

В. И. Соболев

БИОЛОГИЯ

**Учебник для 8 класса
общеобразовательных учебных заведений
с обучением на русском языке**

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины

Каменец-Подольский



«Абетка»

2016

ББК 28.6я721

С54

*Рекомендовано Министерством образования и науки Украины
(приказ Министерства образования и науки Украины от 10.05.2016 г. № 491)*

Издано за счёт государственных средств. Продажа запрещена

Переведено по изданию: В. И. Соболев. *Биология : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл.* / В. И. Соболев. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2016. – 288 с. : іл.

Эксперты, которые выполнили экспертизу данного учебника во время проведения конкурсного отбора проектов учебников для учащихся 8 класса общеобразовательных учебных заведений и сделали вывод о целесообразности предоставления учебнику грифа «Рекомендовано Министерством образования и науки Украины»:

Т. М. Нерези, учитель биологии Мерефянского медицинского лицея Харьковского районного совета Харьковской области, учитель-методист;

И. А. Савич, методист КУ «Запорожский областной институт последипломного педагогического образования» ЗОС;

М. Ф. Войцеховский, директор Института последипломного педагогического образования Киевского педагогического университета имени Бориса Гринченко, кандидат педагогических наук, доцент

Соболев В. И.

С54 Биология : учеб. для 8 кл. общеобразоват. учеб. заведений с обучением на рус. яз. / В. И. Соболев. – Каменец-Подольский : Абетка, 2016. – 288 с. : ил.
ISBN 978-966-682-382-6.

ББК 28.6я721

Навчальне видання

СОБОЛЬ Валерій Іванович

БІОЛОГІЯ

**Підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням російською мовою
(Російською мовою)**

Головний редактор *Любов Скоб'як*

В оформленні підручника використано фото та ілюстрації з:

<https://unsplash.com>; <https://www.pexels.com>; <http://free-stock.photo>; <http://albumarium.com>;
<http://www.lifeofpix.com>; <https://pixabay.com>; <http://www.freestockphotos.biz>;
<http://ru.freeimages.com>; <https://www.flickr.com>; <http://www.visipix.com>; <http://www.dreamstime.com>;
<http://www.freeimages.com>; <http://openphoto.net>; <http://www.stockvault.net>; <http://www.imcreator.com>

Підписано до друку 08.06.2016. Формат 70х100/16. Папір офсет.

Ум. друк. арк. 23,328. Наклад 24 966 пр. Зам. №372

ТЗОВ «АБЕТКА». Свідectво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 19.06.2001 р. Серія ДК № 495.

32300, Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський, вул. Князів Коріатовичів, 9а; а/с 111;

Тел./факс: (03849) 2-73-84; моб.: 0984253404, 0501931724, 0673808375;

e-mail: abetka2006@yandex.ru, <http://www.abetka.in.ua>

Віддруковано з готових фотоформ на ПП «Юнісофт». Свідectво ДК №3461 від 14.04.2009 р.

61036, м. Харків, вул. Морозова 13

© Соболев В. И., 2016

© Сысын О. В., перевод, 2016

© «Абетка», 2016

© «Абетка», оригинал-макет, 2016

ISBN 978-966-682-378-9 (укр.)

ISBN 978-966-682-382-6 (рус.)

СОДЕРЖАНИЕ

Как работать с учебником?	5
Введение	
§ 1. Организм человека как биологическая система	6
§ 2. Жизнедеятельность организма человека	10
§ 3. Регуляторные системы организма человека	14
§ 4. Значение знаний о человеке	18
Обобщение темы «Введение».....	22
Самоконтроль знаний.....	23
Тема 1. Обмен веществ и превращение энергии в организме человека	
§ 5. Обмен веществ и превращение энергии в организме человека – основное свойство живого	24
§ 6. Питание человека и обмен веществ. Еда человека	28
§ 7. Значение компонентов продуктов питания.....	32
Обобщение темы 1. Обмен веществ и превращение энергии в организме человека.....	36
Самоконтроль знаний.....	37
Тема 2. Пищеварение	
§ 8. Пищеварение человека. Обзор строения пищеварительной системы.....	38
§ 9. Пищеварение в ротовой полости	42
§ 10. Пищеварение в желудке.....	46
§ 11. Пищеварение в кишечнике	50
§ 12. Регуляция пищеварения. Пищевые расстройства	54
Обобщение темы 2. Пищеварение.....	58
Самоконтроль знаний.....	59
Тема 3. Дыхание	
§ 13. Дыхание и его значение.....	60
§ 14. Дыхательная система человека	64
§ 15. Процесс дыхания	68
§ 16. Регуляция дыхания. Профилактика заболеваний дыхательной системы	72
Обобщение темы 3. Дыхание.....	76
Самоконтроль знаний.....	77
Тема 4. Транспорт веществ	
§ 17. Транспорт веществ. Внутренняя среда организма	78
§ 18. Кровь и лимфа	82
§ 19. Кроветворение. Форменные элементы крови.....	86
§ 20. Группы крови. Переливание крови. Свёртывание крови	90
§ 21. Система кровообращения. Сердце	94
§ 22. Кровеносные сосуды. Движение крови	98
§ 23. Сердечно-сосудистые болезни	102
Обобщение темы 4. Транспорт веществ.....	106
Самоконтроль знаний.....	107
Тема 5. Выделение. Терморегуляция	
§ 24. Выделение – важный этап обмена веществ.....	108
§ 25. Регуляция мочеобразования. Заболевания органов мочевыделения	112
§ 26. Кожа, функции и строение.....	116
§ 27. Терморегуляция	120
Обобщение темы 5. Выделение. Терморегуляция	124
Тема 6. Опора и движение	
§ 28. Опора человека	125
§ 29. Кость как орган скелетной системы.....	129
§ 30. Скелет человека	133
§ 31. Движение человека. Мышцы.....	137

§ 32. Работа мышц. Усталость мышц	141
§ 33. Развитие опорно-двигательной системы	145
Обобщение знаний темы 6. Опора и движение	149
Самоконтроль знаний.....	150
Тема 7. Связь организма человека с внешней средой. Нервная система	
§ 34. Нервная регуляция	151
§ 35. Нервная система	155
§ 36. Спинной мозг, функции и строение	159
§ 37. Головной мозг, функции и строение	163
§ 38. Обработка информации в ЦНС.....	167
§ 39. Периферическая нервная система.....	171
§ 40. Заболевания нервной системы	175
Обобщение темы 7. Связь организма человека с внешней средой.	
Нервная система	179
Самоконтроль знаний.....	180
Тема 8. Связь организма человека с внешней средой. Сенсорные системы	
§ 41. Общая характеристика сенсорных систем	181
§ 42. Зрительная сенсорная система.....	185
§ 43. Зрение человека. Нарушение зрения	189
§ 44. Слуховая сенсорная система.....	193
§ 45. Сенсорные системы вкуса и обоняния	197
§ 46. Сенсорные системы равновесия и движения	201
§ 47. Сенсорные системы осязания, температуры, боли	205
Обобщение темы 8. Связь организма человека с внешней средой.	
Сенсорные системы	209
Самоконтроль знаний.....	210
Тема 9. Высшая нервная деятельность	
§ 48. Высшая нервная деятельность.....	211
§ 49. Безусловные рефлексы человека. Врождённое поведение человека	215
§ 50. Условные рефлексы человека. Приобретённое поведение	219
§ 51. Научение. Умственная деятельность	223
§ 52. Речь. Мышление	227
§ 53. Сознание. Память.....	231
§ 54. Сон. Биологические ритмы.....	235
Обобщение знаний темы 9. Высшая нервная деятельность.....	239
Самоконтроль знаний.....	240
Тема 10. Регуляция функций организма	
§ 55. Гомеостаз и регуляция функций организма человека	241
§ 56. Эндокринная регуляция	245
§ 57. Железы внутренней и смешанной секреции.....	249
§ 58. Стресс. Эндокринные нарушения	253
§ 59. Иммунная регуляция.....	257
§ 60. Иммуитет	261
§ 61. Иммунные нарушения	265
Обобщение темы 10. Регуляция функций организма.....	269
Самоконтроль знаний.....	270
Тема 11. Размножение и развитие человека	
§ 62. Репродуктивная система человека, строение и функции.....	271
§ 63. Половое созревание	275
§ 64. Оплодотворение. Эмбриональное развитие.....	279
§ 65. Постэмбриональное развитие человека.....	283
Обобщение темы 11. Размножение и развитие человека.....	287
Обобщение курса.....	288

КАК РАБОТАТЬ С УЧЕБНИКОМ?

Учебник, который вы держите в руках, ознакомит вас с особенностями жизнедеятельности, строения и поведения человека. Но перед тем, как начать изучение, запомните, что организм человека – это не только биологическая система, состоящая из клеток, тканей, органов и систем органов. Человек – наиболее совершенное творение природы с удивительным внутренним миром. Каждый человек – неповторим, такого, как он, не было, нет в настоящем времени и не будет в будущем. Этот учебник даст вам не только новые знания, но и поможет сформировать *собственные способы деятельности*, чтобы вы смогли реализовать одну из самых высоких человеческих потребностей – потребность творить. А для этого нужно познать самих себя. «Познай себя и ты познаешь мир», – говорили древние мудрецы. Познание самого себя откроет вам возможности собственного прогресса, успеха, счастья и уважения к себе и тем, кто вас окружает.

Материал учебника разделён на темы и отдельные параграфы. Основными частями параграфов учебника являются такие рубрики.



Вводная часть содержит цитату, рубрики «*Основные понятия и ключевые термины*», «*Вспомните!*», «*Знакомьтесь!*», «*Интересно знать*», «*Новости из мира науки*», «*Подумайте!*», а также иллюстративные задания, вводные упражнения, классические эксперименты для формирования мотивации к обучению. В этой части, кроме того, представлены задания, иллюстрации, сведения об организме человека, кроссворды и др.



«**СОДЕРЖАНИЕ**» содержит материал для усвоения и формирования новых знаний, умений, навыков, способов деятельности. В нём большими буквами синего цвета выделены **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**, организующие важнейшую информацию, а малыми синими буквами – **ключевые термины**, обобщают какую-то часть информации. Основные понятия и ключевые термины являются обязательными для запоминания в отличие от понятий, представленных *курсивом*. С их помощью выделяются определения, названия явлений, понятия, которые вы будете изучать позже. Материал содержания разделён на рубрики, к которым поставлен вопрос, а в конце – обобщающий вывод.



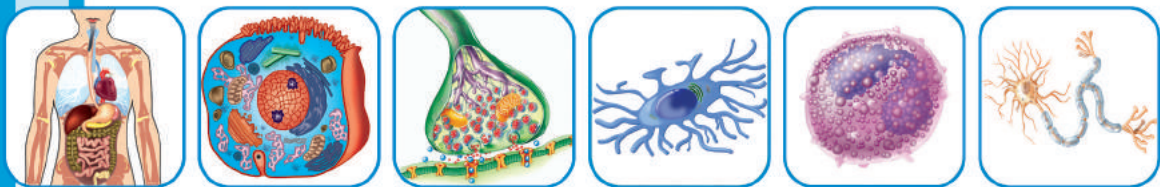
«**ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**» содержит материал для формирования *способов продуктивной деятельности*, развития творческой активности и исследовательских умений. Целью этой части параграфа являются укрепление, углубление, расширение знаний путём *самостоятельного выполнения задач* и создания *собственных образовательных продуктов*. Это проекты, рисунки, выводы, исследования, презентация, *собственные рекомендации* и др. Эта часть содержит темы проектов, творческие задания, межпредметные задачи «Биология + ...» и т. д. Для формирования практических и исследовательских умений в рубрике «*Учимся познавать*» даны инструктивные карточки к практическим работам, исследовательским задачам и лабораторным исследованиям.



«**РЕЗУЛЬТАТ**» содержит задания для закрепления, контроля и коррекции знаний и самооценки учебной деятельности. Эти задачи подаются с постепенным усложнением, с указанием уровня их сложности и оценки в баллах.

В конце каждой темы приведён блок важнейшей информации, содержащей цитату, таблицу или схему, общий тематический вывод. Все это объединено под рубрикой «*Обобщение темы*». Для проверки качества усвоения материала темы в рубрике «*Самоконтроль знаний*» предлагаются новые и интересные для вас виды тестов.

Искренне желаем вам успехов в учёбе и осуществлении собственных интеллектуальных открытий!



ВВЕДЕНИЕ

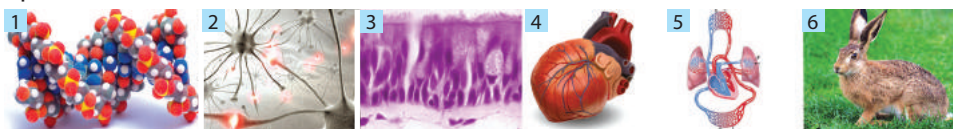
Мы можем видеть и слышать, двигаться и разговаривать, спать и есть, мёрзнуть и чувствовать боль, смеяться и плакать ... И любое, даже самое маленькое, проявление жизни – результат работы всего организма.

Детская энциклопедия «Аванта +»

§ 1. ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Основные понятия и ключевые термины: **ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА. Клетка. Ткань. Органы. Физиологические системы. Регуляция функций человека.**

Вспомните! Что такое организм? Назовите уровни организации животного организма.



Подумайте!

«Мы живём в мире, в котором люди знают гораздо больше о внутреннем устройстве автомобиля или о работе ноутбука, сенсорного телефона, чем о собственном организме. Но для каждого из нас жизненно важно понимание того, что такое наше тело, как оно упорядочено и как работает, что его поддерживает, а что выводит из равновесия. Такие «пробелы в образовании» дорого стоят человеку и создают проблемы с самим собой, в общении с людьми и природой».



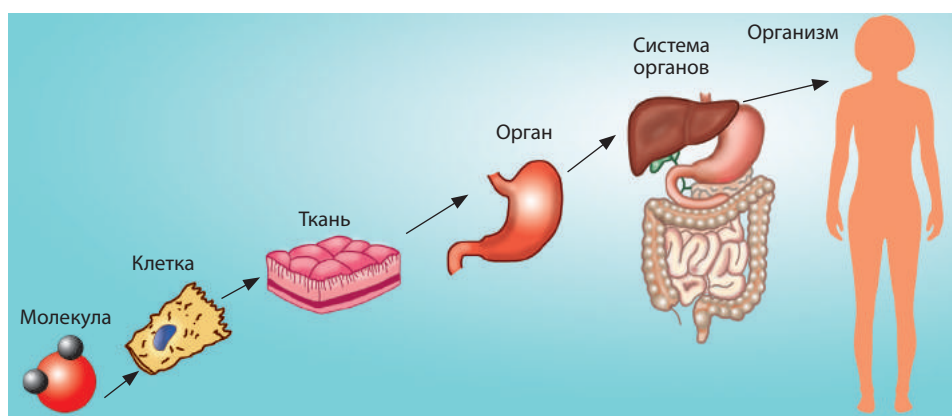
СОДЕРЖАНИЕ

Почему организм человека является биологической системой?

Современное научное понимание организации всего живого основывается на *структурно-функциональном подходе*, согласно которому объекты живой природы являются биологическими системами. Строение и функции – это два взаимосвязанных проявления существования биологической системы.

Организм человека является одной из самых сложных биосистем, имеющих следующие уровни организации: *молекулярный, клеточный, тканевый, органнй, системный*. На каждом из этих уровней происходят согласованные процессы, определяющие целостное существование организма.

Организм человека – это *открытая система*, которая находится в состоянии постоянного взаимодействия (обмен веществ, энергии и информации) с внешней средой. В этом взаимодействии чрезвычайно важны для организма три фундаментальных свойства: *саморегуляция* для сохранения внутренней устойчивости, *самообновление*, то есть об-



Ил. 1. Уровни организации организма человека

разование новых молекул и структур, и *самовоспроизведение* для обеспечения преемственности между родителями и потомками.

Итак, **ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА** – это целостная открытая биологическая система, которой присущи определённые уровни организации, саморегуляция, самообновление и самовоспроизведение.

Какие уровни организации свойственны организму человека?

Упорядоченность как общее свойство живого имеет особенности, присущие каждому из уровней организации организма человека.

Молекулярный уровень организации. Составляющими этого уровня являются химические элементы и вещества, участвующие в биофизических процессах и биохимических реакциях. Из более чем 100 известных химических элементов около 90 содержится в организме человека. Их разделяют на группы: *органогены* (кислород, водород, углерод, азот), *макроэлементы* (например, кальций, калий, натрий, железо, фосфор, хлор) и *микроэлементы* (например, кобальт, медь, цинк, иод, фтор и др.). Наибольшее содержание среди неорганических соединений приходится на воду (около 60 %) и минеральные соли. Из органических веществ в организме содержатся углеводы, липиды, белки, жиры, нуклеиновые кислоты и др.

Клеточный уровень организации. Основными частями клеток человека, как и растений, животных и грибов, являются *поверхностный аппарат*, *цитоплазма* и *ядро*. Именно на этом уровне впервые проявляются все свойства жизни, поэтому **клетка** является *основной структурной и функциональной единицей организма*.

Тканевый уровень организации формируют клетки, которые объединяются в группы для выполнения определённых жизненных функций. **Ткань** – совокупность клеток и межклеточного вещества, подобных по происхождению, особенностям строения и функциям. В организме человека, как и животных, различают 4 типа тканей – *эпителиальные, соединительные, мышечные и нервные*.

Органный уровень организации определяется упорядоченностью строения и функций органов. В образовании органа обычно участвуют все 4 типа тканей, но определяющей для его деятельности является какая-то одна. Например, в костях такой тканью является соединительная костная, в сердце – мышечная. **Орган** – это часть организма,

имеющая определённое расположение, форму, строение и выполняющая одну или несколько специфических функций. Чаще всего органы человека разделяют по функциям на органы дыхания, пищеварения, и т. п.

Системный уровень организации формируют специализированные физиологические системы организма. **Физиологическая система** – совокупность органов, анатомически связанных между собой для осуществления физиологической функции. В организме человека выделяют опорно-двигательную, кровеносную, дыхательную, пищеварительную, покровную, мочеиспускательную, половую, эндокринную, нервную, сенсорные системы. Органы различных физиологических систем временно соединяются в функциональные системы для обеспечения целостного существования организма.

Итак, **ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА** – упорядоченная уровневая биосистема, в которой выделяют молекулярный, клеточный, тканевый, органный и системный уровни организации.

Как достигается целостность организма человека?

Процессы, происходящие на всех уровнях организации человека, всегда согласованы между собой. Такая согласованность и координация происходят за счёт процессов регуляции функций организма человека.

Регуляция функций человека – совокупность процессов, обеспечивающих согласованный и скоординированный ответ организма на изменения условий среды. Возникают эти процессы на уровне клеток, порождающих сигналы. Так нейроны формируют электрические сигналы, клетки жёлёз производят вещества, являющиеся химическими сигналами. Передаются эти сигналы по всему организму нервными путями или жидкостями внутренней среды (кровью, тканевой жидкостью и лимфой). В организме человека функционируют механизмы нервной, гуморальной и иммунной регуляции.

Нервная регуляция – это регуляция функций организма нервными импульсами, которые передаются по нервным путям и оказывают направленное кратковременное влияние.

Гуморальная регуляция – это регуляция с помощью химических соединений, которые переносятся в организме жидкостями внутренней среды для обеспечения длительного и общего воздействия на клетки, ткани и органы.

Иммунная регуляция – это регуляция с помощью химических соединений и клеток, которые переносятся в организме жидкостями внутренней среды для обеспечения защитного воздействия на клетки, ткани и органы.

Эти механизмы регуляции функций между собой тесно взаимосвязаны. Например, на деятельность нервной системы влияют такие гуморальные факторы, как гормоны (например, адреналин), а защиту клеток нервной системы обеспечивают вещества и клетки иммунной системы.

Регуляция функций организма человека имеет особенности, связанные с более сложным, чем у животных, общественным поведением, развитой членораздельной речью, высшими эмоциями, развитой умственной деятельностью и т. п.

Итак, целостность и жизнедеятельность организма человека на разных уровнях его организации обеспечиваются взаимодействующими механизмами нервной, гуморальной и иммунной регуляции функций организма.

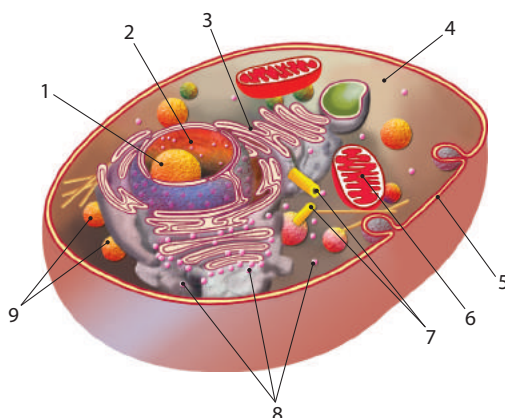


ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Задание 1. Рассмотрите иллюстрацию 2 и назовите составные и органеллы клетки. Вспомните, какие функции выполняют обозначенные органеллы клетки.

