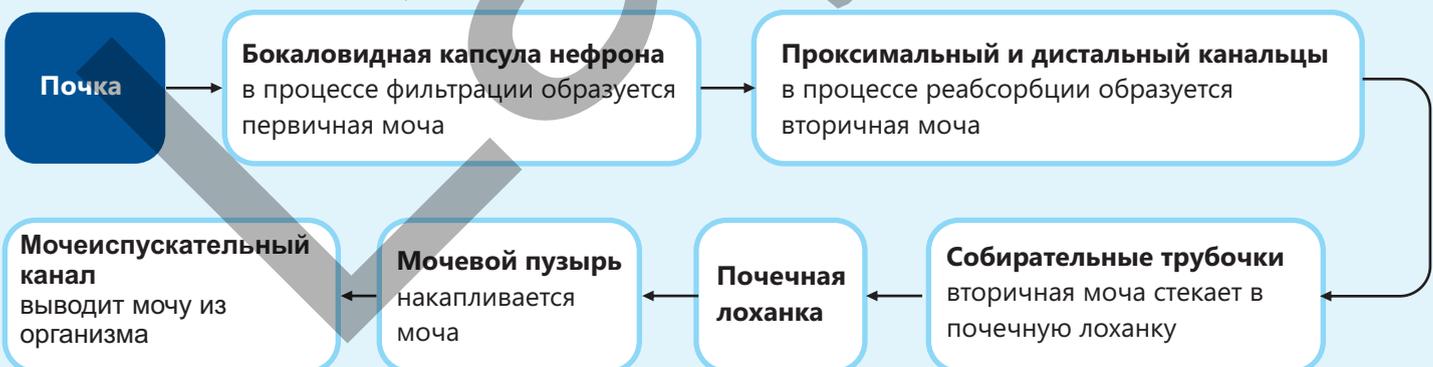
## ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ЖИВОТНЫХ



## ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

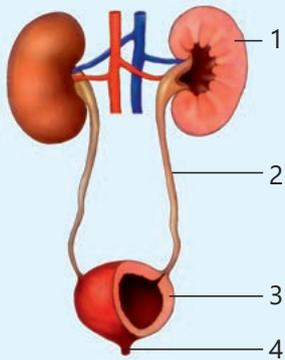


## ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ



# Обобщающие задания

1. Определите соответствие между органами выделительной системы и выполняемыми ими функциями.

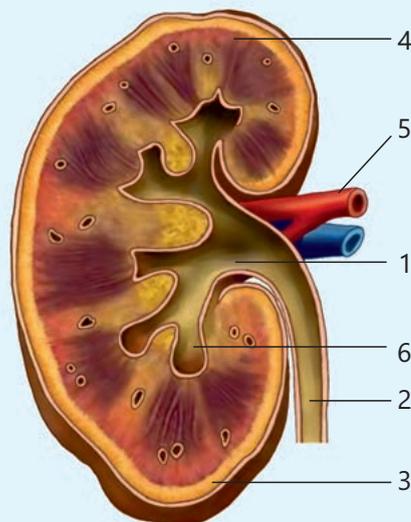
Органы выделения	Функция органов
	A) выделение мочи из почек
	B) выведение мочи из организма
	C) поддержание постоянства внутренней среды организма и выведение продуктов распада
	D) накопление мочи

2. Выберите верные утверждения.

Утверждения	
1	У кишечнорастворимых выделительная система отсутствует
2	Протонефридии состоят из разветвлённых канальцев.
3	Метанефридии открываются непосредственно в полость тела.
4	У насекомых продукты выделения выводятся из организма вместе с кровью.
5	У ракообразных функцию выделения выполняют зеленые железы.
6	У насекомых в качестве основного выделительного органа функционируют Мальпигиевы сосуды.
7	Основными органом выделения позвоночных являются легкие.
8	У рыб и земноводных имеются туловищные почки, а у пресмыкающихся, птиц и млекопитающих – тазовые почки.
9	У пресмыкающихся и птиц отсутствует мочевой пузырь.

3. Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку.

1. Почечная лоханка.
2. Капсула нефрона.
3. Кортикальный слой.
4. Пирамиды мозгового слоя.
5. Мочеточник.
6. Почечная артерия.



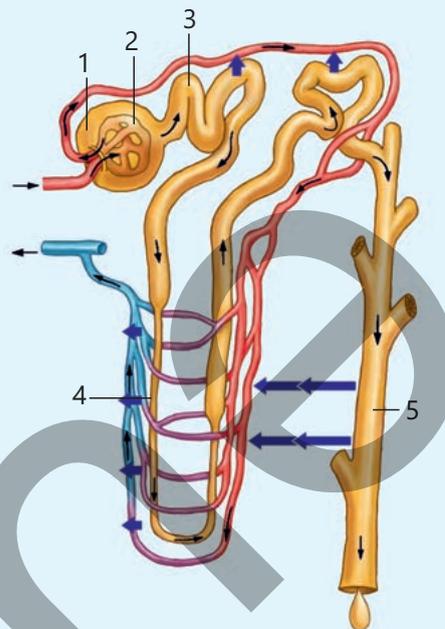
#### 4. Проанализируйте строение нефрона и ответьте на вопросы

а) Определите расположение представленных структур.

- а. Капиллярный клубочек
- б. Петля Генле
- в. Бокаловидная капсула нефрона
- г. Собирательная трубочка
- д. Проксимальный каналец

б) В какой части нефрона происходит процесс образования первичной мочи? Как называется этот процесс?

в) Какой процесс показан на рисунке синими стрелками? Как называется этот процесс?



#### 5. Решите задачу

За сутки почки пропускают 1500 л крови. В организме подростка ее содержится 8% от массы тела. Рассчитайте, сколько раз кровь пройдет через почки подростка массой 60 кг. Ответ поясните.

#### 6. Опираясь на данные в таблице, ответьте на вопросы

Показатель	Объем (в л)
Кровь, протекающая через почки за день	1500
Образующаяся первичная моча	150
Выделяемая вторичная моча	1,5

- а. Какое количество жидкости было возвращено в организм в процессе реабсорбции?
- б. Какой процент первичной мочи выводится из организма как вторичная моча?

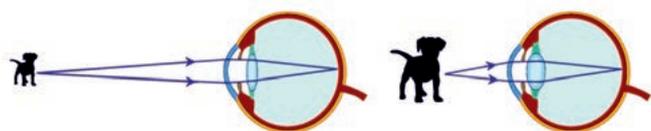
#### 7. Ответьте на вопросы:

- а) Какие симптомы могут указывать на нарушение функции почек?
- в) Какой метод лечения позволяет полностью заменить функцию почек и отказаться от диализа?

# Словарь

**Автономная нервная система** – часть нервной системы позвоночных животных и человека, которая автоматически, то есть независимо от воли, регулирует деятельность внутренних органов, обмен веществ и функциональное состояние всех тканей организма.

**Аккомодация** – процесс приспособления глаза к чёткому видению объектов, расположенных на разных расстояниях, путём изменения формы хрусталика.



**Анализаторы** – анатомо-физиологические системы, обеспечивающие восприятие и обработку раздражителей, поступающих из внешней среды и внутренних органов, формируя ответную реакцию организма.

**Дерма** – слой кожи, расположенный между эпидермисом и гиподермой и состоящий из плотной соединительной ткани. В этом слое находятся механорецепторы, терморецепторы и болевые рецепторы, а также корни волос, потовые и сальные железы, лимфатические и кровеносные сосуды.

**Диализ** – процесс отделения небольших молекул (солей, мочевины, аммиака и др.) от крупных молекул (например, белков) в растворе с помощью специальной полупроницаемой мембраны.

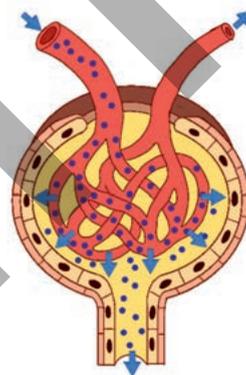
**Гиподерма** – слой кожи, расположенный под эпидермисом и дермой; в основном состоит из жировой ткани. Основные функции этого слоя – запасание питательных веществ и предотвращение потери тепла.

**Гомеостаз** – процесс поддержания относительной динамической стабильности состава и свойств внутренней среды организма, необходимой для нормального функционирования клеток и всего организма.

**Гормон** (от греч. *hormao* – возбуждаю, привожу в движение) – биологически активное вещество, вырабатываемое эндокринными железами.

**Гуморальная регуляция** (от лат. *humor* – жидкость) – процесс регулирования деятельности органов и тканей организма с помощью гормонов, биологически активных веществ, ферментов, ионов и других химических соединений, транспортируемых кровью, лимфой и другими жидкостями организма.

**Капсула Боумана** – бокаловидная начальная часть нефрона, в которой происходит фильтрация крови и образуется первичная моча.



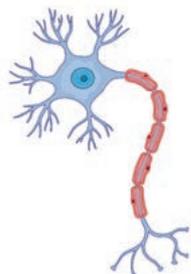
**Мальпигиевы сосуды** – основной выделительный орган насекомых и паукообразных; представляют собой тонкие и длинные трубочки, расположенные вокруг кишечника (обычно в месте соединения средней и задней кишки). Один их конец открывается в кишечник, а другой расположен свободно в полости тела. Они обеспечивают выведение азотсодержащих продуктов обмена.

**Метанефридий** – выделительный орган некоторых беспозвоночных (главным образом кольчатых червей), состоящий из воронкообразной трубочки, которая открывается в полость тела (целом), откуда фильтрует жидкости и выводит их наружу.

**Миелин** – жироподобное, беловато-блестящее вещество, образующее защитную оболочку вокруг аксонов нейронов; состоит преимущественно из липидов и белков. Миелин значительно увеличивает скорость проведения электрических импульсов по нервным волокнам.

**Нейроглия** – группа специализированных клеток нервной ткани, которые поддерживают, защищают и питают нейроны.

**Нейрон** – основная специализированная клетка нервной ткани, которая принимает сигналы и передаёт их другим нейронам, мышцам или железам.