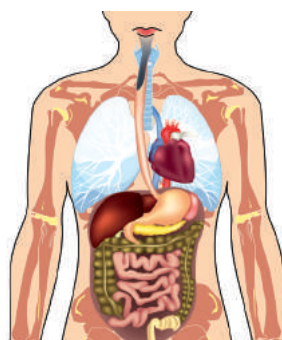
Задание 2. Рассмотрите иллюстрацию 3, распознайте изображенные на ней органы. Заполните таблицу и сделайте вывод об организме человека как биологической системе.



Ил. 2. Строение животной клетки

ЖИЗНЕННЫЕ ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Орган	Система органов	Жизненная функция
		Опора и движение
		Пищеварение
		Дыхание
		Транспорт веществ
		Регуляция процессов



Ил. 3. Органы организма человека

Биология + Философия

Философия (от греч. *любовь к мудрости, любовь к знаниям*) – наука, предметом которой являются отношения человека с окружающим миром. Одна из функций философии – это помощь человеку в познавательной деятельности. Известный немецкий философ Г. В. Ф. Гегель (1770–1831) отметил, что «части и органы живого тела становятся простыми составляющими только под рукой анатома». Объясните это мудрое изречение, используя знания об организме человека как целостной биологической системе.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое организм человека? 2. Что такое биологические системы? 3. Назовите уровни организации организма человека. 4. Что такое клетка? 5. Что такое ткань? 6. Что такое органы и физиологические системы?
7 – 9	7. Почему организм человека является биологической системой? 8. Назовите уровни организации организма человека. 9. Как достигается целостность организма человека?
10 – 12	10. Докажите, что организм человека является биологической системой.

§ 2. ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Основные понятия и ключевые термины: **ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА. КЛЕТКА. ТКАНИ.**

Вспомните! Сопоставьте краткие определения функций с их названиями.

А Изменение положения частей тела или тела в пространстве	1 Пищеварение
Б Воспроизведение себе подобных	2 Дыхание
В Измельчение и расщепление сложных питательных веществ	3 Транспорт веществ
Г Перенос веществ в организме с помощью жидкостей	4 Выделение
Д Удаление из организма продуктов обмена веществ	5 Движение
Е Поступление в организм O_2 и выделение CO_2	6 Опора
Ж Осуществление защиты и движения организма	7 Размножение
З Обеспечение упорядоченности жизненных процессов	8 Регуляция процессов



Вступительное упражнение

Американский профессор К. Шмидт-Нильсон в предисловии к своей книге «Физиология животных» писал: «Физиология является наукой о еде и питании, пищеварении, дыхании, транспорте газов крови, кровообращении и функциях сердца, выделении и функциях почек, о мышцах и движении и др. ...Физиология не только описывает различные функции: она также ставит вопрос “почему?” и “как?”». Сформулируйте несколько вопросов о жизненных функциях своего организма.



Содержание

Каковы основные функции и свойства организма человека?

Основными физиологическими функциями (от лат. *functio* – осуществление, исполнение), или жизненными функциями, как вы уже знаете, являются *пищеварение, дыхание, транспорт веществ, выделение, движение, опора, размножение, регуляция процессов*. Эти жизненные проявления формируют свойства организма, то есть его существенные признаки строения, жизнедеятельности и поведения. Среди важнейших свойств организма человека выделим *обмен веществ и превращение энергии, гомеостаз, раздражительность, развитие, рост и адаптивность*. Суть этих свойств раскрывается в следующих параграфах учебника.

Любая из физиологических функций и свойств является результатом деятельности клеток, тканей, органов и физиологических систем. Так, например, функцию транспорта веществ в организме человека выполняет кровеносная система, состоящая из сердца и кровеносных сосудов.

Итак, **ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА** – это совокупность биологических процессов, обеспечивающих функционирование организма.

Почему клетка является основной функциональной единицей организма человека?

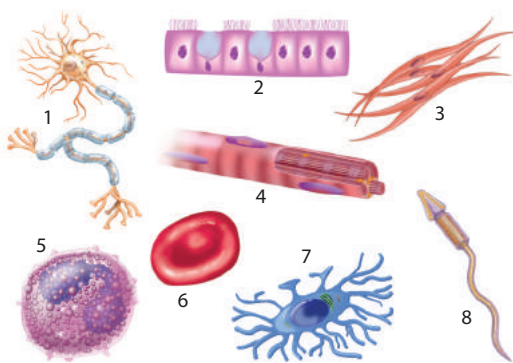
Основой жизнедеятельности организма являются процессы, происходящие в клетках. Эти процессы могут быть *биохимическими* (например, реакции синтеза или разложения веществ) и *биофизическими* (например, взаимопревращение видов энергии или электрические явления).

Поэтому чтобы понять, как работает клетка, необходимы знания физики и химии.

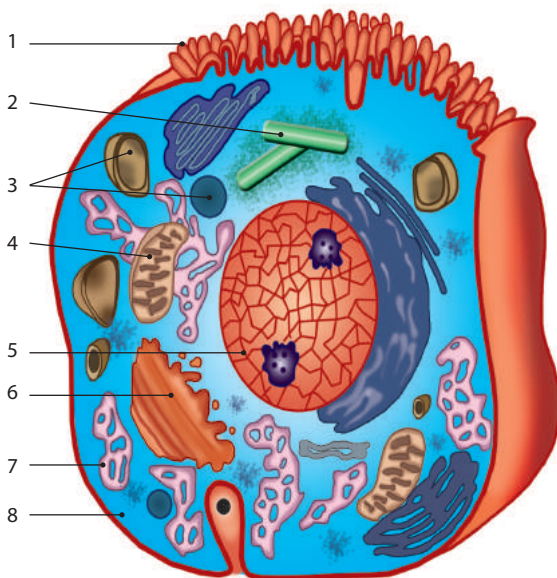
Процессы, которые осуществляются клетками, чрезвычайно разнообразны, и именно они определяют различия клеток в строении, размерах, форме. Так, проведение электрических сигналов способствовало появлению в нейронах коротких и длинных отростков, а осуществление активных движений является причиной удлинённой формы мышечных клетки и наличия сократительных нитей. Размеры клеток колеблются от 4–5 мкм (тромбоцитов) до 200 мкм (в яйцеклетке). В зависимости от формы в организме человека выделяют около 200 различных типов клеток: шаровидные яйцеклетки, удлинённые миоциты, дискообразные эритроциты, звёздчатые нейроны, плоские эпителиоциты и др.

Клетки организма человека образованы структурами, каждая из которых выполняет свои функции. Взаимодействие с окружающей средой обеспечивает **клеточная мембрана**. Она организует транспорт веществ, энергии и информации между клетками, воспринимает раздражение и т. п. Внутреннее пространство клетки заполнено **цитоплазмой**,

содержащей органеллы – постоянные структуры, выполняющие жизненно важные процессы. Так, **митохондрии** осуществляют окисление веществ и синтез **АТФ**, **лизосомы** – расщепление сложных питательных соединений. Основной функцией **эндоплазматической сетки** является транспорт веществ внутри клетки. В синтезе белков участвуют **рибосомы**. Превращение веществ в гормоны, ферменты и другие функциональные соединения происходит в **аппарате Гольджи**. **Клеточный центр** участвует в делении клеток. **Ядро** является важнейшей частью клетки,



Ил. 4. Разнообразие клеток человека: 1 – нейрон; 2 – эпителиальные клетки – эпителиоциты; 3 – миоциты; 4 – мышечное волокно; 5 – лейкоцит; 6 – эритроцит; 7 – костная клетка – остеокит; 8 – мужская половая клетка – сперматозоон



Ил. 5. Строение клетки организма человека: 1 – мембрана; 2 – клеточный центр; 3 – лизосомы; 4 – митохондрия; 5 – ядро; 6 – аппарат Гольджи; 7 – эндоплазматическая сетка, 8 – цитоплазма

поскольку в нём сосредоточена генетическая информация всего организма, и оно регулирует деятельность клетки.

Итак, **КЛЕТКА** – это функциональная единица организма, которая осуществляет процессы, являющиеся основой физиологических функций и свойств организма.

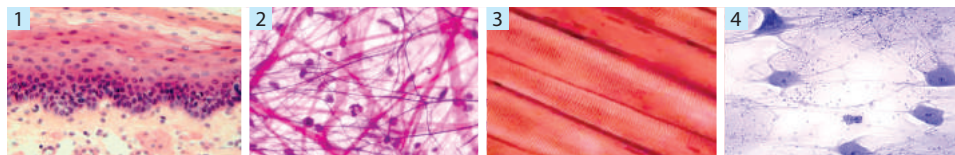
Что является причиной разнообразия тканей в организме человека?

ТКАНЬ – совокупность клеток с межклеточным веществом, подобных по расположению, строению и функциям. Ткани животных и человека, в отличие от растительных тканей, содержат межклеточное вещество и образуются из зародышевых листков.

Эпителиальные ткани размещены на границе между внешней и внутренней средой организма и осуществляют функции защиты, выделения и обмена веществ со средой. В связи с пограничным расположением эти ткани способны к регенерации, образованы плотно соединёнными клетками и незначительным количеством межклеточного вещества. Основными видами эпителия являются *покровные* и *железистые*. Эпителий может состоять из одного (однослойный) или из нескольких слоёв (многослойный) клеток. Различают эпителии по форме клеток (плоский, кубический, цилиндрический и др.).

Соединительные ткани состоят из различных по форме клеток и развитого межклеточного вещества. Эти ткани образуют кости, хрящи, входят в состав внутренних органов и соединяют их между собой. По функциям соединительные ткани бывают *опорными* (костная, хрящевая), *опорно-трофическими* (рыхлая волокнистая, жировая) и *трофическими* (кровь, лимфа). Этим тканям принадлежит исключительная роль в восстановительных процессах благодаря высокой способности к регенерации.

Мышечные ткани образованы из удлинённых клеток с сократительными волокнами – *миофибриллами*. Различают гладкую и поперечно-полосатую мышечные ткани. *Гладкая мышечная ткань* образует стенки сосудов, внутренних органов, обеспечивает движение кишечника, мочеиспускание и др. *Поперечно-полосатая мышечная ткань* делится на скелетную и сердечную. Скелетная поперечно-полосатая ткань образует скелетные мышцы, диафрагму, язык, а сердечная поперечно-полосатая мышечная ткань является основой сердечной мышцы (миокарда).



Ил. 6. Ткани организма человека:

1 – эпителиальная; 2 – соединительная; 3 – мышечная; 4 – нервная

Нервная ткань состоит из нейронов и клеток, которые их окружают и образуют нейроглию. Нервная ткань формирует нервы, нервные узлы, головной и спинной мозг. Она обеспечивает восприятие раздражений, их преобразование в импульсы, анализ информации и формирование рефлексов – реакций на воздействия факторов среды.

Итак, разнообразие тканей в организме человека обусловлено их расположением и функциональным назначением.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Лабораторное исследование

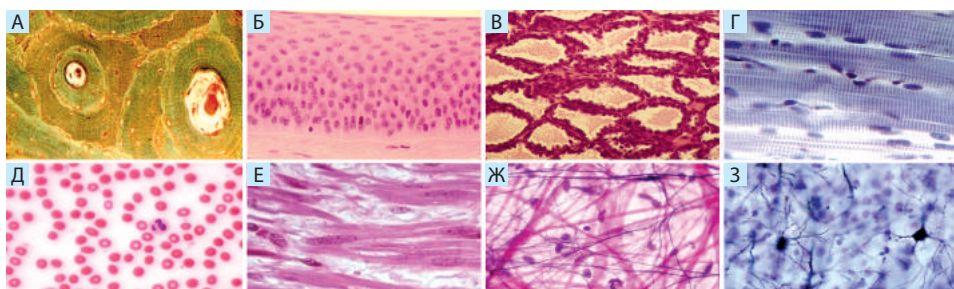
ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ПРЕПАРАТАМИ ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Цель: развивать умение выделять особенности строения и жизнедеятельности, по которым распознают типы тканей.

Оборудование: препараты тканей на рисунках или фотографиях.

Ход работы

1. Рассмотрите иллюстрации и сопоставьте названные виды тканей с их изображением: 1 – многослойная покровная ткань роговицы глаза; 2 – костная ткань с остеонами; 3 – нейроны; 4 – рыхлая ткань с развитыми волокнами; 5 – железистая ткань щитовидной железы с протоками; 6 – поперечно-полосатая ткань скелетных мышц; 7 – гладкая ткань мочевого пузыря; 8 – кровь.



2. Заполните в рабочей тетради таблицу.

Особенности тканей организма человека

Препарат	Особенности тканей	Тип тканей
А – ...		

Биология + Физика

Организм человека – электрифицированная система, в которой электрические процессы являются основой деятельности многих органов. Начало изучения биоэлектрических явлений и основание электрофизиологии связаны с именем итальянского учёного *Луиджи Гальвани* (1737–1798). Он первым исследовал электрические явления при сокращении мышц у лягушки («животное электричество»). Интересно, как возникают электрические явления в организме человека?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое жизнедеятельность организма? 2. Назовите основные физиологические функции человека. 3. Что такое клетка? 4. Опишите строение клеток человеческого организма. 5. Что такое ткань? 6. Назовите типы тканей в организме человека.
7 – 9	7. Каковы основные функции и свойства организма человека? 8. Почему клетка является основной функциональной единицей организма человека? 9. Какова причина разнообразия тканей в организме человека?
10 – 12	10. Докажите роль клеток и тканей для жизнедеятельности организма человека.

§ 3. РЕГУЛЯТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Основные понятия и ключевые термины: РЕГУЛЯТОРНЫЕ СИСТЕМЫ.

Нервная, эндокринная, иммунная системы.

Вспомните! Что такое регуляция функций организма человека?

Регуляция (от лат. *regulation*) – приводить в порядок, устраивать.



Подумайте!

Организм человека – это сложная система. В нём содержатся миллиарды клеток, миллионы структурных единиц, тысячи органов, сотни функциональных систем, десятки физиологических систем. А благодаря чему они все работают слаженно, как единое целое?



СОДЕРЖАНИЕ

Каковы особенности регуляторных систем организма человека?

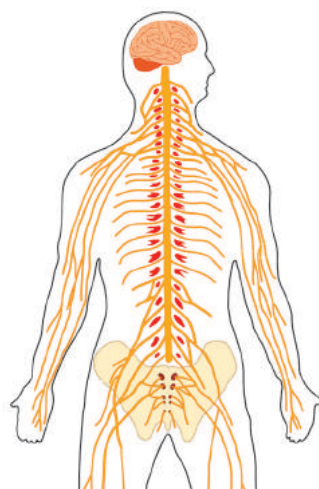
РЕГУЛЯТОРНЫЕ СИСТЕМЫ – это совокупность органов, оказывающих ведущее влияние на деятельность физиологических систем, органов и клеток. Эти системы имеют особенности строения и функций, связанные с их назначением.

В регуляторных системах имеются центральные и периферические отделы. В центральных органах формируются руководящие команды, а периферические органы обеспечивают распределение и передачу их рабочим органам для выполнения (*принцип централизации*).

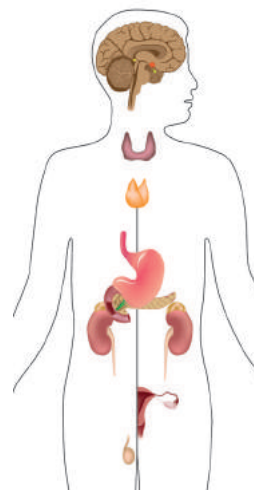
Для осуществления контроля за выполнением команд центральные органы регуляторных систем получают ответную информацию от рабочих органов. Эту особенность деятельности биологических систем называют *принципом обратной связи*.

Информация от регуляторных систем по всему организму передаётся в виде сигналов. Поэтому клетки таких систем обладают способностью продуцировать электрические импульсы и химические вещества, кодировать и распространять информацию.

Регуляторные системы осуществляют регуляцию функций в соответствии с изменениями внешней или внутренней среды. Поэтому руководящие команды, которые направляются в органы, имеют или стимулирующий, или замедляющий характер (*принцип двойного действия*).



Ил. 7. Нервная система человека



Ил. 8. Эндокринная система человека

Такие особенности в организме человека свойственны трём системам – **нервной, эндокринной и иммунной**. И именно они являются регуляторными системами нашего организма.

Итак, основными особенностями регуляторных систем являются:

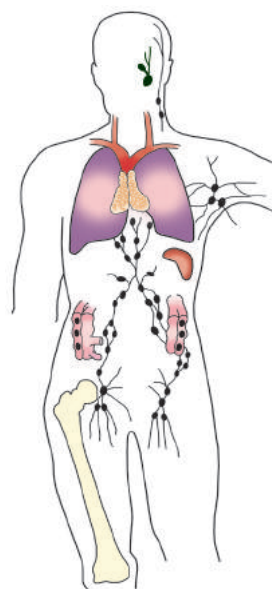
- 1) наличие центральных и периферических отделов; 2) способность продуцировать руководящие сигналы; 3) деятельность по принципу обратной связи; 4) двойной способ регуляции.

Как организована регуляторная деятельность нервной системы?

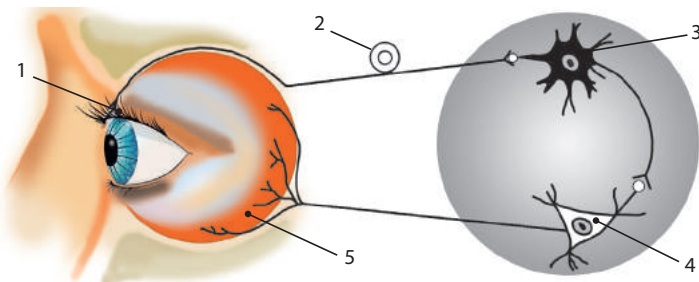
Нервная система – это совокупность органов человека, которые воспринимают, анализируют и обеспечивают деятельность физиологических систем органов в очень быстром режиме. По строению нервную систему делят на две части – центральную и периферическую. К центральной относят головной и спинной мозг, а к периферической – нервы. Деятельность нервной системы – рефлекторная, осуществляется с помощью нервных импульсов, возникающих в нервных клетках. **Рефлекс** – это ответная реакция организма на раздражение, которое происходит при участии нервной системы. Любая деятельность физиологических систем имеет рефлекторный характер. Так, с помощью рефлексов регулируются выделение слюны на вкусную еду, отдергивание руки от колючек розы и т. п.

Рефлекторные сигналы передаются с высокой скоростью нервными путями, образующими **рефлекторные дуги**. Это путь, по которому импульсы передаются от рецепторов к центральным отделам нервной системы и от них – к рабочим органам. Рефлекторная дуга состоит из 5 частей: 1 – рецепторное звено (воспринимает раздражение и превращает в импульсы); 2 – чувствительное (центrostремительное) звено (передает возбуждение в центральную нервную систему); 3 – центральное звено (в нём происходит анализ информации с участием вставных нейронов); 4 – двигательное (центробежное) звено (передает руководящие импульсы к рабочему органу); 5 – рабочее звено (при участии мышц или желез происходит определенное действие) (ил. 10).

Передача возбуждения с одного нейрона на другой осуществляется с помощью **синапсов**. Это участок кон-



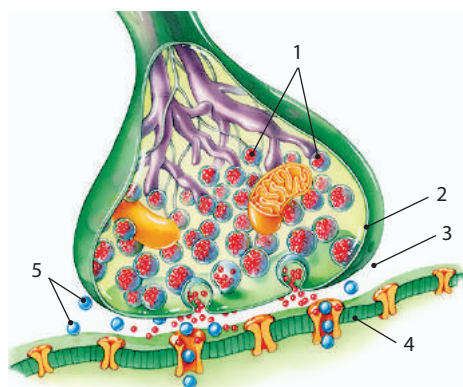
Ил. 9. Иммунная система человека



Ил. 10. Рефлекторная дуга мигательного рефлекса:

- 1 – рецептор; 2 – чувствительный нейрон; 3 – нейрон центрального звена; 4 – двигательный нейрон; 5 – круговая мышца глаза, которая двигает веки

такта одного нейрона с другим или с рабочим органом. Возбуждение в синапсах передаётся особыми веществами-медиаторами. Они синтезируются *пресинаптической мембраной* и накапливаются в синаптических пузырьках. Когда нервные импульсы доходят до синапса, пузырьки лопаются, и медиаторные молекулы попадают в *синаптическую щель*. Мембрана дендрита, называемая *постсинаптической*, принимает информацию и превращает её в импульсы. Возбуждение передаётся дальше уже следующим нейроном.