**Нефрон** – основная функциональная и структурная единица почек человека и других позвоночных животных; обеспечивает образование мочи путём фильтрации плазмы крови.



**Отолит** (от греч. *otos* – ухо, *lithos* – камень) – мелкие кристаллы карбоната кальция, расположенные во внутреннем ухе и помогающие ощущать равновесие и положение тела.

**Перилимфа** – жидкость, заполняющая пространство между костным и перепончатым лабиринтами внутреннего уха.

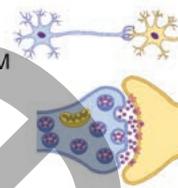
**Петля Генле** – U-образный участок нефрона в почке, соединяющий проксимальный и дистальный канальцы.

**Протонефридий** – выделительный орган плоских червей, состоящий из разветвлённой системы канальцев и “пламенных клеток”, обеспечивающих выведение из организма избыточной воды и вредных веществ.

**Реабсорбция** (от лат. *re* – обратно, *absorptio* – всасывание) – процесс обратного всасывания жидкости из полостей и имеющих полость анатомических структур в организме. Чаще всего этот термин используется для описания процессов в выделительной системе, где из первичной мочи активно всасываются обратно в кровь различные вещества.

**Рецептор** (от лат. *recipere* – принимать) – специализированная клетка, группа клеток или нервное окончание, которое принимает раздражение и преобразует его в сигнал (нервный импульс), передаваемый в нервную систему.

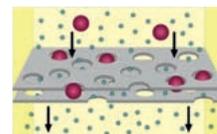
**Синапсы** – специальные структуры, которые дают возможность нейронам (нервным клеткам) передавать сигналы другим нейронам, а также мышцам или железам.



**Сфинктер** – группа мышц, расположенная в области входа или выхода трубчатых органов (например, кишечника, мочевого пузыря, пищевода) и регулирующая их открывание и закрывание.

**Трансплантация** – процесс пересадки ткани или органа из одной части тела в другую у одного и того же человека, либо от одного человека другому.

**Фильтрация** – процесс отделения частиц, растворённых или смешанных в жидкости (например, в воде), путём их прохождения или сцеживания через специальную перегородку (фильтр), которая задерживает одни вещества и пропускает другие.



**Эндокринные железы** (от греч. *endo* – внутренний, *krino* – выделяю) – органы, которые выделяют синтезируемые ими гормоны, то есть биологически активные вещества, в кровь и лимфу. Их также называют железами внутренней секреции.

**Эндолимфа** – жидкость специфического состава, заполняющая перепончатый лабиринт улитки во внутреннем ухе и играющая важную роль в формировании слуха и равновесия.

**Эпидермис** – самый внешний слой кожи человека. Его функция – защита тела от механических воздействий, солнечных лучей, химических веществ и вредных микроорганизмов.

## BURAXILIŞ MƏLUMATI

Ümumi təhsil müəssisələrinin 9-cu sinifləri üçün  
biologiya fənni üzrə dərslik (1-ci hissə)  
rus dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər Elşad Yunusov  
Rəşad Səlimov  
Nailə Əliyeva  
Xumar Əhmədbəyli  
Elnur Məmmədov

Tərcümə Xumar Əhmədbəyli  
Redaktor Nailə Əliyeva  
Bədii redaktor Taleh Məlikov  
Texniki redaktor Zeynal İsayev  
Dizayner Taleh Məlikov  
Rəssam Fərid Quliyev  
Korrektor Olqa Kotova

Məsləhətçilər

Elvin Hüseynov – baş müəllim  
Sevinc Hübətova – biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
Yaşar Seyidli – biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Rəyçilər

Aygün Bəşirova – Sumqayıt şəhər 15 saylı orta məktəbin müəllimi.  
Reyhan Yunisova – Sumqayıt şəhəri 23 saylı orta məktəbin müəllimi  
Camal Kərimov – Zəngilan rayon 14 saylı orta məktəbin müəllimi  
Şəlalə Əkbərli – Şəki şəhəri Kimya biologiya təmayüllü respublika liseyinin müəllimi

© Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi:

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı bir hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

ISBN 978-9952-550-10-8

Hesab-nəşriyyat həcmi: 9,8. Fiziki çap vərəqi: 12,0. Səhifə sayı: 96.  
Kəsimdən sonra: 220 × 275. Kağız formatı: 57 × 90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Şrift və ölçüsü: Segoe, 12pt.  
Ofset çapı. Sifariş\_\_\_\_. Tiraj: . Pulsuz. Bakı – 2026

Əlyazmanın yığıma verildiyi və çapa imzalandığı tarix:

Çap məhsulunu hazırlayan:  
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş., A.Cəlilov küç., 86).

Çap məhsulunu istehsal edən:

# Pulsuz



## Əziz məktəbli !

Bu dərslik sizə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sizə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, siz də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnmələrdən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsınız ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşınız ondan sizin kimi rahat istifadə edə bilsin. Sizə təhsildə uğurlar arzulayırıq!