Ил. 11. Строение синапса:

- 1 – синаптические пузырьки с медиатором;
2 – пресинаптическая мембрана; 3 – синаптическая щель; 4 – постсинаптическая мембрана; 5 – молекулы медиатора

Итак, благодаря электрической природе нервных импульсов и наличию специальных проводящих путей нервная система осуществляет рефлекторную регуляцию очень быстро и обеспечивает конкретное влияние на органы.

Почему эндокринная и иммунная системы являются регуляторными?

Эндокринная система – это совокупность желёз, обеспечивающих гуморальную регуляцию функций физиологических систем. Высшим отделом эндокринной регуляции является гипоталамус, который вместе с гипофизом управляет периферическими железами. Клетки эндокринных желёз образуют гормоны и посылают их во внутреннюю среду. Кровь, а впоследствии и тканевая жидкость, доставляют эти химические сигналы в клетки. Гормоны могут замедлять или усиливать функции клеток. Например, гормон надпочечников адреналин оживляет работу сердца, ацетилхолин – тормозит. Влияние гормонов на органы – это более медленный способ управления функциями, чем с помощью нервной системы, однако это влияние может быть общим и долгосрочным.

Иммунная система – это совокупность органов, образующих специальные химические соединения и клетки для обеспечения защитного воздействия на клетки, ткани и органы. К центральным органам иммунной системы относятся красный костный мозг и тимус, а к периферическим – миндалины, аппендикс, лимфоузлы. Центральное место среди клеток иммунной системы занимают различные лейкоциты, а среди химических соединений – антитела, вырабатываемые в ответ на чужеродные белковые соединения. Клетки и вещества иммунной системы распространяются с помощью жидкостей внутренней среды. А их воздействие, как и гормонов, имеет медленный, длительный и общий характер.

Итак, эндокринная и иммунная системы являются регуляторными системами и осуществляют в организме человека гуморальную и иммунную регуляцию.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с таблицей

Сравните нервную, эндокринную и иммунную регуляторные системы, определите сходство и различия между ними.

Признаки	Нервная система	Эндокринная система	Иммунная система
Центральные отделы			
Периферические отделы			
Управляющие сигналы			
Пути распространения сигналов			
Влияние на функции			

Биология + Нейрофизиология

Платон Григорьевич Костюк (1924–2010) – выдающийся украинский нейрофизиолог. Учёный впервые сконструировал и использовал микроэлектродную технику для исследования организации нервных центров, проник в нервную клетку, зарегистрировав её сигналы. Исследовал, как происходит в нервной системе преобразование информации из электрической формы в молекулярную. Платон Костюк доказал, что важную роль в этих процессах играют ионы кальция. А какова роль ионов кальция в нервной регуляции функций организма человека?



Биология + Психология

Каждый человек реагирует на цвета по-разному, в зависимости от темперамента и состояния здоровья. Психологи на основе отношения к цвету определяют характер человека, его наклонности, интеллект, тип психики. Так, красный цвет укрепляет память, придаёт бодрость и энергичность, возбуждает нервную систему, а фиолетовый цвет усиливает творчество, успокаивающе действует на нервную систему, повышает мышечный тонус. Применив знания о регуляторных системах, попробуйте объяснить механизм воздействия цвета на организм человека.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое регуляторные системы? 2. Назовите регуляторные системы организма человека. 3. Что такое рефлекс? 4. Что такое рефлекторная дуга? 5. Назовите составляющие рефлекторной дуги. 6. Что такое эндокринная и иммунная регуляторные системы?
7 – 9	7. Какие особенности имеют регуляторные системы организма человека? 8. Как организована регуляторная деятельность нервной системы? 9. Почему эндокринная и иммунная системы являются регуляторными?
10 – 12	10. Назовите сходство и различия между нервной, эндокринной и иммунной системами регуляции организма.

§ 4. ЗНАЧЕНИЕ ЗНАНИЙ О ЧЕЛОВЕКЕ

Основные понятия и ключевые термины: **БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. Здоровье. Болезнь.**

Вспомните! Что изучает биология?



Знакомьтесь!

Рене Декарт (1596–1650) – французский математик, философ, физик и физиолог. Этому учёному принадлежат такие высказывания: «*Cogito, ergo sum* (Когито, эрго сум) – Я мыслю, следовательно, я существую», «*Наблюдайте за вашим телом, если хотите, чтобы ваш ум работал правильно*». Подумайте над смыслом высказываний и предложите ответ на вопрос о том, какое значение имеют знания об организме человека в нашей жизни.



СОДЕРЖАНИЕ

Как и для чего изучают организм человека?

БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА – наука, изучающая строение, жизнедеятельность и поведение человека с целью применения знаний в различных областях его деятельности. Для изучения организма человека используются знания многих наук. Это, в первую очередь, естественные (химия, физика, география), биологические (эмбриология, генетика), общественные (философия, история), медицинские (кардиология, неврология), технические (кибернетика, информатика) науки. Фундаментом для биологии человека служат древнейшие науки о нашем организме – анатомия и физиология. Анатомия изучает строение организма человека, а физиология – его жизненные функции. Знания организма человека применяются в самых различных областях человеческой деятельности.

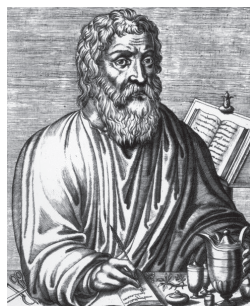
**Таблица 1. ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Отрасль	Примеры применения биологических знаний
Сельское хозяйство	Для выращивания растений, разведения животных, борьбы с вредителями, предотвращения отравлений пестицидами
Промышленность	Для получения пищевых продуктов, натуральных тканей, антибиотиков
Медицина	Для лечения и профилактики болезней, сохранения и укрепления здоровья человека, увеличения продолжительности жизни
Психология	Для познания особенностей поведения человека
Техника	Для создания устройств, аппаратов для хирургии, протезирования, кибернетики
Искусство	Для создания художественных картин, скульптур
Спорт	Для развития физических возможностей организма человека

Организма человека изучают с помощью *наблюдений* и *экспериментов*. Выводы о состоянии организма делают на основании *антро-*

пометрических (например, рост, масса), *физиологических* (например, артериальное давление) и *биохимических* (например, содержание гемоглобина в крови) исследований. Многие процессы в организме являются биоэлектрическими, что обусловило возникновение таких методов, как *электроэнцефалография* (исследование электрической активности мозга), *электрокардиография* (исследование активности сердца) и др. Для исследования строения организма человека используют *микроскопию*, *ультразвуковое исследование*, *рентгенографию*. Современными методами исследования организма человека являются *метод ядерного магнитного резонанса*, *позитронно-эмиссионная томография*, *сканирующая электронная микроскопия* и др.

Основы современной биологии человека были заложены такими выдающимися учёными, как Гиппократ, Авиценна, Парацельс, А. Везалий, В. Гарвей, И. Павлов, К. Бернар и многие другие. Значительный вклад в развитие биологии человека сделали украинские учёные А. Шумлянский, И. Мечников, Н. Пирогов, А. Богомолец, В. Филатов, В. Чаговец, Н. Амосов, П. Костюк и другие.



Ил. 12. Гиппократ – «отец» медицины

Итак, биологические знания о человеке применяются в самых различных областях человеческой деятельности.

Какова направленность современных биологических исследований организма человека?

Современная биология человека направляет свои исследования на решение многих проблем XXI века, среди которых важнейшими являются: перенаселение Земли в целом и сокращение численности населения в отдельных регионах, распространение инфекционных заболеваний (например, СПИДа, прионных инфекций), лечение заболеваний, определение возможностей использования генетически модифицированных организмов (ГМО) и др.

Основными направлениями современных биологических исследований организма человека являются: 1) исследование процессов жизнедеятельности с целью создания биотехнологий (например, для лечения бесплодия, получение тканей и органов для трансплантации); 2) изучение наследственности и изменчивости с целью разработки методов диагностики, лечения наследственных болезней человека; 3) изучение закономерностей старения для увеличения продолжительности жизни; 4) исследование механизмов деятельности мозга (например, для создания биокibernетических систем восприятия и сохранения информации); 5) изучение влияния на организм человека космоса (например, для создания новых материалов, защищающих от воздействия космических факторов); 6) исследование организма с целью конструирования новых технических систем (например, для создания роботов-андроидов, нанотранзисторов, следящих за здоровьем человека, систем искусственного интеллекта).

Итак, биологические исследования организма человека чрезвычайно разнообразны, но определяющей является направленность на изучение строения, физиологических функций и поведения с целью сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни.

Какое значение имеют знания о человеке для сохранения его здоровья?

Как вы знаете, **здоровье человека** – это состояние физического, психического и социального благополучия, которое обуславливает высокую работоспособность и социальную активность человека. Здоровье человека является предметом изучения науки **валеологии** (от греч. *валео* – здоровье, *логос* – учение) и области медицины – **гигиены** (от греч. *гигиенос* – целебный). Валеологические исследования касаются здоровья, а санитарной гигиены – среды обитания и условий жизнедеятельности человека.

В случае несоблюдения рекомендаций по сохранению здоровья могут развиваться заболевания. **Болезнь** – это нарушение нормальной жизнедеятельности организма, в результате чего снижаются его приспособительные возможности. Болезни классифицируют по различным критериям: по причинам возникновения – **инфекционные** (вирусные, бактериальные) и **неинфекционные**, по физиологическим функциям – **болезни дыхания, кровообращения, пищеварения** и др., по признакам пола и возраста – **женские, детские болезни, болезни старости** и др. Основными причинами болезней человека является **гиподинамия,**



Ил. 13. Состояние здоровья человека

стрессы, вредные привычки, неправильное питание, нарушение режима труда и отдыха, состояние окружающей среды, влияние болезнетворных организмов и др.

Возникновение болезней вызывают самые разнообразные факторы, но подсчитано, что в 50 % случаев возникновение болезни связано с образом жизни самого человека. Поэтому каждый из вас должен знать свой организм и заботиться о своем здоровье, что является первой потребностью человека.

Итак, биологические знания об организме человека помогут каждому из вас понять свои возможности, вести здоровый образ жизни и достичь вершин в определённой области.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Сопоставьте науки, изучающие организм человека, и их определения. Если вы правильно ответите, то получите фамилию выдающегося учёного – одного из основоположников космической биологии.

1 Цитология	В Наука о зародышевом развитии человека
2 Гистология	Е Наука о процессах жизнедеятельности организма человека
3 Анатомия	И ₁ Наука о строении и функциях тканей
4 Физиология	И ₂ Наука о взаимосвязи организмов между собой и с окружающей средой
5 Эмбриология	Й Наука, изучающая мозг человека
6 Генетика	Ж Наука о строении организма, его органов и систем
7 Валеология	К Наука о здоровье человека
8 Экология	С Наука о закономерностях наследственности и изменчивости
9 Нейро-биология	Ч Наука о строении и функциях клеток

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Биология + Физика

«8 ноября 1895 немецкий физик В. Рентген допоздна работал в своей лаборатории. Закончив работу, он погасил лампу и вдруг замер от удивления. В полной темноте виднелось лёгкое зеленоватое свечение. На столе стояла баночка с флуоресцентным веществом, и от которого исходило это красивое сияние. Но сияние должно возникать под действием света! Оглянувшись, учёный увидел, что забыл выключить один прибор – электронную вакуумную трубку. Он выключил ток – свечение исчезло, включил – появилось. Итак, решил учёный, от прибора исходит какое-то неизвестное излучение». Подготовьте сообщение о методе исследования организма человека, использующего эти лучи.



Биология + Культура



Леонардо да Винчи (1452–1519) – великий итальянский художник и учёный, яркий представитель типа «универсального человека» (лат. *homo universale*). «Следует понять, что такое человек, жизнь, здоровье и как равновесие, согласованность стихий поддерживают здоровье, а их раздор его разрушает и губит», – писал он. Сравните выражение Л. да Винчи с определением здоровья и предложите свои суждения о значении знаний о человеке для сохранения его здоровья.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что изучает биология человека? 2. В каких сферах жизни применяются биологические знания об организме человека? 3. Назовите науки, изучающие организм человека. 4. Назовите направления современных биологических исследований человека. 5. Каково значение знаний о человеке для сохранения его здоровья? 6. Что такое болезнь?
7 – 9	7. Как и для чего изучают организм человека? 8. Расскажите о направленности современных биологических исследований организма человека. 9. Назовите основные рекомендации по сохранению и укреплению здоровья человека.
10 – 12	10. Докажите значение биологических знаний о человеке для сохранения здоровья.

Организм, а вместе с ним и каждая живая клетка, ткань и органы постоянно приспосабливаются к изменению условий существования.

Из учебника биологии

Обобщение темы «ВВЕДЕНИЕ»

ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА –

это целостная открытая биологическая система, в которой выделяют молекулярный, клеточный, тканевый, органный и системный уровни организации и которой свойственны обмен веществ, энергии и информации, саморегуляция, самообновление и самовоспроизведение.

Таблица 2. ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Система	Органы	Ткани	Жизненные функции
Опорно-двигательная	Череп, позвоночник, грудная клетка, пояса конечностей, свободные конечности. Скелетные и мышцы внутренних органов	Соединительные (костная, хрящевая, плотная волокнистая) и мышечные (поперечно-полосатая и гладкая)	Опора тела, защита, движение, кровообразование
Кровеносная	Четырёхкамерное сердце. Артерии, вены, капилляры	Соединительные (плотная и рыхлая волокнистая), мышечные (поперечно-полосатая и гладкая), эндотелий	Транспорт веществ и тепла
Дыхательная	Носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, лёгкие	Эпителиальные (плоский и реснитчатый эпителий), соединительные (плотная волокнистая, хрящевая), гладкая мышечная	Газообмен, выделение CO ₂ , терморегуляция, звукообразование
Пищеварительная	Рот, глотка, пищевод, желудок, кишечник, печень, поджелудочная и слюнные железы	Эпителиальные (железистый, покровный), соединительные (рыхлая и плотная волокнистые, хрящевая), гладкая мышечная	Переваривание, всасывание переваренной пищи и удаление остатков
Покровная	Эпидермис, собственно кожа, подкожная жировая клетчатка	Эпителиальные (покровный), гладкая мышечная, соединительные (рыхлая и плотная волокнистые)	Защитная, барьерная, терморегуляторная, выделительная, чувственная
Мочепускающая	Почки, мочеточники, мочевого пузырь, мочеиспускательный канал	Эпителиальные (покровный), соединительные (рыхлая и плотная волокнистые), гладкая мышечная	Выделительная, защитная, гормональная, кроветворная
Половая	Внутренние и наружные половые органы	Покровный эпителий. Гладкая мышечная. Рыхлая и плотная волокнистые	Образование гамет и гормонов
Эндокринная	Гипофиз, эпифиз, щитовидная, паращитовидные, тимус, надпочечники, поджелудочная, половые железы	Железистый эпителий	Гуморальная регуляция функций организма
Нервная	Головной и спинной мозг, нервы, нервные узлы	Нервная ткань	Связь со средой. Нервная регуляция функций
Сенсорные системы	Органы зрения, обоняния, вкуса, слуха, осязания	Эпителий, нервная, соединительная ткани	Восприятие раздражений

Самоконтроль знаний

Тест-конструирование 1. ВВЕДЕНИЕ

I. Выберите один правильный ответ из предложенных.

- В организме человека постоянно поддерживается температура +36,6 °С. Назовите совокупность процессов, обеспечивающих эту устойчивость:
Р самообновление **С** саморегуляция **Т** самовоспроизведение
- К какому классу относится органическое соединение CaCO_3 , входящее в состав костей?
И соли **К** основы **Й** кислоты
- Назовите физиологические системы, участвующие в регуляции работы желудка:
Л эндокринная, иммунная, выделительная
М иммунная, половая, пищеварительная
Н нервная, эндокринная, иммунная
- Как называется функция расщепления питательных веществ?
А пищеварение **Б** питание **В** выделение
- Какие органеллы клетки обеспечивают синтез белков в организме человека?
Л митохондрии **Н** рибосомы **М** лизосомы
- Какая система осуществляет транспорт веществ в теле шимпанзе и человека?
С дыхательная **Т** кровеносная **У** выделительная
- Укажите признак, по которому человек подобен бактериям, растениям, грибам и животным:
О активное движение **П** гетеротрофное питание **Р** клеточное строение
- Укажите название веществ, участвующих в эндокринной регуляции:
М антибиотики **Н** ферменты **О** гормоны
- Укажите науку, изучающую зародышевое развитие человека:
О цитология **П** эмбриология **Р** гистология

II. Сконструируйте правильный ответ.

- Укажите правильные варианты ответов на задания 1–9 и получите название изображенного на рисунке ископаемого человека, жившего на территории Китая:

1	2	3	4	5	6	7	8	9



- Сконструируйте правильную последовательность из букв, которыми ниже обозначены уровни организации организма человека и получите название выдающегося врача, основателя военно-полевой хирургии: п – атомарный; г – органный; о₁ – тканевый; о₂ – системный; в – организменный; и – молекулярный; р – клеточный.

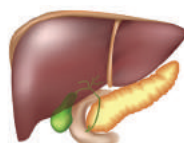
1	2	3	4	5	6	7

- Сопоставьте названия частей клетки с их функциями и получите латинское название органа, изображенного на рисунке.

Элементы строения клетки: 1 – митохондрии; 2 – клеточный центр; 3 – ядро; 4 – лизосомы; 5 – эндоплазматическая сетка.

Функции элементов строения: *р* – сохранение наследственной информации; *а* – расщепление сложных веществ на простые; *г* – транспорт веществ в клетке; *н* – клеточное дыхание; *е* – участие в делении клеток.

1	2	3	4	5





Тема 1. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Живые системы – это системы, через которые непрерывно осуществляется триединый поток веществ, энергии и информации.

Одно из определений жизни

§ 5. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА – ОСНОВНОЕ СВОЙСТВО ЖИВОГО

Основные понятия и ключевые термины: ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ. Ассимиляция. Диссимиляция.

Вспомните! Что такое биологическая система?



Интересно знать

Часы сделаны из нескольких десятков деталей, автомобиль – из нескольких сотен, современный компьютер – из нескольких десятков тысяч. А человек? Трудно поверить, но это факт: в организме новорождённого ребёнка содержится около 2 триллионов клеток, а организм каждого взрослого человека состоит более чем из 60–100 триллионов клеток. Какое основное свойство организма человека обеспечит их жизнедеятельность?

10^1 – десять	10
10^2 – сто	100
10^3 – тысяча	1 000
10^6 – миллион	1 000 000
10^9 – миллиард (биллион)	1 000 000 000
10^{12} – триллион	1 000 000 000 000
10^{15} – квадриллион	1 000 000 000 000 000
10^{18} – квинтиллион	1 000 000 000 000 000 000
10^{21} – секстиллион	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{24} – септильон	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{27} – октильон	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{30} – нонильон	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{33} – децильон	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{100} – гугол	сто нулей после единицы



СОДЕРЖАНИЕ

В чём заключается суть обмена веществ и превращения энергии в организме человека?

Организм человека является открытой биологической системой, поскольку между организмом и окружающей средой постоянно происходит обмен веществ и энергии.

Обмен веществ и энергии в организме осуществляется благодаря совокупности физиологических функций – взаимосвязанных процессов дыхания, пищеварения, выделения, транспорта веществ. С обменом веществ и энергии связаны и все другие свойства организма: раздражительность, рост, развитие, адаптивность и др.

Основа любых физиологических функций – преобразование веществ и энергии, происходящих в клетках. Питательные вещества, поступающие в организм, попадают в клетки и вступают в химические реакции разложения, обмена, замещения, соединения, окисления, восстановления. Эти *химические* превращения веществ сопровожда-

ются *физическими* процессами преобразования энергии. Химическая энергия соединений после их разложения может превращаться в механическую энергию сокращения мышц, электрическую энергию для деятельности нервной системы, лучевую энергию теплового излучения. Часть освобождённой энергии используется клетками для образования собственных веществ, необходимых для размножения, роста, регенерации тканей и т. д. Другая часть энергии превращается в теплоту, которую организм выделяет в окружающую среду.

При обмене веществ и превращении энергии в организме человека осуществляется ряд функций, а именно: 1) *пластическая* (обеспечение потребностей организма в веществах); 2) *энергетическая* (обеспечение потребностей организма в энергии); 3) *гомеостатическая* (поддержание постоянства внутренних условий для жизнедеятельности организма).

Итак, **ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ** – совокупность физиологических, химических и физических превращений веществ и энергии в организме от момента их поступления из окружающей среды до выделения продуктов распада и тепла.

Какие этапы обмена веществ и энергии выделяют в организме?

Химические вещества и энергия их химических связей попадают в организм человека через пищеварительную систему. Простые соединения и малые по размерам молекулы всасываются и сразу попадают в кровь. А сложные органические вещества подвергаются физическим и химическим превращениям, в результате которых распадаются на простые соединения: белки расщепляются на аминокислоты, жиры – на жирные кислоты и спирты, углеводы – на моносахариды. Эти вещества всасываются в кровь или лимфу и переносятся к клеткам.

Внутри клеток происходит второй этап обмена веществ и энергии – внутриклеточный, или промежуточный. Основа этого этапа – две группы процессов:

- процессы *синтеза* – образование сложных органических соединений из простых, на которое затрачивается энергия (**ассимиляция**)
- процессы *распада* – образование простых органических соединений из сложных, при котором энергия выделяется (**диссимиляция**).

Ассимиляция и диссимиляция происходят одновременно и взаимосвязаны между собой. В результате расщепления веществ освобождается энергия, которая затрачивается на синтез соединений.

Процессы синтеза не всегда уравновешены с процессами распада. Так, в растущем организме, преобладают процессы синтеза, благодаря чему обеспечивается рост организма. При интенсивной физической работе и в старости преобладают процессы распада.

Продукты обмена веществ выделяются в тканевую жидкость и затем в кровь и лимфу, которые и транспортируют их к определённым органам для удаления из организма.



Итак, в организме человека происходят три основных этапа обмена веществ и превращения энергии: 1) поступление веществ и энергии в организм; 2) внутриклеточный обмен; 3) выделение веществ и энергии из организма.

От чего зависит интенсивность обмена веществ и превращения энергии?

Обмен веществ и превращение энергии в организме человека происходят не всегда одинаково. У здорового человека это связано с возрастом, физическим состоянием организма, полом, массой тела и т. п. Так, с возрастом интенсивность обмена снижается на 7–10% каждые десять лет, достигая в старости своего минимума, а простуда или травмы активизируют обменные процессы. Интенсивность обмена веществ в организме человека определяется пищевыми и энергетическими потребностями, которые зависят от таких факторов.

1. **Суточные и сезонные изменения в природе**, обуславливающие ритмичность процессов обмена. Так, утром интенсивность обмена веществ возрастает, а ночью снижается, весной и ранним летом обмен веществ повышается.
2. **Физическое и умственное напряжение**. Интенсивность обмена веществ и превращения энергии растут в условиях нагрузки потому, что изменяются активность и количество клеток, которые реагируют на эти изменения. Наибольший уровень обмена наблюдается в головном мозгу, печени и скелетных мышцах.
3. **Потребление еды**. Во время приёма пищи интенсивность обмена веществ возрастает, что связано с пищеварительной активностью клеток и органов. Этот эффект в физиологии называют *специфическим динамическим воздействием пищи*.
4. **Температура окружающей среды**. Интенсивность обмена веществ и превращения энергии растёт в случае отклонений от температурной нормы. Заметен рост интенсивности с понижением температуры.

Итак, обмен веществ и превращения энергии в различных клетках, тканях, органах и организмах может происходить с разной интенсивностью, что определяется потребностями организма и условиями среды.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Исследовательский практикум

САМОНАБЛЮДЕНИЕ ЗА СООТНОШЕНИЕМ МАССЫ И РОСТА ТЕЛА

Цель: исследовать соответствие между массой тела и ростом человека и уметь оценивать степень этого соответствия с использованием метода показателей.

Оборудование: весы, ростомер.

Ход работы

I. Определение роста и массы своего тела. Измерьте рост и массу, сравните свои показатели со стандартными показателями таблиц для юношей и девушек.

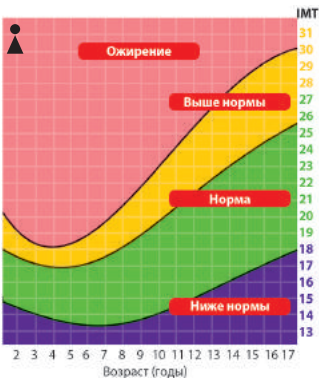
II. Определение индекса массы тела (ИМТ) (индекс Кетеле).

Определяем индекс: $ИМТ = M \text{ (кг)} / P^2 \text{ (м)}$ (равен массе тела в килограммах, делённой на рост в квадрате в метрах). Идеальная масса тела взрослого человека колеблется в пределах ИМТ от 20 до 25 кг/м². Если

показатели меньше, то можно говорить о недостаточной массе, если больше – об избыточной массе.

Воз- раст ▲	ИМТ					
	низкий		средний		высокий	
	Рост, мм	Масса, кг	Рост, мм	Масса, кг	Рост, мм	Масса, кг
10	127 – 134	22 – 27	134 – 142	27 – 34	142 – 151	34 – 47
11	131 – 140	24 – 30	140 – 148	30 – 38	148 – 157	38 – 55
12	137 – 145	27 – 36	145 – 154	36 – 45	154 – 163	45 – 63
13	143 – 151	32 – 43	151 – 159	43 – 52	159 – 168	52 – 69
14	147 – 155	37 – 48	155 – 163	48 – 58	163 – 171	58 – 72
15	150 – 157	42 – 50	157 – 166	50 – 60	166 – 173	60 – 74
16	151 – 158	45 – 51	158 – 166	51 – 61	166 – 173	61 – 75
17	152 – 158	46 – 52	158 – 169	52 – 61	169 – 174	61 – 76

Воз- раст ▼	ИМТ					
	низкий		средний		высокий	
	Рост, мм	Масса, кг	Рост, мм	Масса, кг	Рост, мм	Масса, кг
10	126 – 133	23 – 28	133 – 142	28 – 35	142 – 149	35 – 44
11	131 – 138	26 – 31	148 – 156	31 – 39	148 – 156	39 – 51
12	136 – 143	28 – 34	154 – 163	34 – 45	154 – 163	45 – 58
13	141 – 149	30 – 38	160 – 170	38 – 50	160 – 170	50 – 66
14	148 – 156	34 – 42	167 – 176	42 – 56	167 – 176	56 – 73
15	154 – 162	38 – 48	162 – 173	48 – 62	173 – 181	62 – 80
16	158 – 166	44 – 54	166 – 177	54 – 69	177 – 186	69 – 84
17	162 – 171	49 – 59	171 – 181	59 – 74	181 – 188	74 – 87



Примечание. ИМТ для взрослых и для детей вычисляют по-разному. Дополнительными параметрами при определении индекса становятся возраст и пол ребёнка. Нормальный ИМТ у детей меньше, чем у взрослых – от 15 до 18,5 лет в зависимости от возраста. Это связано с различными пропорциями тела у детей и взрослых.

Биология + Химия

Закон сохранения массы вещества **Михаил Васильевич Ломоносов** (1711–1765) связывал с законом сохранения энергии и рассматривал их как общий закон природы – закон сохранения массы и энергии. По сути, это – универсальный закон, но, как правило, его разделяют на две части. Химия имеет дело с законом сохранения массы, а физика – законом сохранения энергии. Как формулируются эти законы? Приведите доказательства, что эти законы действуют и в организме человека.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое обмен веществ и превращение энергии? 2. Какое значение имеют обмен веществ и превращение энергии? 3. Что такое ассимиляция? 4. Что такое диссимиляция? 5. Приведите примеры факторов, влияющих на обмен веществ и превращение энергии. 6. Назовите органы человека с наибольшей интенсивностью обменных процессов.
7 – 9	7. В чём заключается суть обмена веществ и превращения энергии в организме человека? 8. Назовите этапы обмена веществ и энергии в организме. 9. От чего зависит интенсивность обмена веществ и превращения энергии?
10 – 12	10. Докажите, что такое свойство живого, как обмен веществ и превращение энергии характерно и для организма человека.

§ 6. ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ. ЕДА ЧЕЛОВЕКА

Основные понятия и ключевые термины: ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА. Пищевые продукты. Пищевые потребности. Энергетические потребности.

Вспомните! Что такое гетеротрофное питание животных?



Подумайте!

Едой является всё, что потребляет человек для жизнедеятельности. Но редко кто понимает, что самыми полезными для человека являются натуральные продукты, так как они содержат ... энергию Солнца. Можете ли вы пояснить это утверждение?



СОДЕРЖАНИЕ

Какое значение имеет питание для организма человека?

ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА – совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм пищи с веществами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности. Это один из факторов среды, существенно влияющий на здоровье, работоспособность и продолжительность жизни организма. В процессе питания человек получает готовые органические вещества. Большинство из них образуются в растениях, которые используют для этого солнечную энергию.

Какое же значение имеет питание для организма?

Во время переваривания пищи выделяется энергия, идущая на обеспечение жизнедеятельности организма (*энергетическая функция*). Вещества в составе пищи используются для образования клеток, тканей, органов, их обновления (*пищевая функция*). Пища содержит вещества (*например, витамины, клетчатку*), которые принимают участие в регуляции обмена веществ (*регуляторная функция*).

Функции питания

1. Энергетическая
2. Пищевая
3. Регуляторная
4. Информативная
5. Защитная



Ил. 14. Мёд – природный идеальный продукт питания

Химические вещества пищи несут информацию для организма, пренебрежение которой может привести к отравлению. Это информация об особенностях пищи. Она оценивается вкусовыми рецепторами языка и влияет на поведение человека (*информативная функция*). В еде часто содержатся и лечебные вещества, защищающие наш организм и препятствующие развитию болезней (*защитная функция*). Ярким примером такой пищи является пчелиный мёд.

Итак, питание – это начальный этап обмена веществ, энергии и информации организма со средой. Оно выполняет энергетическую, пищевую, регуляторную, информативную и защитную функции.

Из чего состоит пища человека?

Пищевые продукты – это компоненты пищи, используемые в натуральном или переработанном, изменённом или неизменном виде. По происхождению пищевые продукты разделяют на *животные* (мясные, молочные, рыбные), *растительные* (из зерновых, фруктовых, овощных, пряности из пряных растений), *микробиологические* (яблочный уксус, лимонная кислота), *минеральные* (поваренная соль, йодированная соль). По химическому составу различают *белковые*, *жировые*, *углеводные* продукты. К пищевым продуктам относят также напитки, кондитерские изделия, вкусовые (эссенции, пряности) и пищевые (ароматизаторы, разрыхлители) добавки.

По современной классификации пищевые продукты разделяют на группы: 1) *традиционные* (натуральные неизменённые растительные и животные); 2) *функциональные* (изменены, обеспечивают активность органов, снижают риск заболеваний); 3) *специальные* (изменённые диетические продукты, пищевые добавки, продукты для спортсменов); 4) *продукты для питания детей*. Кроме того, в современной терминологии для характеристики пищи существуют ещё и такие понятия, как *органические продукты*, *экологически чистые продукты*, *генетически модифицированные продукты* и др.

Продукты характеризует их пищевая и энергетическая ценность. *Пищевая ценность* отдельного продукта определяется наличием и соотношением в его составе питательных веществ. Калорийность пищи, или энергетическая ценность пищевых продуктов, – количество энергии, которая образуется в результате окисления жиров, белков, углеводов, содержащихся в пищевых продуктах, и затрачивается на физиологические функции организма.

В состав пищевых продуктов входят питательные и дополнительные вещества.

Таблица 3. СОСТАВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Состав пищевых продуктов	
Питательные вещества (пищевая и энергетическая функции)	Дополнительные вещества (защитная, регуляторная, информативная функции)
Белки (расщепляются на аминокислоты). 1 г белков при окислении выделяет 17,6 кДж энергии Жиры (расщепляются на жирные кислоты и глицерин). 1 г жиров при окислении выделяет 38,9 кДж энергии Углеводы (расщепляются до моносахаридов). 1 г углеводов при окислении выделяет 17,6 кДж энергии	Вода. Минеральные вещества. Органические кислоты. Клетчатка. Пектины. Витамины. Пищевые добавки. Вкусовые добавки

Итак, компонентами пищи являются пищевые продукты различного происхождения, а составными частями пищевых продуктов является питательные и дополнительные вещества.

Каковы энергетические и пищевые потребности человека?

Общая потребность человека в белках, жирах, углеводах зависит прежде всего от потребностей в энергии. Эти **энергетические потребности** выражают в килоджоулях (кДж) или килокалориях (1 кДж ≈ 0,24 ккал). Основными источниками энергии для человека являются углеводы и жиры.

Организм человека затрачивает энергию на обеспечение жизнедеятельности в условиях покоя (**основной обмен**) и физической активности (**функциональный обмен**). Общие энергетические потребности зависят от пола, возраста, роста, массы тела, нагрузки на организм и т. п. Например, у женщин энергетические потребности почти на 15 % ниже, чем у мужчин.

Количество энергии (основного обмена) в состоянии покоя ($E_{осн}$) у взрослых людей определяется из расчёта $E_{осн} = 4,2$ кДж/кг/час. Так, для юноши в возрасте 20 лет, ростом 175 см и массой 70 кг необходимо около $E_{осн} = 7\,060$ кДж/кг/ч в сутки (1 700 ккал). Количество энергии (функционального обмена) при умственной деятельности в течение 12 ч с затратами 6,3 кДж/кг/ч составляет около 5 300 кДж. Итак, общие энергетические затраты энергии ($E_{заг} = E_{осн} + E_{физ}$) для юноши в возрасте 20 лет составят: $E_{заг} = 7\,060$ кДж + 5 300 кДж = 12 360 кДж в сутки.

Количество энергии (основного обмена) у детей будет больше: в возрасте до 5 лет за 1 час на 1 кг массы тела затрачивается около 14 кДж/кг/ч, в возрасте 11–13 лет – около 9 кДж/кг/ч, в возрасте 14–15 лет – около 6 кДж/кг/ч. Тогда, например, у школьника в возрасте 13 лет, массой 40 кг общие энергетические затраты за сутки для умственной деятельности составят: $E_{заг} = 8\,640$ кДж/кг/ч + 3 020 кДж/кг/ч = 11 660 кДж (2 800 ккал). Итак, несмотря на большие энергетические затраты основного обмена общие энергетические затраты у школьника 13 лет будут меньше из-за разницы в массе.

Кроме энергетических потребностей организма существуют **пищевые потребности** в веществах, затрачиваемых на рост и восстановление клеток, тканей и органов. Эти «строительные» потребности в организме человека связаны с белками. Потребность человека в белках определяется его массой, возрастом и уровнем активности. Чем меньше возраст, тем больше белка необходимо на 1 кг массы тела. Так, грудному ребёнку нужно в сутки 4 г белка на 1 кг массы, подростку – около 2 г, а взрослому – только 1–1,2 г. Физический труд, занятия спортом требуют увеличения потребления белков на 20 % от общей нормы.

Итак, пищевые и энергетические потребности организма обеспечивают вещества в составе пищи.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Биология + Пищевая промышленность

Растительные жиры, или масла (лат. *oleum* – *оливковое масло*) – ценный пищевой продукт, который получают из семян или плодов некоторых растений. Примеси пигментов обуславливают цвет масла: жёлтый, янтарный, коричневый, зелёный. Все растительные масла по способу производства разделяют на 2 вида – нерафинированные (натуральные) и рафинированные (дезодорированные). Последние в процессе очистки освобождаются от всех примесей и запаха, а вместе с тем и от всего полезного. Наиболее употребляемыми натуральными маслами являются подсолнечное и оливковое. Что определяет высокую пищевую ценность масел?



Задача на применение знаний

Определение энергетических и пищевых потребностей организма для составления пищевого рациона

Задание 1. Определите общие энергетические потребности своего организма.

Расчёт затрат основного обмена можно осуществить по формуле:

$$E_{\text{осн}} = E_{\text{ч}} \times 24 \text{ ч} \times \text{масса организма.}$$

Расчёт энергетических затрат функционального обмена при определённой деятельности проведите с помощью таблицы «Затраты энергии в зависимости от нагрузки»:

$$E_{\text{физ}} = \text{расходы на вид деятельности (кДж)} \times \text{продолжительность деятельности (ч)} \times \text{масса вашего организма (кг)}.$$

Расчёт общих энергетических потребностей собственного организма выполните по формуле:

$$E_{\text{общ}} = E_{\text{осн}} + E_{\text{физ}}.$$

Задание 2. Определите пищевые потребности вашего организма в питательных веществах, необходимых для обеспечения энергией определённых энергетических потребностей вашего организма.

Массовая доля белков, жиров и углеводов в обеспечении энергетических затрат составляет 15 % : 30 % : 55 %. Определите количество энергии в ваших общих энергетических затратах, которая будет покрываться в результате окисления белков, жиров и углеводов:

$$E_{\text{белков}} = \dots; E_{\text{жиров}} = \dots; E_{\text{углеводов}} = \dots$$

Энергетическая ценность питательных веществ составляет: 1 г белков = 17,6 кДж; 1 г жиров = 39 кДж; 1 г углеводов = 17,6 кДж. Сколько граммов белков, жиров и углеводов нужно для обеспечения ваших общих энергетических затрат?

$$m_{\text{белков}} = \dots; m_{\text{жиров}} = \dots; m_{\text{углеводов}} = \dots$$



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое питание человека? 2. Назовите основные функции питания. 3. Что такое пищевые продукты? 4. Назовите основные компоненты пищи. 5. Какие вещества входят в состав пищевых продуктов? 6. Что такое пищевые и энергетические потребности человека?
7 – 9	7. Какое значение имеет питание для организма человека? 8. Из чего состоит пища человека? 9. Назовите пищевые и энергетические потребности человека.
10 – 12	10. Как определяются энергетические и пищевые потребности организма для составления пищевого рациона?

§ 7. ЗНАЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Основные понятия и ключевые термины: **ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ.**

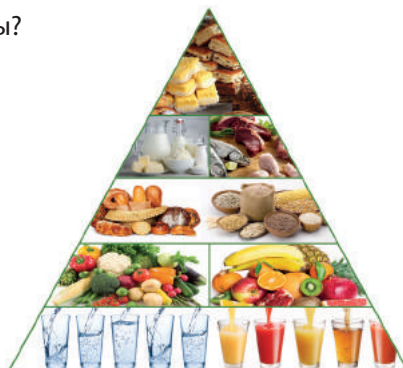
Дополнительные вещества.

Вспомните! Что такое пищевые продукты?



Ваше мнение

Пирамида питания – это рекомендуемый учёными способ питания, разработанный с учётом знаний о роли всех питательных и дополнительных веществ и потребностей организма в них. Назовите пищевые продукты, которые вы видите на иллюстрации.

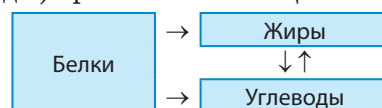


СОДЕРЖАНИЕ

В чём заключается функциональное значение питательных веществ пищи?

ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА – это вещества в составе пищевых продуктов, имеющие для организма пищевую и энергетическую ценность. К ним относятся сложные (белки, жиры и углеводы) и простые (аминокислоты, жирные кислоты, моносахариды) органические вещества.

Белки – органические высокомолекулярные соединения, состоящие из аминокислот. Эти важные органические вещества участвуют в образовании клеток и органов, ферментов, антител, гормонов, гемоглобина, обеспечивают сокращение мышц. А в случае недостатка углеводов и жиров в организме белки могут быть и источником энергии. Именно поэтому полноценная жизнь без белковой пищи просто невозможна. Источником белков являются пищевые продукты животного (мясо, молоко, рыба, яйца) и растительного (хлеб, крупа, овощи, фрукты) происхождения. Суточная потребность организма в белках – 118–120 г. Избыточные белки превращаются в жиры и углеводы.



Жиры – это органические нерастворимые в воде соединения, в образовании которых участвуют жирные кислоты и спирты. Жиры являются важным источником энергии для организма. Молекулы жиров могут образовываться из углеводов и белков, а их избыток откладывается про запас или превращается в углеводы. Жиры защищают внутренние органы, образуют клеточные мембраны, при окислении жиров образуется вода. Кроме жиров животного происхождения (свиной жир, рыбий жир) в пищевом рационе обязательно должны быть и растительные жиры (подсолнечное, оливковое, соевое масло). Суточная потребность в жирах составляет 100–110 г.

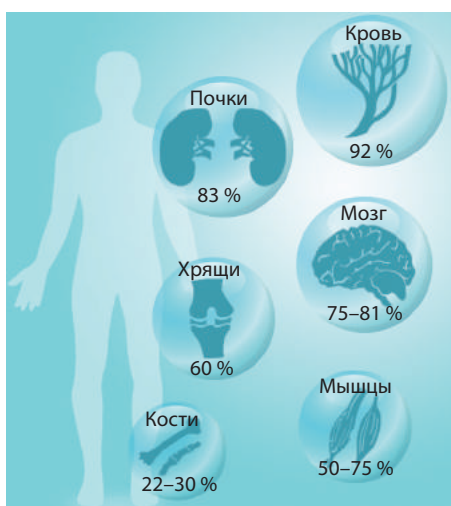
Углеводы – это органические соединения, которые являются основным источником энергии для организма. При недостатке углеводов в пище они образуются из жиров и частично из белков, а при избытке

превращаются в жиры. В виде гликогена углеводы содержатся в печени и мышцах. Источниками углеводов в питании человека являются растительные продукты (хлеб, крупы, картофель, овощи, фрукты, ягоды и др.), животные продукты (молоко, содержащее молочный сахар) и др. Суточная потребность углеводов составляет 350–440 г.

Итак, благодаря питанию организм получает такие питательные вещества, как белки, жиры и углеводы.

В чём заключается значение дополнительных веществ в организме человека?

Дополнительные вещества – это вещества, которые не выполняют ни энергетической, ни пищевой функции, но без них усвоение пищи и жизнедеятельность организма невозможны. Чрезвычайно важным дополнительным компонентом пищи человека является вода. **Вода** – это неорганическое соединение, являющееся основой внутренней среды организма (крови, плазмы, тканевой жидкости). Вся вода в организме обновляется в течение месяца, а внутриклеточная – за неделю. Чем моложе человек, тем больше в организме относительное содержание воды. У новорождённых оно составляет 80 % массы тела, у годовалых детей – 66 %, у взрослого человека – 60 %. Без воды человек может прожить не более 10 суток. В клетках вода является растворителем для веществ, регулятором температуры тела, средством транспорта веществ, опорой клеток и др. Организм постоянно теряет воду, поэтому все потери должны пополняться. Суточная потребность человека в воде в среднем составляет 1,5–2,0 л.



Ил. 15. Вода в организме человека

Минеральные вещества являются неорганическими соединениями. Основной источник этих веществ – растительные продукты. Например, много кальция содержится в бобовых растениях, молочных продуктах, калия – в картофеле, гречке, бананах, меди – в черносливе, железа – в яблоках, салате, цинка – в тыквенных семечках. Усваиваются эти соединения организмом преимущественно в виде ионов. В клетках наибольшее значение имеют кальций (свёртывание крови, регуляция работы сердца), натрий и калий (клеточный транспорт веществ, образование нервных импульсов), железо (входит в состав гемоглобина).

Пищевые продукты кроме воды и минеральных веществ содержат немало и других полезных дополнительных веществ: клетчатку, пектиновые вещества, органические кислоты, витамины и др. **Пектиновые вещества** обеспечивают связывание и удаляют из организма токсические соединения, ионы тяжёлых металлов (свинец, кадмий, ртуть и др.), радионуклиды, подавляют процессы гниения в кишечни-

ке. *Клетчатка* (целлюлоза) способствует двигательной активности и секреции кишечного тракта, является источником для синтеза микроорганизмами кишечника витаминов В₁, В₂, В₁₂, К.

Итак, дополнительные вещества в организме человека осуществляют регуляторную, защитную, строительную, двигательную, транспортную и другие важные функции.

Какое значение для организма человека имеют витамины?

Существование витаминов открыл русский врач Н. И. Луни (1854–1937). Ныне известно около 50 витаминов, которые изучает наука *витаминология*.

Витамины проявляют высокую активность в малых количествах, не откладываются про запас и не синтезируются в организме. Они поступают в организм в составе пищевых продуктов растительного и животного происхождения. Некоторые витамины синтезируются бактериями микрофлоры кишечника (витамины группы В и К) и лишь некоторые из них – организмом человека (витамины D). Потребность организма в витаминах может меняться, например растёт во время активной деятельности. Несоответствие в потребностях витаминов приводит к нарушениям: *гиповитаминозы* (недостаток витаминов), *авитаминозы* (отсутствие витаминов) и *гипервитаминозы* (избыток витаминов).

Витамины могут растворяться в воде или в жирах, поэтому их разделяют на *водорастворимые* (витамины группы В, витамин С и др.) и *жирорастворимые* (витамин D, Е, К, А и др.).

Таблица 4. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ ВИТАМИНАХ

Витамин	Источники поступления	Функции	Следствие дефицита
Жирорастворимые витамины			
D (кальциферолы)	Рыбий жир, яйца, печень, масло	Участвует в регуляции обмена Са и Р	Рахит (нарушение развития костей)
A (ретинол)	Морковь, шпинат, красный перец	Влияет на рост, сопротивляемость организма, обмен белков, зрение	Куриная слепота (нарушение зрения)
Водорастворимые витамины			
В₁ (тиамин)	Овсяная крупа, чёрный хлеб, яйца, печень	Участие в обмене углеводов	Бери-бери (поражение нервной системы)
C (аскорбиновая кислота)	Чёрная смородина, шиповник, лимон	В составе ферментов для заживления ран, повышение иммунитета	Цинга (нарушение синтеза белков)

Итак, витамины (лат. *vitae* – жизнь и *amin* – амины) – биологически активные вещества, необходимые в небольших количествах для обмена веществ и энергии, а также для физиологических функций организмов.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Исследовательская работа

Йогурт – пищевой продукт, который производят путём скисания молока при участии молочнокислых бактерий. Йогурт богат вита-



минами группы В и содержит легкоусвояемые белки и кальций. Компоненты и ферменты, содержащиеся в йогурте, способствуют улучшению процесса пищеварения человека.

Приобретите в магазине йогурт (кетчуп, масло) и исследуйте его пищевые качества с помощью этикетки и полученных знаний. Заполните таблицу.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА ПО ПЛАНУ

Признак	Характеристика
Название пищевого продукта	
Группа продуктов (по происхождению)	
Состав – питательные вещества; – дополнительные вещества; – пищевые добавки	
Функции пищевого продукта	
Пищевая ценность	
Энергетическая ценность	
Страна-производитель	

Проект «Сбалансированное питание»

Основой качественного питания является сбалансированность – оптимальное соотношение питательных и дополнительных компонентов пищи. Что такое сбалансированное питание? Каковы его основные принципы? На эти и другие вопросы вы сможете ответить, если подготовите проект.

Биология + История

«Во время экспедиции Ж. Картье, которая исследовала берега Канады, в 1534 году весь экипаж заболел скорбутом. Двадцать шесть матросов уже погибли, когда корабль подплыл к реке Св. Лаврентия. Высадившись на берег, команда корабля не могла найти в северных лесах ни лимонов, ни овощей. Однако капитану удалось завязать дружеские отношения с индейцами, которые решили помочь ему и его товарищам: они посоветовали лечиться настоем (а не отваром) сосновой хвои. Остатки команды были спасены от смерти». О каком витамине идёт речь?



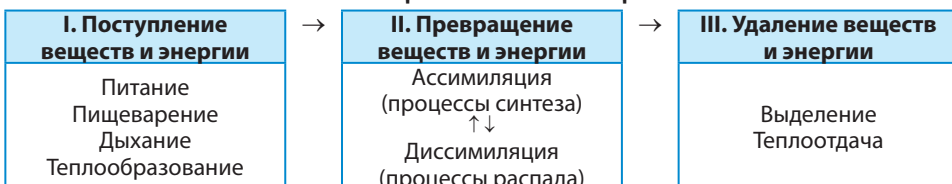
РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое питательные вещества? 2. Назовите основные группы питательных веществ. 3. Что такое дополнительные вещества? 4. Приведите примеры дополнительных веществ. 5. Что такое витамины? 6. Приведите примеры водорастворимых витаминов.
7 – 9	7. В чём заключается функциональное значение питательных веществ в пище? 8. Какое значение имеют дополнительные вещества в организме человека? 9. Какое значение имеют витамины в организме человека?
10 – 12	10. Докажите необходимость сбалансированного питания для здоровья человека.

Обобщение темы 1. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ – совокупность физических и химических превращений веществ и энергии в организме с момента поступления их из окружающей среды до момента выведения продуктов распада и тепла.

ЭТАПЫ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ



Значение обмена веществ и превращения энергии в организме человека:

- 1) обеспечение потребностей организма в энергии (энергетическая функция);
- 2) обеспечения пищевых потребностей организмов в веществах (пищевая функция);
- 3) поддержания оптимальных условий для жизнедеятельности клеток (гомеостатическая функция).

Факторы, влияющие на интенсивность обмена веществ в организме человека:

- 1) суточные и сезонные изменения в природе;
- 2) физическое и умственное напряжение;
- 3) потребление пищи;
- 4) температура окружающей среды.

ПИТАНИЕ – совокупность физических и химических процессов, обеспечивающих поступление пищи в организм человека.

Состав пищевых продуктов	Функции питания	Основные правила рационального питания
Питательные вещества: белки, жиры, углеводы Дополнительные вещества: вода, минеральные соли, пектиновые соединения, витамины	1. Энергетическая 2. Пищевая 3. Регуляторная 4. Информативная 5. Защитная	1. Сбалансированность пищи 2. Полноценность питания 3. Индивидуальность потребностей 4. Правильный режим питания 5. Экологическая безопасность пищи

Функциональное значение для организма питательных и дополнительных веществ

Вещества	Функции в организме
Вода	Универсальный растворитель, терморегулятор, химический реагент и др.
Минеральные соли	Входят в состав костей, регулируют процессы, обеспечивают транспорт соединений, проведение возбуждения и т. д.
Белки	Строительная (входят в состав органов), каталитическая (являются ферментами), регуляторная (например, некоторые гормоны), двигательная (сократительные белки мышц), транспортная (гемоглобин), защитная (антитела), энергетическая (1 г = 17,6 кДж)
Углеводы	Энергетическая (1 г = 17,6 кДж), запасающая (например, гликоген), защитная и др.
Жиры	Энергетическая (1 г = 38,9 кДж), строительная (входят в состав мембран), водообразующая (из 1 г жиров – 1,1 г воды), запасающая и др.

Итак, обмен веществ и превращения энергии является основным свойством организма человека.

Самоконтроль знаний

Тест-применение 2. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

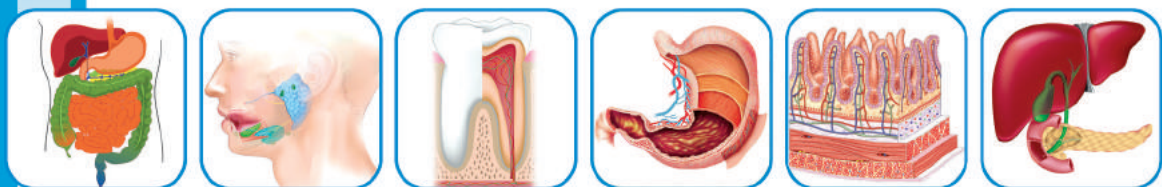
1. Укажите название функции обмена веществ и энергии, суть которой – обеспечение постоянства внутренних условий для жизнедеятельности организма человека:
Й пластическая **И** энергетическая
К гомеостатическая **Л** информативная
2. Укажите фамилию учёного, который является соавтором закона сохранения массы и энергии, имеющего место в обмене веществ и энергии в организме человека:
О Дальтон Ф. **П** Дарвин Ч. **Р** Павлов И. **С** Ломоносов М.
3. В биосистеме энергия одного вида может превращаться в энергию другого вида. Укажите природу энергии нервных импульсов в организме человека.
Д механическая **Е** электрическая **К** тепловая **Л** химическая
4. Антуан де Сент-Экзюпери (1900–1944) так писал об этом соединении: «У тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобой наслаждаются, не зная, что ты такое». Назовите соединение.
Л глюкоза **М** клейковина **Н** вода **В** масло
5. «Старик также пил ежедневно по кружке натурального жира из акульей печени ..., который хорошо помогал от простуды и гриппа и был полезным для глаз» (Э. Хемингуэй. Старик и море). О каком витамин идёт речь?
Н витамин D **О** витамин А **П** витамин С **Р** витамин В₁
6. Автор этих строк – персидский поэт, математик, философ, астроном. Назовите его имя.

*Чтобы мудро жизнь прожить, знать надобно немало –
Два важных правила запомни для начала:
Ты лучше голодай, чем что попало есть,
И лучше будь один, чем вместе с кем попало.*

- А** Парацельс **Б** Омар Хайям **В** Гален **Г** Аристотель
7. «Нужно есть, чтобы жить, а не жить, чтобы есть», – учил известный греческий мудрец. Назовите его имя.
И Сократ **Й** Аристотель **И** Гиппократ **К** Архимед
 8. В последнее время продажа продукции фаст-фудов (хот-доги, корн-доги, чипсы, гамбургеры, шаурма, буррито и т. п.) стала сокращаться из-за негативного воздействия на организм человека. А что означает «фаст-фуд» в переводе с английского?
Л вкусная еда **М** легкая пища **Н** калорийная пища **О** быстрая еда
 9. Укажите названия питательных веществ, которые являются основными «поставщиками» энергии для человека:
С белки, нуклеиновые кислоты **Т** жиры, углеводы
В углеводы, вода **Ф** клетчатка, микроэлементы
 10. Назовите простые питательные вещества организма человека:
Ж пектины **С** белки **И** глюкоза **К** витамины
 11. Назовите химические соединения, чуждые и вредные для организма человека:
Й яблочный уксус **И** поваренная соль **К** пестициды **Л** глицерин
 12. Процесс преобразования сложных веществ в простые с выделением энергии – это...
Е диффузия **Ж** ассимиляция **С** регенерация **И** диссимиляция
- Если вы правильно заполните таблицу, то получите название чужеродных для организма химических соединений.

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



Тема 2. ПИЩЕВАРЕНИЕ

Пищеварения было и остаётся одной из величайших тайн существования человека.

С. Смит

§ 8. ПИЩЕВАРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА.

ОБЗОР СТРОЕНИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Основные понятия и ключевые термины: ПИЩЕВАРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА. Пищеварительная система. Пищеварительный канал. Пищеварительные железы. Пищеварительные ферменты.

Вспомните! Что такое питание человека?



Подумайте!

У Михаила Булгакова, который по профессии был врачом, в романе «Собачье сердце» есть такие строки: «Еда, Иван Арнольдович, штука хитрая. Есть нужно уметь, а представьте себе – большинство людей вовсе есть не умеют. Нужно не только знать, что съесть, но и когда и как». А нужны ли нам знания о пищеварении для того, чтобы быть здоровым?



Ил. 16. М. Булгаков
(1891–1940)



СОДЕРЖАНИЕ

Какое значение имеет пищеварение для организма человека?

Пищеварение является начальным этапом обмена веществ, энергии и информации в организме человека. Благодаря питанию пища попадает внутрь тела, но усвоиться сразу она не может. Пищевые продукты содержат очень много сложных соединений, которые в силу своей большой молекулярной массы не могут даже поступить в кровь. И именно благодаря пищеварению эти компоненты пищи превращаются в простые соединения и становятся пригодными для усвоения.

Изменение пищи во время пищеварения происходит благодаря физическим и химическим процессам. Измельчение, растворение, набухание обеспечивают физическую обработку пищи, поскольку состав питательных соединений при этом не изменяется. А вот химические реакции, происходящие с помощью ферментов в пищеварительной системе, ведут к превращению одних веществ в другие. Простые соединения, образующиеся при этом, всасываются в кровь или лимфу и транспортируются в клетки. Таким образом питательные вещества пищи упрощаются, сохраняя свою пищевую и энергетическую ценность.

Соединений много, ферменты очень разные, поэтому химические изменения пищи распределены по разным отделам

Основные процессы пищеварения

1. Физическая обработка пищи
2. Химические превращения пищи
3. Всасывание пищи
4. Перемещение пищи
5. Удаление остатков

пищеварительной системы. Перемещение пищи происходит пищеварительным каналом из одного отдела в другой. Это своеобразный трубчатый конвейер, который приводит в движение мышечная оболочка стенок. После усвоения пищи в пищеварительной системе остаются непереваренные остатки, которые из организма удаляются.

Пищеварение у человека происходит **внутри организма**. В рамках этого типа пищеварения различают несколько видов. Пищеварение у новорождённых в течение первых 4–5 месяцев осуществляется благодаря ферментам материнского молока (*автолитическое пищеварение*). У взрослых собственно пищеварение происходит с участием пищеварительных ферментов, выделяемых в пищеварительные полости рта, желудка и кишечника (*полостное пищеварение*). В тонком кишечнике пищеварение происходит очень быстро с помощью ферментов на поверхности клеток ворсинок (*пристеночное пищеварение*). А в толстом кишечнике человека пищеварение осуществляется уже при участии ферментов бактерий и одноклеточных животноподобных организмов (*симбионтное пищеварение*). Способность к внутриклеточному пищеварению сохранили только лейкоциты, которым присущ фагоцитоз.

Оценивая значение пищеварения для организма, не следует забывать о таких неспецифических функциях, как защита организма от чужеродных веществ и микроорганизмов, которые поступают вместе с пищей, поддержание постоянства условий внутренней среды, восприятие вкусовой информации об окружающей среде и т. п.

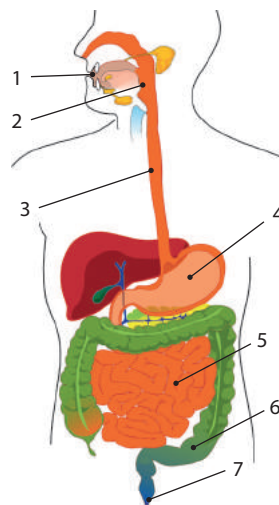
Итак, **ПИЩЕВАРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА** – совокупность физических и химических процессов, осуществляющих перемещение и преобразование сложных веществ в простые с последующим их всасыванием в кровь и лимфу и удалением непереваренных остатков.

Какое строение пищеварительной системы?

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА – это совокупность органов, строение и функции которых приспособлены для эффективного осуществления процессов пищеварения. Эта физиологическая система человека является сквозной и состоит из пищеварительного канала и пищеварительных желёз.

У человека **пищеварительный канал** имеет вид извилистой трубки длиной до 8–10 м. Его назначение – физическая и химическая обработка пищи, всасывание питательных веществ, перемещение пищи и удаление остатков. Начинается канал *полостью рта* (1), за ней размещены *глотка* (2), *пищевод* (3), *желудок* (4), *тонкий кишечник* (5), *толстый кишечник* (6) и завершается *анальным отверстием* (7) (ил. 17).

Деятельность пищеварительного тракта тесно связана со строением его стенок. *Внешняя оболочка* образована соединительной тканью, которая защищает пищеварительный канал от различных влияний. *Средняя оболочка* формируется из двух или трёх слоёв гладких мышц.



Ил. 17. Пищеварительная система человека

Сокращение этих мышц обеспечивает продвижение и перемешивание пищи. На границе между отделами пищеварительного канала есть особые круговые мышцы-сжиматели (сфинктеры) и клапаны. Эти образования регулируют перемещение пищи и обеспечивают её движение только в одном направлении. *Внутренняя оболочка* образована подслизистым и слизистым слоями. Подслизистая основа содержит лимфатические узелки, нервные окончания и формирует складки внутренней поверхности пищеварительного канала для увеличения поверхности пищеварения. Слизистая оболочка состоит из однослойного эпителия с железистыми клетками.

Пищеварительные железы имеют протоки, которыми в полости пищеварительного канала попадают секреты, необходимые для пищеварения. К большим пищеварительным железам относятся слюнные и поджелудочная железы, а также печень.

Итак, основными частями пищеварительной системы человека являются взаимосвязанные между собой пищеварительный канал и пищеварительные железы.

Какие функции выполняет пищеварительная система?

Пищеварительная система человека приспособлена для осуществления ряда важных функций.

Секреторная функция связана с пищеварительными железами, выделяющими пищеварительные соки. В состав этих секретов входят пищеварительные ферменты, которые осуществляют химическую обработку пищи. **Пищеварительные ферменты** – биологически активные вещества, образующиеся в клетках пищеварительных желез и расщепляющие пищу в пищеварительном канале. Их разделяют на

три основные группы: *протеазы* – расщепляют белки до аминокислот, *липазы* – расщепляют жиры до жирных кислот и глицерина и *амилазы* – расщепляют сложные углеводы до простых углеводов. Активность пищеварительных ферментов зависит от ряда факторов, в частности *температуры* и *кислотности* среды (pH). Так, ферменты желудочного сока активными являются при температуре 36,6–38,0 °C в кислой среде.

Двигательную функцию определяют мышцы нижней челюсти, языка, мягкого нёба и стенок пищеварительного канала. Их работа обеспечивает жевание, глотание, движения кишечника.

Всасывающая функция пищеварительной системы связана со слизистой оболочкой и сосудами, которые подходят к органам пищеварения. Благодаря всасыванию из пищеварительной системы в кровь и лимфу попадают вода, простые питательные вещества, растворимые соли, витамины и др.

Защитная функция заключается в обезвреживании микроорганизмов и вредных соединений. Так, в глотке имеются миндалины, в стенках пищеварительного канала – лимфоузлы, в полостях пищеварительных органов – бактерицидные вещества. Главным защитным барьером для всего чужеродного материала является печень, которая фильтрует кровь, оттекающую от кишечника.

Функции пищеварительной системы
1. Секреторная
2. Двигательная
3. Всасывающая
4. Защитная
5. Выделительная
6. Регуляторная

Выделительная функция связана с выведением из организма непереваренных остатков и некоторых продуктов обмена веществ.

Регуляторная функция осуществляется гормонами (например, гормон стенки желудка гастрин влияет на выделение желудочного сока), участием печени в терморегуляции организма, аппендикса – в иммунной регуляции.

Итак, функции пищеварительной системы разнообразны и жизненно важны для организма.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Исследовательский практикум

ДЕЙСТВИЕ ФЕРМЕНТОВ СЛЮНЫ НА КРАХМАЛ

Цель: формирование умений наблюдать, применять знания и описывать процессы пищеварения.

Оборудование: два накрахмаленных лоскута белой ткани (два тонких среза картофеля), вата, спички, спиртовой раствор йода.

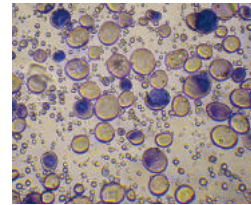
Опыт. Возьмите два накрахмаленных лоскута белой ткани. Один из них опустите в раствор йода сразу. На втором лоскуте спичкой с ватой, смоченной слюной, напишите слово «фермент» и также опустите в спиртовой раствор йода.

Наблюдения.

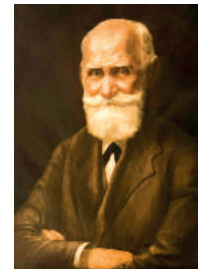
Объяснение результатов опыта.

Биология + Методология

И.П.Павлов (1849–1936) – известный физиолог, основатель физиологии пищеварения, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине «за работу по физиологии пищеварения» (1904). Успехи его исследований зависели от разработанных им методик (например, метод условных рефлексов, метод фистул). Для организации исследований в современной физиологии пищеварения используют зондирование, эндоскопию, метод электрогастрографии, ультразвуковую диагностику и др. В чём сущность названных методов исследования пищеварения?



Ил. 18. Окрашенные йодом зёрна крахмала под микроскопом



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое пищеварение у человека? 2. Назовите основные процессы пищеварения. 3. Что такое пищеварительная система? 4. Назовите основные органы пищеварения человека. 5. Что такое ферменты? 6. Назовите основные группы пищеварительных ферментов.
7 – 9	7. Какое значение имеет пищеварения для организма человека? 8. Опишите строение пищеварительной системы. 9. Какие функции выполняет пищеварительная система?
10 – 12	10. Выскажите свои суждения о значении знаний о пищеварении для сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни.

*У одного мудрого китайца спросили,
что является более жизнеспособным: твёрдое или мягкое?
«Мягкое, – ответил он и показал на свой рот: смотрите,
зубов уже давно нет, а язык все ещё болтается».*

Китайская мудрость

§ 9. ПИЩЕВАРЕНИЕ В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

Основные понятия и ключевые термины: Ротовая полость. Зубы. Слюнные железы. Язык. Глотка. Глотание. ПИЩЕВОД.

Вспомните! Что такое пищеварение?



Подумайте!

Хлеб – традиционный пищевой продукт, богатый углеводами (например, крахмал) и белками (например, клейковина). Особенно полезен чёрный хлеб из ржаной муки. Он нормализует работу кишечника, его рекомендуют при малокровии. В нём содержится клетчатка, которая усиливает движения кишечника, удаляет из организма вредные продукты обмена. А почему в ротовой полости чувствуется сладкий вкус, если несколько минут жевать чёрный хлеб?



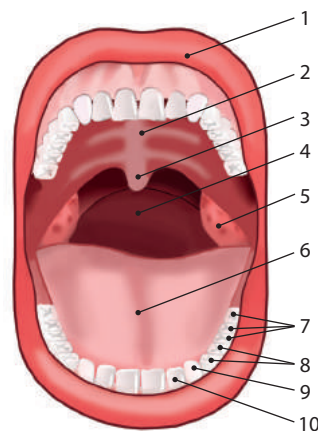
СОДЕРЖАНИЕ

Как устроена ротовая полость и какие функции она выполняет?

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ – отдел пищеварительной системы, которым начинается пищеварительный канал. Спереди ротовая полость ограничена губами, по бокам – щеками, сверху – нёбом, а дно образовано диафрагмой рта. В ротовой полости расположены зубы, слюнные железы и язык.

Зубы – органы, образованные из видоизменённой костной ткани; они измельчают и перетирают пищу. У взрослого человека может быть 32 зуба, расположенных в ячейках верхней и нижней челюстей. По форме и функциям их разделяют на резцы (8), клыки (4), малые коренные (8) и большие коренные (12) зубы (ил. 19). Третьи большие коренные зубы называются зубами мудрости.

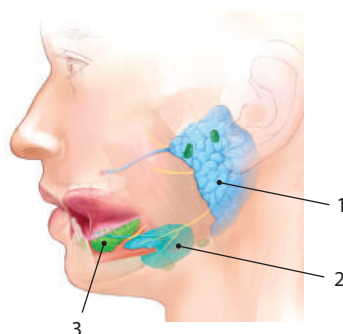
В каждом зубе различают три отдела: коронку, шейку и корень. Зуб состоит из двух частей: твёрдой внешней (эмаль, дентин и цемент) и мягкой внутренней (пульпа). Для человека свойственны две смены зубов: *молочные зубы* (их 20, начинают прорезываться с 6 месяцев и заканчивают формироваться в 2 года) и *постоянные зубы* (начинают прорезываться в 5–6 лет и заканчивают формироваться в 16–18). Последняя пара зубов (зубы мудрости) у человека появляется до 25 лет. Зубы приспособлены для *физической обработки пищи*.



Ил. 19. Полость рта человека: 1 – губа; 2 – нёбо; 3 – нёбный язычок; 4 – глотка; 5 – миндалины; 6 – язык; 7 – большие коренные зубы; 8 – малые коренные зубы; 9 – клыки; 10 – резцы

Слюнные железы – мелкие или крупные пищеварительные железы, которые образуют слюну. Большие слюнные железы функционируют тогда, когда в ротовую полость попадает пища. Мелкие слюнные железы (губные, щёчные, нёбные и языковые), выполняя секреторную функцию, обеспечивают химическую обработку пищи. В слюне есть ферменты, расщепляющие углеводы. Кроме того, с участием слюны пища увлажняется, склеивается в пищевые комочки, которые с помощью языка проталкиваются к глотке.

Язык – мышечный орган, который участвует в перемешивании пищи и глотании. Слизистая оболочка языка образована многослойным эпителием, содержит вкусовые рецепторы. Эпителий нижней поверхности языка значительно тоньше и богаче капиллярами. Это обеспечивает быстрое всасывание помещённых под язык веществ. Сзади на спинке корня языка расположены лимфатические узлы, образующие языковые миндалины в составе кольца Пирогова – Вальдейера. Благодаря рецепторам языка определяется вкус пищи, возникает чувство аппетита и происходит секреция слюны и желудочного сока. Язык имеет поперечно-полосатые мышцы, обеспечивающие исключительную его подвижность. Благодаря этому он участвует в глотании и является органом речи человека.



Ил. 20. Большие слюнные железы человека: 1 – околоушные; 2 – подчелюстные; 3 – подъязычные.

Итак, ротовая полость обеспечивает физическую и химическую обработку, перемещение, обеззараживание и оценку пищи.

Какое значение для пищеварения имеет слюна?

Слюна – секрет слюнных желез в виде бесцветного раствора неорганических и органических соединений. В состав слюны входят вода (около 99 %), ионы солей, ферменты амилазы, защитные белки, сложные углеводы (муцин) и др.

Разнообразие соединений в составе слюны обуславливает различные её функции. Ферменты пталин и мальтаза расщепляют крахмал пищи до глюкозы, которая и определяет сладкий вкус пищи. Благодаря муцину формируются пищевые комочки и облегчается глотание. Слюна играет важную роль при разговоре: её наличие обеспечивает свободные движения языка и губ. Секрет слюнных желез содержит лизоцим и глобулины, которые обезвреживают вредные микроорганизмы. Благодаря органическим соединениям слюна образует на поверхности зубов пленку, препятствующую воздействию кислот на эмаль.

За сутки у человека выделяется от 1,0 до 1,5 л слюны. Выделение слюны уменьшается в стрессовых ситуациях, в случае испуга и почти прекращается во время сна. Усиленное выделение слюны происходит под действием обонятельных и вкусовых факторов, а также во время жевания.

Регуляция слюноотделения осуществляется рефлекторно. Центр слюноотделения расположен в продолговатом мозгу. От него к слюнным железам поступают импульсы, которые могут подавлять или сти-

мулировать их деятельность. Слюноотделительные рефлексы бывают безусловно-рефлекторными (во время раздражения пищей рецепторов языка) и условно-рефлекторными (на запах и вид пищи).

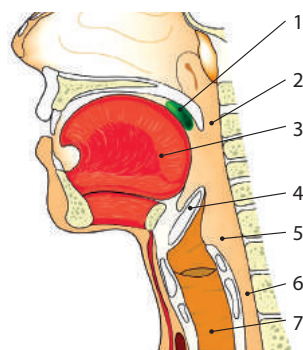
Итак, слюна имеет определяющее значение для процессов пищеварения в ротовой полости.

Как происходят глотание и перемещение пищевых комочков в желудке?

ГЛОТКА – отдел пищеварительного канала, который соединяет ротовую полость с пищеводом и участвует в глотании. В глотке различают носовую, ротовую и гортанную части.

Глотание – сложный безусловно-рефлекторный акт, в результате которого пищевой комочек попадает в пищевод. Во время глотания происходят следующие процессы: а) надгортанник опускается и закрывает вход в гортань; б) мягкое нёбо поднимается и закрывает носоглотку; в) дыхание рефлекторно прекращается; г) мышцы глотки и пищевода последовательно сокращаются, проталкивая комочки в желудок.

ПИЩЕВОД – это отдел пищеварительного канала, который соединяет глотку с желудком. Этот орган имеет вид цилиндрической трубки длиной около 25 см и расположен позади трахеи. Стенка пищевода состоит из трёх оболочек. *Внутренняя слизистая оболочка* пищевода выстлана многослойным эпителием, в котором имеются мелкие слизистые железы. Секрет этих желёз облегчает продвижение пищи. Подслизистая основа образует продольные складки для перемещения жидкости вдоль стенок. *Средняя мышечная оболочка* пищевода состоит из продольного и кругового слоев. Волнообразные сокращения этих мышц возникают в ответ на глотание и распространяются по направлению к желудку со скоростью 2–5 см/с. *Внешняя соединительнотканная оболочка* отделяет и защищает пищевод от окружающих органов. В верхней и нижней частях пищевода имеются мышцы-сфинктеры, которые обеспечивают перемещение пищи пищеводом только в одном направлении.



Ил. 21. Строение глотки: 1 – комочек пищи; 2 – глотка; 3 – язык; 4 – надгортанник; 5 – гортань; 6 – пищевод; 7 – трахея

Итак, пищевые комочки из ротовой полости перемещаются в желудок через глотку и пищевод.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

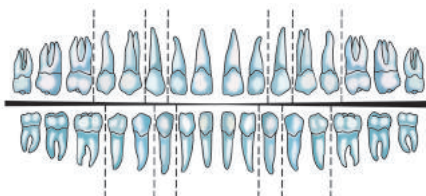
Лабораторное исследование. ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ ЗУБОВ

Цель: развивать умение наблюдать, описывать и выделять существенные признаки зубов человека.

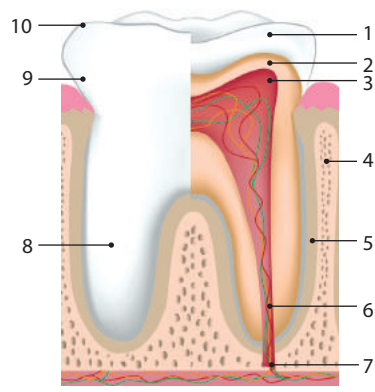
Оборудование: модели, муляжи зубов

Ход работы

1. Рассмотрите верхний и нижний зубные ряды и определите виды зубов, особенности их внешнего строения и функции.



2. Рассмотрите муляж или модель зуба и найдите **коронку**, **шейку** и **корень**.
3. Внимательно изучите поверхность зуба и определите расположение **эмали** и **цемента**, которые являются покровами зуба. Рассмотрите разрез зуба и найдите **дентин** и **пульпу**.
4. Определите названия обозначенных на рисунке элементов строения зуба: *костная альвеола, коронка, шейка, корень, эмаль, дентин, цемент, периодонт, пульпа, канал корня зуба*.
5. Заполните таблицу: «Строение и функции зубов человека».

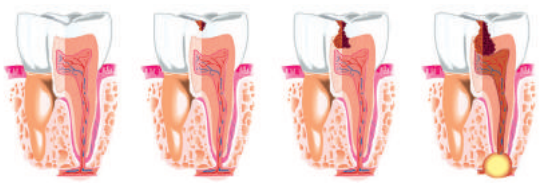


Вид зубов	Особенности строения	Функции

6. Итог исследования.

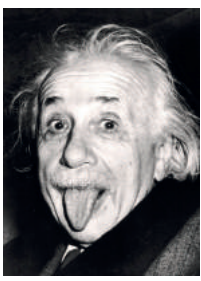
Биология + Медицина

Самой распространённой болезнью зубов является **кариес**, разрушающий твёрдые ткани зуба с помощью бактерий. Развитие этого заболевания ускоряет недостаток витаминов, солей кальция, фосфора, фтора. Что же такое кариес? Каковы основные причины, стадии развития и меры профилактики кариеса?



Биология + Психология

Фотограф **Артур Сасс** в 1952 году загорелся желанием сфотографировать выдающегося физика XX века, лауреата Нобелевской премии по физике (1921) **Альберта Эйнштейна** (1879–1955) в честь его 72-го дня рождения. И, как положено, он попросил Эйнштейна улыбнуться для камеры, на что тот показал язык. Это изображение представляет портрет одновременно и гения, и жизнерадостного живого человека. Докажите, что и язык имеет значение для сохранения здоровья человека.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое ротовая полость? 2. Какое значение имеют зубы для процесса пищеварения? 3. Что такое глотка? 4. Какое значение имеет глотка в процессе пищеварения? 5. Что такое пищевод? 6. Какое значение имеет пищевод?
7 – 9	7. Опишите строение и функции ротовой полости. 8. Какое значение для пищеварения имеет слюна? 9. Как происходят глотание и перемещение пищевых комочков в желудок?
10 – 12	10. Выскажите свои суждения о значении ротовой полости для сохранения здоровья.

§ 10. ПИЩЕВАРЕНИЕ В ЖЕЛУДКЕ

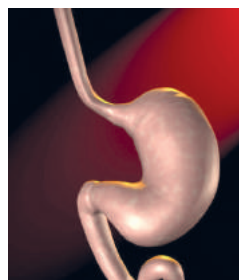
Основные понятия и ключевые термины: ЖЕЛУДОК. Желудочный сок.

Вспомните! Что такое пищеварительный канал?



Новости из мира науки

В медицине уже давно используются искусственная почка и искусственное сердце. И вот британские учёные создали искусственный желудок. В течение 10 лет специалисты научно-исследовательского института в графстве Норфолк (Англия) работали над созданием этого аппарата. «Многие воспринимают желудок как “мешок”, заполненный жидкостями и ферментами, но это очень сложный орган ...», – утверждал Мартин Стокс, представитель компании «Плант Биосайенсис». В чём же заключается сложность желудка и происходящих в нём процессов?

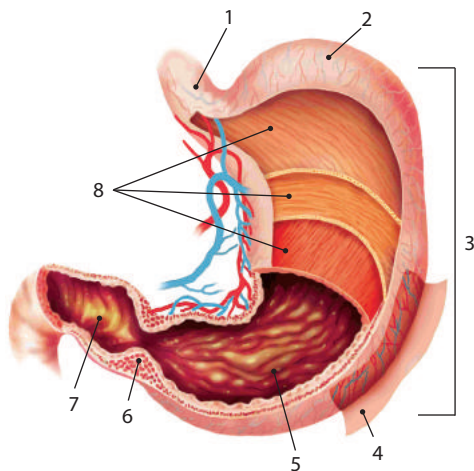


СОДЕРЖАНИЕ

Каковы строение и функции желудка?

ЖЕЛУДОК – расширенная часть пищеварительного канала между пищеводом и тонким кишечником, является резервуаром для еды. Длина желудка – 21–25 см, объём у взрослого человека – около 2 л, может увеличиваться до 5 л. Желудок расположен под диафрагмой в левой части живота и имеет вид изогнутого мешка, в котором различают *входную часть с мышцей-сжимателем, своды желудка, тело желудка и выходную часть с мышцей-сжимателем*. Стенки желудка состоят из трёх оболочек:

наружной, средней и внутренней. Внешняя оболочка имеет густую сетку кровеносных сосудов для обеспечения активной деятельности желудка. В отличие от других отделов пищеварительного тракта средняя оболочка имеет три слоя мышц (продольный, круговой и косой), которые осуществляют перемешивание и перемещение пищи. Сложнее организована и внутренняя оболочка желудка. Её подслизистая основа образует многочисленные складки, а слизистая оболочка содержит различные желудочные железы. Во внутренней оболочке размещена



Ил. 22. Строение желудка: 1 – входная часть; 2 – свод; 3 – тело; 4 – внешняя оболочка; 5 – слизистая оболочка; 6 – выходной сфинктер; 7 – исходная часть; 8 – мышечная оболочка

и лимфоидная ткань. Окончательного развития желудок со всеми его оболочками достигает у ребёнка в возрасте 10–12 лет.

Пищеварение в желудке может происходить только при температуре тела 36–37 °С и при наличии соляной кислоты. Продолжительность пребывания частично переваренной пищи (*химуса*) в желудке зависит от её состава. Жирная пища задерживается на 6–8 ч, углеводная – около 4 ч. Основными процессами, обеспечивающими качественное преобразование пищи в желудке, являются:

- 1) *химическая обработка пищи* – с помощью ферментов желудочного сока расщепляются белки и жиры молока, а также происходит активация ферментов желудочного сока;
- 2) *физическая обработка пищи* – с помощью соляной кислоты происходит набухание белков;
- 3) *перемещения пищи* – с помощью мышц желудка осуществляются:
а) смешивание пищи с желудочным соком; б) периодическое пропускание химуса в 12-перстную кишку;
- 4) *обеззараживание пищи* – с помощью соляной кислоты и лимфатических узлов обезвреживаются микроорганизмы;
- 5) *всасывание компонентов пищи* – в желудке всасываются вода, спирты, некоторые лекарства, гормоны и др.

Итак, строение желудка по сравнению с другими отделами пищеварительного канала усложнено и приспособлено к осуществлению сложно организованных и разнообразных процессов пищеварения.

Какое значение для пищеварения имеет желудочный сок?

Желудочный сок – прозрачная жидкость, которую вырабатывают железы слизистой оболочки желудка. Этот пищеварительный секрет имеет кислую реакцию. Его кислотность повышается или снижается при некоторых заболеваниях желудка, жёлчного пузыря и печени. На этот показатель также влияют переживания человека, нервные потрясения. Признаком повышенной кислотности желудочного сока является изжога. По данным исследований, от изжоги страдают 40–60 % взрослого населения, причем за последние годы наблюдается неуклонный рост этого показателя.

За сутки у человека выделяется от 0,5 до 2,0 л желудочного сока. Его производят пищеварительные железы трёх типов: железы первого типа выделяют слизь (основой его является муцин); второго – соляную кислоту (HCl); третьего – ферменты желудочного сока (пепсин, липаза молока). Слизь формирует слой, защищающий стенки желудка от действия соляной кислоты и ферментов. Интересно, что слизь содержит вещество (фактор Касла), которое способствует усвоению витамина B₁₂. Её отсутствие в желудочном соке может вызывать развитие железодефицитной анемии. Соляная кислота активирует ферменты желудочного сока, частично разрушает белки для быстрого расщепления, убивает болезнетворные бактерии, попавшие с пищей, прекраща-

Состав желудочного сока
I. Неорганические соединения
Вода, соляная кислота, соли (карбонаты, сульфаты, хлориды) и др.
II. Органические соединения
Ферменты (пепсин, липазы), муцин, лизоцим, молочная кислота и др.

ет гнилостные процессы. Фермент пепсин способствует расщеплению молекул белков на более простые соединения, а липаза расщепляет жиры молока. В желудочном соке взрослых людей липазы очень мало, поэтому возможны проблемы с усвоением этого продукта.

Итак, желудочный сок является сложным раствором неорганических и органических соединений, определяющих основные процессы пищеварения в желудке.

Как происходит регуляция пищеварения в желудке?

Желудочное сокоотделение находится под контролем нервных и гуморальных механизмов. Желудочный сок, как и слюна, выделяется рефлекторно. *Безусловно-рефлекторное сокоотделение* происходит при раздражении пищей рецепторов ротовой полости, глотки и самого желудка. Центр сокоотделения расположен в продолговатом мозгу, откуда поступают сигналы, возбуждающие желудочные железы (парасимпатические влияния) или оказывают тормозящее влияние на желудочную секрецию (симпатическое воздействие). *Условно-рефлекторное сокоотделение* начинается на вид и запах пищи. При этом выделяется аппетитный сок, который готовит желудок к восприятию пищи. Невкусная еда вызывает мало аппетитного сока или совсем его не вызывает. Негативно влияют на его образование и игра с телефонами или работа с ноутбуками перед приёмом пищи, страх, боль, употребление перед обедом или ужином чипсов, сухариков и т. п.



Ил. 23. Пища должна быть вкусной, красивой и полезной для того, чтобы вырабатывался аппетитный сок

Гуморальную регуляцию желудочного сокоотделения осуществляют еда и биологически активные вещества. Возбуждают секрецию *гастрин* (гормон выходной части желудка), пряности, соль, отвары мяса и овощей, тормозят – *секретин* (гормон слизистой оболочки тонкого кишечника), жиры, кислоты.

Выделение желудочного сока происходит до тех пор, пока в желудке есть пища.

Итак, выделение желудочного сока регулируется рефлекторно и гуморально.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Задача на применение знаний

Определите последовательность процессов пищеварения в вашем организме после того, как вы съели кусочек нежного шоколадно-бананового торта: $з$ – *склеивание пищи в пищевые комочки и их перемещение в желудок*; $и_1$ – *расщепление амилазами слюны сложных углеводов и восприятие сладкого вкуса этого шедевра*; $и_2$ – *окончательное приклеточное расщепление сложных питательных веществ и всасывание*



простых веществ в кровь и лимфу; л – медленное измельчение пищи и её увлажнение; м – расщепление банановой клетчатки при участии ферментов бактерий; о – расщепление бисквитных белков с помощью ферментов-протеаз и жиров молока при участии ферментов-липаз; ц – полостное пищеварение большинства питательных веществ, имеющих в торте, с участием пищеварительных ферментов поджелудочной железы.

В случае правильного определения последовательности процессов и заполнения таблицы ответов вы получите название природного антибиотика, содержащегося в слюне человека.

1	2	3	4	5	6	7

Биология + Фразеология

Фразеология (от греч. *фразис* – выражение, *логос* – учение). Интересны фразеологические выражения, указывающие на связь между желудком человека и обучением: «Переполненный желудок неохотно учится» (лат. *Plenus venter non studet libenter*), «Ни один магистр не сможет научить того, чему учит пустой желудок» (В. Швебель). Примените свои знания и попробуйте объяснить значение приведённых фразеологических выражений.



Биология + Медицина

Большинство случаев язвенной болезни желудка и гастритов связаны с бактериями *Helicobacter pylori*. На начальном этапе после попадания в желудок эти микробы, быстро двигаясь с помощью жгутиков, преодолевают защитный слой слизи и колонизируют слизистую оболочку желудка. Так возникает воспаление. В 2005 году первооткрыватели этих микроорганизмов Р. Уоррен и Б. Маршалл были удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине. Примените свои знания о функциях и строении желудка и сформулируйте правила профилактики таких заболеваний желудка, как гастрит и язва.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое желудок? 2. Какие питательные вещества перевариваются в желудке? 3. Что такое желудочный сок? 4. Какие пищеварительные железы образуют желудочный сок? 5. Назовите два основных механизма регуляции пищеварения в желудке. 6. Что такое аппетитный сок?
7 – 9	7. Опишите строение и функции желудка. 8. Какое значение для пищеварения имеет желудочный сок? 9. Как происходит регуляция пищеварения в желудке?
10 – 12	10. Примените свои знания о функциях и строении желудка и сформулируйте правила профилактики заболеваний желудка.

§ 11. ПИЩЕВАРЕНИЕ В КИШЕЧНИКЕ

Основные понятия и ключевые термины: **ТОНКИЙ КИШЕЧНИК. Печень. Поджелудочная железа. ТОЛСТЫЙ КИШЕЧНИК.**

Вспомните! Что такое пищеварение?



Предложите объяснение

В промежуточном отделе головного мозга имеется пищевой центр, образованный участками голода и насыщения. Он отвечает за деятельность пищеварительной системы. Когда питательных веществ в организме не хватает, возникает чувство голода и желание есть, а когда этих соединений достаточно – формируется чувство насыщения. А каким образом тонкий кишечник влияет на чувство голода и насыщения, если он расположен «далеко» от головного мозга?

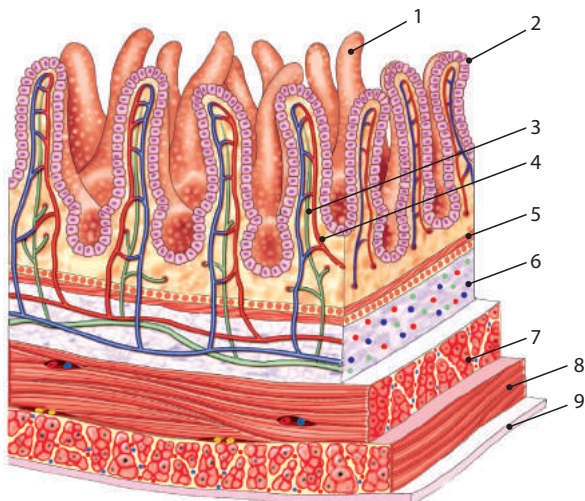


СОДЕРЖАНИЕ

Каковы строение и функции тонкого кишечника?

ТОНКИЙ КИШЕЧНИК – отдел пищеварительного канала, который соединяет желудок с толстым кишечником. Это важнейший отдел пищеварительного канала, длина которого около 6 м и диаметр 3–4 см. В тонком кишечнике различают три отдела: двенадцатиперстную, полую и подвздошную кишки.

Стенки тонкой кишки состоят из трёх оболочек. Основой *внешней серозной оболочки* является соединительная ткань. Мышечная *средняя оболочка* тонкой кишки состоит из двух слоёв гладкой мышечной ткани – продольного и кругового. *Слизистая оболочка* образована однослойным эпителием, имеет способность к быстрому делению и обновлению клеток. Ещё одной особенностью оболочки является наличие в ней многочисленных *круговых складок, кишечных желёз и кишечных ворсинок*. Это приспособление для увеличения поверхности оболочки. В тонкий кишечник впадают протоки печени и подже-



Ил. 24. Строение стенки тонкой кишки:

1 – кишечная ворсинка; 2 – однослойный эпителий ворсинки; 3 – лимфатический сосуд; 4 – кровеносные сосуды; 5 – слизистая оболочка; 6 – подслизистая основа; 7 – круговой слой мышц; 8 – продольный слой мышц; 9 – внешняя оболочка

лудочной железы. Регулирует деятельность кишечника один из крупнейших нервов человека – блуждающий нерв.

Основными процессами пищеварения в тонком кишечнике являются:

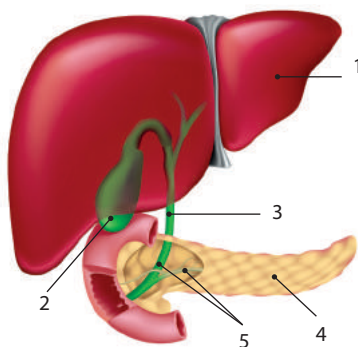
- 1) *химическая обработка пищи* – с помощью ферментов поджелудочного и кишечного соков происходит окончательное химическое расщепление питательных веществ: **трипсин** влияет на расщепление белков до аминокислот, **липазы** – жиров до жирных кислот и глицерина, **амилазы** – сложных углеводов до глюкозы
- 2) *физическая обработка пищи* – с помощью жёлчи происходит измельчение жиров на капельки (эмульгация жиров) для переваривания с помощью ферментов-липаз;
- 3) *перемещение пищи* – сокращение мышц стенок обеспечивает продвижение химуса к толстому кишечнику;
- 4) *обеззараживание пищи* – в стенках кишки много лимфатических узелков, в жёлчи есть вещества, которые убивают микроорганизмы;
- 5) *всасывание пищи* – с помощью ворсинок происходит пристеночное пищеварение и попадание аминокислот и моносахаридов в кровь и жирных кислот в лимфу.

Итак, тонкий кишечник имеет особенности строения, связанные с окончательным расщеплением пищи и всасыванием простых питательных соединений в кровь и лимфу.

Какую роль выполняют печень и поджелудочная железа в процессе пищеварения?

Печень – крупная пищеварительная железа, расположенная в правом подреберье под диафрагмой. Снаружи печень покрыта капсулой из соединительной ткани. В печени различают *правую* (большую) и *левую* (малую) доли. Единицей строения является *печёночные дольки*, состоящие из печёночных клеток – *гепатоцитов*. На нижней поверхности расположен *жёлчный пузырь с пузырным протоком*. Основными функциями печени являются: 1) *секреторная* – вырабатывает жёлчь, которая депонируется в жёлчном пузыре. Под действием жёлчи жиры распадаются на мелкие капельки, активируются ферменты, усиливается двигательная активность кишок,

всасываются жирорастворимые витамины, задерживаются гнилостные процессы и обезвреживаются бактерии; 2) *барьерная* – обезвреживание вредных веществ, поступающих с кровью от кишечника; 3) *запасающая* – превращение избытка глюкозы в гликоген и отложение про запас; 4) *защитная* – синтезируются почти все защитные белки плазмы крови; 5) *выделительная* – утилизируются погибшие эритроциты, ядовитый аммиак превращается в безобидную мочевины и др.; 6) *участие в обмене веществ и энергии* – является источником тепла, осуществляется взаимопревращение питательных веществ, накапливается витамин А и т. п.



Ил. 25. Связь пищеварительных желёз с тонким кишечником:

- 1 – печень; 2 – жёлчный пузырь;
3 – общий жёлчный проток;
4 – поджелудочная железа;
5 – поджелудочные протоки

Поджелудочная железа – большая пищеварительная железа, протоки которой открываются в двенадцатиперстную кишку. Железа покрыта тонкой капсулой, имеет дольчатое строение и располагается позади желудка у задней стенки живота. Поджелудочная железа выделяет в двенадцатиперстную кишку бесцветную жидкость щелочной реакции – поджелудочный сок. Важнейшие компоненты сока – ферменты, расщепляющие все питательные вещества: трипсин (расщепляет белки), липазы (расщепляют жиры), амилазы (расщепляют сложные углеводы). За сутки у человека выделяется около 1,5–2,0 л сока.

Итак, печень и поджелудочная железа являются пищеварительными железами, которые обеспечивают пищеварение в тонком кишечнике.

Каковы строение и функции толстого кишечника?

ТОЛСТЫЙ КИШЕЧНИК – отдел, которым завершается пищеварительный канал. Общая длина органа составляет 1,5–2 м, диаметр – около 6 см и в нём различают следующие отделы: слепую кишку с аппендиксом, кишки ободочную, сигмовидную и прямую, которая завершается анусом. Стенки кишечника состоят из трёх оболочек: наружной, мышечной и слизистой. Основными процессами толстого кишечника являются:



Ил. 26. Модельное изображение толстого кишечника

- 1) *физическая обработка пищи* – происходят накопление и уплотнение непереваренных остатков;
- 2) *химическая обработка пищи* – симбиотическое пищеварение с помощью полезных микроорганизмов микрофлоры кишечника. Для этих бактерий толстый кишечник является средой обитания, а они, в свою очередь, синтезируют витамины К и В, подавляют действие вредных микробов;
- 3) *перемещение пищи* – с помощью кишечного сока формируются каловые массы и удаляются из организма;
- 4) *всасывание пищи* – в кровь, лимфу и тканевую жидкость попадают неорганические (вода, ионы) и небольшое количество органических веществ (глюкоза, аминокислоты);
- 5) *обезвреживание пищи* – с участием слизи кишечных желёз, лимфоузлов и полезных микроорганизмов подавляются гнилостные процессы и вредные бактерии.

Итак, в толстом кишечнике завершается расщепление питательных веществ, всасывается большая часть воды и удаляются непереваренные остатки из организма.

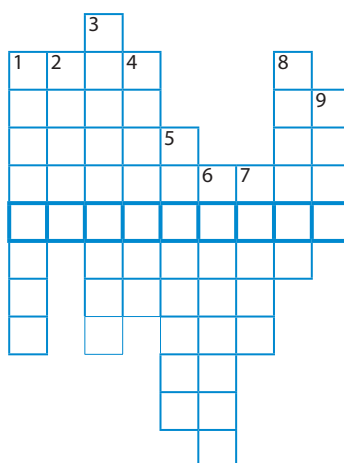


ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ **Учимся познавать**

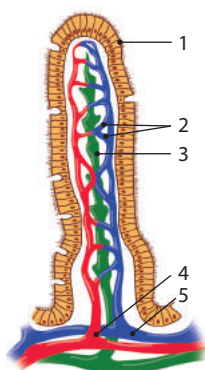
Влияние тонкого кишечника на пищевой центр объясняет глюкостатическая теория, согласно которой чувство голода или насыщения зависит от концентрации глюкозы в крови, оттекающей от кишечника. А чувство удовлетворения, возникающее у нас от вкусной и красивой еды, связано с влиянием на пищевой центр таких гормонов, как ...

Решите кроссворд и вы получите название этих «гормонов удовольствия».

1. Ткань, которая выстилает пищеварительный канал.
2. Составляющее вещество слизи.
3. Червеобразный отросток слепой кишки.
4. Продукт расщепления углеводов.
5. Образования тонкой кишки, которые осуществляют всасывание.
6. Мышца-сжиматель.
7. Частично переваренная пища желудка и кишечника.
8. Самая крупная пищеварительная железа человека.
9. Органы ротовой полости для измельчения пищи.



Самостоятельная работа с иллюстрацией



Ворсинки – образования тонкой кишки, обеспечивающие пристеночное пищеварение и всасывание. Определите обозначения представленных в таблице элементов строения ворсинки и укажите их функциональное назначение.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ВОРСИНКИ

Название	Обозначение	Функциональное назначение
Цилиндрический эпителий		
Капиллярная сетка		
Лимфатический сосуд		
Артериола		
Венула		

Биология + Пищевая промышленность

И. И. Мечников научно обосновал роль молочнокислых продуктов в процессе пищеварения. Он обратил внимание людей на возможность использования молочнокислых бактерий в борьбе с бактериями гниения, содержащимися в микрофлоре кишечника. Сегодня для лечения и профилактики дисбактериоза специалисты все чаще рекомендуют биоогурты и биокефиры с «живыми» лактобактериями и бифидобактериями. Какие же свойства этих бактерий вызывают положительный эффект молочнокислых продуктов?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое тонкий кишечник? 2. Назовите основные функции тонкого кишечника. 3. Что такое печень? 4. Что такое поджелудочная железа? 5. Что такое толстый кишечник? 6. Назовите основные функции толстого кишечника.
7 – 9	7. Опишите строение и функции тонкого кишечника. 8. Какую роль выполняют печень и поджелудочная железа в процессе пищеварения? 9. Опишите строение и функции толстого кишечника.
10 – 12	10. Объясните значение микрофлоры кишечника для организма человека.

§ 12. РЕГУЛЯЦИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ. ПИЩЕВЫЕ РАССТРОЙСТВА

Основные понятия и ключевые термины: **Болезни органов пищеварения. Пищевые расстройства.**

Вспомните! Что такое регуляция функций? Что такое болезнь?



Знакомьтесь!

С. П. Боткин (1832–1889) – российский врач, научные работы которого посвящены исследованию заболеваний (вирусный гепатит, или болезнь Боткина). Учёный считал, что для того, чтобы помощь врача была разумной и действенной, врач должен заниматься не только биологией, но и другими естественными науками. Можете ли вы на примере регуляции пищеварения доказать это утверждение?



СОДЕРЖАНИЕ

Как происходит регуляция пищеварения?

Нервная регуляция процессов пищеварения происходит безусловно- и условно-рефлекторно. **Безусловно-рефлекторная регуляция** пищеварения осуществляется с помощью импульсов, возникающих в нервных центрах продолговатого (центры слюноотделения, глотания, желудочного сокоотделения) и спинного мозга (центр опорожнения). В органы пищеварительного тракта импульсы от нервных центров поступают по симпатические (тормозное влияние) и парасимпатическим (стимулирующее влияние) нервам и влияют на секрецию пищеварительных желёз и двигательную активность мышц, входящих в состав органов пищеварения. В **условно-рефлекторной регуляции** процессов слюноотделения, глотания, желудочного сокоотделения важную роль играет кора полушарий головного мозга. Примером нервной регуляции пищеварения является рефлекторное слюноотделение. В случае безусловно-рефлекторной деятельности, когда пищевой комочек (безусловный раздражитель) попадает на язык, происходят возбуждение вкусовых рецепторов, проведение импульсов в центр слюноотделения, формирование ответа, поступление импульсов к слюнным железам, которые и реагируют выделением секрета. Если же эту последовательность процессов включает условный раздражитель, которым могут быть запах пищи, её красивый вид, звуки на кухне и т. п., действующие через вкусовые корковые центры, то регуляцию называют условно-рефлекторной.

Гуморальная регуляция осуществляется железами внутренней секреции (гипофизом, надпочечниками), которыми руководит гипоталамус. Именно в этом отделе размещаются центры голода и насыщения. Примерами гуморальной регуляции являются влияние вазопрессина (гормон гипофиза) на обратное всасывание воды в толстом кишечнике, действие адреналина (гормон надпочечников), тормозящего слюноотделение. Гормоны для гуморальной регуляции могут образовывать и

сами органы пищеварения. Так, клетки слизистой оболочки желудка и кишечника секретируют систему гормонов (гастрины, секретины), влияющие на соко-, жёлчеотделение, а также на двигательную активность желудка и кишечника.

Иммунная регуляция осуществляется с участием аппендикса, лимфатических узелков стенок пищеварительного канала и самых секретов слюны, желудочного сока, жёлчи, кишечного сока.

Итак, регуляция пищеварения является сложным процессом, и в ней задействованы все регуляторные системы.

Каковы причины заболеваний органов пищеварения?

Болезни органов пищеварения – это нарушение нормальной жизнедеятельности организма человека из-за возникновения отклонений в строении и функциях органов пищеварительной системы. На сегодня болезни органов пищеварения в структуре распространённости среди всех заболеваний в Украине занимают третье место после сердечно-сосудистых болезней и болезней органов дыхания.

Согласно *Международной классификации болезней*, разработанной Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), болезни органов пищеварения делятся на группы: 1) болезни полости рта, слюнных желёз и челюстей (*кариес, пародонтоз, стоматит*); 2) болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки (*гастрит, язва желудка, язва двенадцатиперстной кишки*); 3) болезни аппендикса (*аппендицит*); 4) грыжи (*пупочная грыжа, грыжа брюшной стенки*); 5) неинфекционные болезни кишечника (*энтериты – воспаление слизистой оболочки тонкой кишки, колиты – воспаление слизистой оболочки толстой кишки*); 6) прочие болезни кишечника (*запор, заворот кишок*); 7) болезни брюшной полости (*перитонит – воспаление брюшины*); 8) болезни печени (*цирроз*); 9) болезни жёлчного пузыря и поджелудочной железы (*желчнокаменная болезнь, холецистит, панкреатит*) и др.

Пищеварительная система человека страдает от многих факторов, сопровождающих современную жизнь: несбалансированное питание, гиподинамия, стрессы, ксенобиотики, чрезмерные нагрузки, отсутствие отдыха, состояние окружающей среды и т. п. Болезни органов пищеварения возникают из-за несоблюдения режима питания, употребления искусственной еды с вредными пищевыми добавками, быстрого потребления пищи, длительного употребления лекарств, негативных эмоций, курения, употребления алкогольных напитков.

Итак, болезни органов пищеварения разнообразны, возникают вследствие неправильного образа жизни человека.

Каковы причины пищевых расстройств, их профилактика?

К пищевым расстройствам относятся пищевые отравления, кишечные инфекции и глистные болезни (гельминтозы). Их вызывают вирусы, болезнетворные бактерии, паразитические черви, ядовитые растения и грибы и др.

Причины возникновения пищевых отравлений: потребление несвежих или заражённых продуктов (например, отравленных токсинами сальмонеллы), ядовитых растений (например, дурман, белена) или грибов (например, бледная поганка), использование воды, загрязнённой средствами бытовой химии и т. п.

Глистные болезни – это заболевания, вызванные паразитическими червями (гельминтами). Возбудителями этих болезней являются представители плоских (печёночный сосальщик, свиной цепень, эхинококк) и круглых (аскариды, острицы, трихинелла) червей. Чаще всего заражение гельминтами происходит при употреблении заражённого личинками или финнами мяса и сырой воды, немытых овощей, ягод, фруктов, через загрязнённые руки. Паразиты снижают иммунитет, вызывают аллергические реакции. Продукты обмена веществ гельминтов влияют на нервную систему, органы кроветворения, изменяют состав микрофлоры кишечника. У больных снижается аппетит, происходят задержка роста, наблюдаются быстрая утомляемость, головная боль, нарушение сна и т. д.

Основными мерами профилактики глистных болезней являются ветеринарный контроль качества мяса, очистка воды, защита водоёмов от загрязнения нечистотами, санитарный контроль за свалками, систематические медицинские осмотры больных животных и людей. Особое значение имеют соблюдение правил личной гигиены, употребление мытых овощей и фруктов, термическая обработка мяса и рыбы, хранение продуктов питания так, чтобы на них не попадала пыль и не садились мухи и др.

Кишечные инфекции – заболевания, вызванные токсическим действием микроорганизмов, попавших в ЖКТ. К кишечным инфекциям относятся дизентерия, холера, сальмонеллёз, ботулизм и др. Наиболее распространёнными признаками таких отравлений являются поносы, лихорадка, озноб, боль в животе, головная боль, головокружение. Кишечные инфекции называют болезнями грязных рук. Отсюда следует простое правило: после возвращения домой с работы или прогулки, перед приёмами пищи, после игры с животными, после посещения туалета вымойте руки с мылом. Так вы защитите себя и других от заражения кишечными инфекциями. А также употребляйте только кипячёное молоко и воду, воздержитесь от покупки пищевых продуктов, реализуемых с нарушением температурного режима хранения, следите за сроком употребления продуктов.

Итак, **пищевые расстройства** – нарушение деятельности пищеварительной системы – возникают при употреблении некачественной пищи, содержащей ядовитые вещества, вредные микроорганизмы или заражённой паразитическими червями.



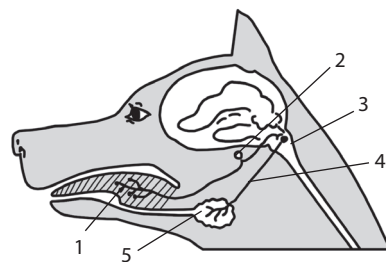
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с иллюстрацией

Перед вами иллюстрация безусловного слюноотделительного рефлекса у собаки. Так происходит нервная регуляция слюноотделения и у человека.

Сопоставьте названия звеньев этого рефлекса и описание процессов, осуществляемых с их помощью, с обозначениями на рисунке.



Звенья безусловного рефлекса: А – центральная; Б – рецепторная; В – центростремительная чувствительная; Г – центробежная двигательная; Д – рабочая, или эффекторная.

Составляющие процессы рефлекса: а) проведение импульсов чувствительными нейронами; б) восприятие рецепторами влияния пищи как раздражителя и формирование нервных импульсов; в) выделение слюны слюнными железами; г) информативный анализ потока нервных импульсов в нервной центре продолговатого мозга; д) проведение импульсов двигательными нейронами в органы, осуществляющие реакцию организма.

Упражнение на сопоставление

На иллюстрациях изображены организмы, вызывающие пищевые расстройства. Сопоставьте эти изображения с названиями организмов: р – волчья ягода обыкновенная; и – дурман обыкновенный; н – бледная поганка; е₁ – мухомор пантерный; е₂ – аскарида человеческая; к – сосальщик печёночный; т – сальмонелла; с – холерный вибрион.

1	2	3	4	5	6	7	8



Если правильно определите и сопоставите изображённые организмы с названиями, то получите название гормона, стимулирующего выделение поджелудочного сока.

Биология + Медицина

Золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) возглавляет список бактерий, которыми чаще всего заражаются в медицинских учреждениях. В отличие от большинства бактерий, которые являются бесцветными, колонии этого вида имеют золотистый цвет, обусловленный жёлтыми пигментами. Что такое дисбактериоз и какова роль золотистого стафилококка в развитии пищевых расстройств?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Назовите механизмы регуляции пищеварения человека. 2. Приведите примеры нервной и гуморальной регуляции пищеварения. 3. Что такое болезни органов пищеварения? 4. Приведите примеры заболеваний пищеварительной системы. 5. Что такое пищевые расстройства? 6. Назовите основные группы пищевых расстройств у человека.
7 – 9	7. Как происходит регуляция процессов пищеварения? 8. Назовите причины заболеваний органов пищеварения. 9. Назовите причины пищевых расстройств и меры по их профилактике.
10 – 12	10. На конкретных примерах докажите необходимость знаний о пищеварительной системе для профилактики болезней органов пищеварения и пищевых расстройств.

Обобщение темы 2. ПИЩЕВАРЕНИЕ

ПИЩЕВАРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА –

совокупность физических и химических процессов, в результате которых происходят перемещение и преобразование сложных веществ на простые с последующим их всасыванием в кровь и лимфу и удалением непереваренных остатков.

Таблица 5. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Отдел	Особенности строения отдела	Функция системы
Ротовая полость	Ограничивают ротовую полость губы, щёки, нёбо, дно. Язык. Зубы (резцы, клыки, малые коренные, большие коренные). Слюнные <i>мелкие</i> (губные, щёчные, нёбные) и <i>большие</i> (околоушные, подчелюстные, подъязычные) <i>железы</i>	1. Секреторная 2. Двигательная 3. Всасывающая 4. Защитная 5. Выделительная 6. Регуляторная
Глотка	Носовая, ротовая и гортанная части. Стенки из слизистой, мышечной и соединительнотканной оболочек. У входа – <i>кольцо Пирогова – Вальдейера</i>	
Пищевод	Мышечная оболочка из двух слоёв – продольного и кругового, <i>подслизистая</i> образует складки	
Желудок	<i>Есть входная часть, своды желудка, тело желудка, исходная часть. Мышечная оболочка из трёх слоёв мышц: продольного, кругового и косого. Подслизистая основа образует складки, внутренняя слизистая оболочка содержит желудочные железы</i>	
Тонкая кишка	Три отдела: 12-перстная, полая и подвздошная кишки. Протоки печени и поджелудочной железы. <i>Мышечная оболочка из двух слоёв мышц, слизистая</i> содержит кишечные железы и <i>ворсинки</i>	
Толстая кишка	Три отдела: <i>слепая с аппендиксом, ободочная и прямая. Мышечная из двух слоёв мышц. Имеются мутуалистические микроорганизмы</i>	

Таблица 6. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Отдел	Основные процессы пищеварения
Ротовая полость	1. Физическая обработка пищи (зубы, язык) 2. Химическое расщепление углеводов (амилазы слюны) 3. Перемещение пищи (язык, муцин слюны) 4. Обеззараживание пищи (лизоцим слюны) 5. Всасывание компонентов пищи (язык, слизистая оболочка)
Желудок	1. Физическая обработка пищи (денатурация и набухание пищи) 2. Химическое расщепление белков (пепсин) 3. Перемещение пищи (мышечная оболочка, мышцы-зажимы) 4. Обеззараживание пищи (HCl желудочного сока, лимфоузелки) 5. Всасывание компонентов пищи (слизистая оболочка)
Тонкая кишка	1. Физическая обработка пищи (эмульгации еды с помощью жёлчи) 2. Химическая обработка пищи (трипсин, липазы, амилазы) 3. Перемещение пищи (перистальтические, маятниковые движения) 4. Обеззараживание пищи (жёлчь, лимфатические узелки) 5. Всасывание компонентов пищи (ворсинки)
Толстая кишка	1. Физическая обработка пищи (формирование каловых масс) 2. Химическая обработка пищи (симбиотическое пищеварение) 3. Перемещение пищи (перистальтические движения, сфинктеры) 4. Обеззараживание пищи (кишечный сок, лимфоузлы) 5. Обратное всасывание воды (слизистая оболочка)

Самоконтроль знаний

Тест-применение 3. ПИЩЕВАРЕНИЕ

Биология + Физика (1 бал) Назовите метод исследования органов пищеварения у человека с помощью физического силового поля и радиоволн.

- А** эндоскопия **Б** зондирование
В рентгенография **Г** магнитно-резонансная томография

Биология + Химия (1 бал) Рентгенологическое исследование пищеварительного канала осуществляется с помощью метода искусственных контрастов. Для этого испытуемому предлагается «контрастный наполнитель» – суспензия барий сульфата. Укажите формулу.

- А** BaSO_4 **Б** Na_2SO_3 **В** CaCO_3 **Г** K_3PO_4

Биология + Медицина (1 бал) Введение в организм приборов со световодами для визуального осмотра полости органов пищеварительного тракта – это ...

- А** эндоскопия **Б** зондирование **В** электрогастрография **Г** рентгенография

Биология + Медицина (1 бал) Если бы не этот врач, то не было бы в научном мире Д. И. Менделеева, вождя национально-освободительного движения Джузеппе Гарибальди и других. В его честь назван Винницкий национальный медицинский университет. Назовите фамилию выдающегося учёного.

- А** Боткин С. **Б** Павлов И. **В** Пирогов Н. **Г** Мечников И.

Биология + Логика (3 бала) Распределите названные процессы пищеварения по отделам пищеварительного канала: 1) химическое расщепление только углеводов; 2) химическое расщепление белков; 3) химическое расщепление белков, жиров и углеводов; 4) всасывание простых питательных веществ и эмульгация жиров; 5) измельчение и склеивание пищи в пищевые комочки; 6) денатурация белков под действием соляной кислоты.

А Пищеварение в ротовой полости		
Б Пищеварение в желудке		
В Пищеварение в кишечнике		

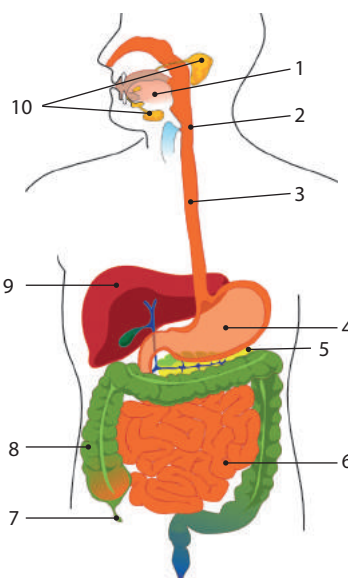
Биология + Наука (1 бал) **Владимир Фролькис** (1924–1999) – украинский учёный, занимался изучением механизмов старения. По мнению учёного, для того чтобы продлить жизнь, следует бороться не с естественными возрастными изменениями, а поддержать процессы антистарения. Как называется наука, изучающая старение?

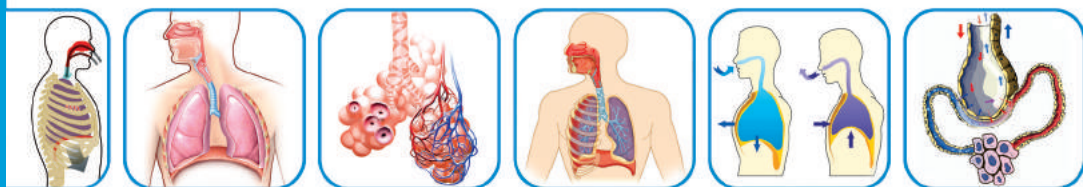
- А** цитология **Б** геронтология
В гистология **Г** кардиология

Биология + Латина (4 бала) Сопоставьте латинские названия органов пищеварения человека с соответствующими обозначениями на рисунке и получите название болезни поджелудочной железы; п – *cavum oris*; τ_2 – *glandulae salivariae*; р – *pancreas*; и – *hepar*; a_1 – *pharynx*; н – *esophagus*; к – *gaster*; е – *intestinum tenue*; τ_1 – *intestinum crassum*; a_2 – *appendix vermiformis*.

Ответ:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10





Тема 3. ДЫХАНИЕ

Все наследство жизни – знай об этом – дыхание.

Гафиз

§ 13. ДЫХАНИЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

Основные понятия и ключевые термины: ДЫХАНИЕ. Лёгочное дыхание.

Вспомните! Что такое жаберное, трахейные, кожное, лёгочное дыхание животных?



Подумайте!

На картине «Опыт с воздушным насосом» (1768), автором которой является известный британский художник Джозеф Райт (1734–1797), изображён эксперимент с птицей в закрытой стеклянной посуде, соединённой с воздушным насосом. Этот опыт демонстрирует значение дыхания для жизнедеятельности организмов. Ранее считали, что организмы дышат только для удаления избытка тепла. И только после многих исследований и экспериментов была доказана настоящая роль дыхания. Что же выяснилось?



СОДЕРЖАНИЕ

Какое значение имеет дыхание для организма человека?

Дыхание вместе с питанием и пищеварением является первым этапом обмена веществ, энергии и информации, на котором организм человека получает все необходимые вещества. Пищевые продукты поступают с пищей, сложные питательные соединения расщепляются и всасываются, а кровь и лимфа доставляют их к клеткам. А что дальше? Клеткам для жизнедеятельности необходима ЭНЕРГИЯ. И вот именно на этой стадии и проявляется суть дыхания, основная роль которого заключается в высвобождении энергии питательных веществ с помощью кислорода.

Целостный процесс дыхания условно разделяют на три этапа: внешнее дыхание, транспорт газов и внутреннее дыхание. *Внешнее дыхание*, или газообмен, – это обмен газов между организмом и окружающей средой. Благодаря физическим процессам на этом этапе организм человека получает кислород и избавляется от CO_2 . Второй этап – *транспорт газов* в организме. Его обеспечивают жидкости тела человека – кровь, лимфа и тканевая жидкость. Газы растворяются в плазме или соединяются

Основные этапы дыхания

1. Внешнее дыхание
2. Транспорт газов
3. Внутреннее дыхание

с гемоглобином крови и транспортируются к клеткам. *Внутреннее дыхание* происходит уже в клетках. Простые питательные вещества (аминокислоты, жирные кислоты, глюкоза) с помощью ферментов клетки расщепляются до воды и углекислого газа CO_2 . При этом и высвобождается столь необходимая для жизнедеятельности организма **ЭНЕРГИЯ**. И именно для этого необходим кислород, участвующий в этих химических реакциях окисления.

Значение дыхания не ограничивается поставкой кислорода и удалением CO_2 . Вместе с воздухом из организма удаляется избыток теплоты (терморегуляционная функция), к обонятельным рецепторам носовой полости несут информацию душистые соединения (информативная функция) и т. д.

Итак, **ДЫХАНИЕ** – совокупность физических и химических процессов, обеспечивающих поступление кислорода в организм, его использование клетками для получения энергии и удаления из организма углекислого газа.

Какие процессы являются основой дыхания?

Как вы поняли, дыхание является одним из проявлений обмена веществ, основу которого составляют физические и химические процессы.

Поступление кислорода и выведение CO_2 из организма обеспечивают такие основные физические процессы, как диффузия и конвекция. *Диффузия* – пассивное перемещение молекул дыхательных газов через клеточные мембраны из участков, где их концентрация больше, к участкам с меньшей концентрацией. *Конвекция* – активный перенос дыхательных газов



Ил. 27. Последовательность процессов дыхания

Основные процессы дыхания
1. Вентиляция лёгких
2. Газообмен в лёгких
3. Перенос газов
4. Газообмен в тканях
5. Клеточное дыхание

средой, что движется. Во время дыхания кислород и углекислый газ переносятся воздухом в лёгкие, а внутри организма – кровью.

В основе дыхания – биологическое окисление, осуществляемое в клетках. *Окисление* – это химические реакции расщепления соединений с помощью кислорода, сопровождающиеся высвобождением энергии. Конечные продукты окисления – вода и углекислый газ. Энергия, высвобождаемая при этом в клетках, аккумулируется в АТФ.

Физические и химические превращения дыхательных газов происходят последовательно:

- 1) *вентиляция лёгких* (активное перемещение потока воздуха в лёгкие благодаря конвекции);
- 2) *газообмен в лёгких* (пассивное перемещение газов между воздухом и кровью путём диффузии);

- 3) *транспорт дыхательных газов* (активное перемещение газов потоком крови благодаря конвекции);
- 4) *газообмен в тканях* (пассивное перемещение газов между кровью и тканевой жидкостью путём диффузии);
- 5) *клеточное дыхание* (высвобождение энергии из питательных соединений путём окисления).

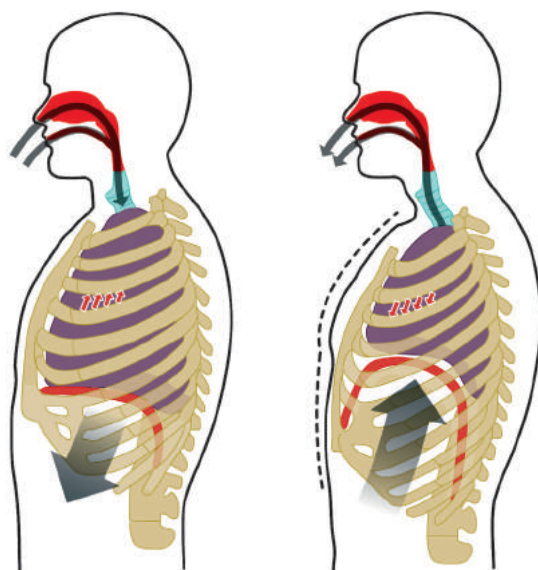
Итак, **ДЫХАНИЕ** – совокупность сложных физических и химических процессов, направленных в конечном итоге на получение энергии для жизнедеятельности организма.

В чём заключаются особенности дыхания человека?

Легочное дыхание – это дыхание с помощью внутренних специализированных органов газообмена – лёгких.

В связи с прямохождением грудная клетка у человека сплющена спереди назад, что существенно влияет на лёгочное дыхание. Верхушка лёгких в связи с малой подвижностью верхних ребер вентилируется недостаточно, а нижние доли лёгких благодаря сокращению диафрагмы обеспечиваются воздухом лучше. В связи с этим у человека выделяют три типа дыхания – *грудное, брюшное и смешанное*. Грудное дыхание является рёберным, брюшное – диафрагмальным, а смешанное обусловлено сокращением межрёберных мышц и диафрагмы. Преобладание того или иного типа дыхания зависит от пола (у женщин в основном грудное), профессии (у людей, занимающихся физическим трудом, преобладает брюшное дыхание). Наиболее благоприятным для вентилиции лёгких является смешанный тип дыхания.

У человека очень хорошо развиты механизмы регуляции дыхания, особенно те, что осуществляются при участии коры большого мозга. Наблюдается взаимосвязь дыхания с положительными и отрицательными эмоциями. Так, глубокое брюшное дыхание успокаивает человека, а гнев или стрессовая ситуация вызывают переход на грудное дыхание.



Ил. 28. Смешанный тип дыхания: вдох обусловлен сокращением межрёберных мышц и диафрагмы, а выдох – их расслаблением

Итак, дыхание человека может быть грудным, брюшным и смешанным.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Демонстрационный опыт ВЫЯВЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ

Цель: формирование умений обосновывать и применять знания процессов дыхания при пояснении наблюдений.

Теоретические сведения

Известковая вода – это насыщенный раствор кальций гидроксида $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Углекислый газ, CO_2 – это бесцветный газ, не имеющий запаха, тяжелее воздуха и растворимый в воде. Незначительное количество CO_2 безвредно и даже необходимо для жизни человека, но при концентрации его в воздухе более 3 % он становится опасным, а 10 % и более – смертельным.

Ход работы

1. Для исследования возьмите известковую воду.
2. В пробирку с известковой водой опустите нижний конец чистой стеклянной трубки, через её верхнюю часть несколько раз выдохните воздух из лёгких.
3. В рабочей тетради опишите результат опыта и запишите уравнение реакции взаимодействия углекислого газа с известковой водой.

Биология + Рекорды

Немецкий фридайвер Том Ситас продержался без воздуха 22 мин и 22 с. В 1991 году 70-летний индийский йог Равиндра Мишра пробыл под водой в состоянии медитации 144 ч 16 мин 22 с. Эти достижения удивляют. Как человек может задержать дыхание на такое длительное время, если известно, что клетки мозга без доступа кислорода погибают уже через 4 мин?



Биология + Медицина

Движения диафрагмы соответствуют количеству вдохов и определяют их глубину. Хотя их в 4–5 раз меньше, чем сердечных сокращений, они проталкивают кровь сильнее, чем сердце. Недаром диафрагму называют вторым сердцем. Если она работает правильно, то происходит обновление 75–80 % объёма воздуха при каждом вдохе. Что такое диафрагма? Какова её роль в организации правильного дыхания?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое дыхание? 2. Назовите этапы дыхания человека. 3. Какие физические и химические процессы являются основой дыхания? 4. Назовите основные процессы дыхания человека. 5. Что такое лёгочное дыхание? 6. Назовите причины особенностей дыхания человека.
7 – 9	7. Какое значение имеет дыхание для организма человека? 8. Какие процессы являются основой дыхания? 9. Назовите особенности дыхания человека.
10 – 12	10. Докажите необходимость знаний о диафрагме для сохранения здоровья человека.

§ 14. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

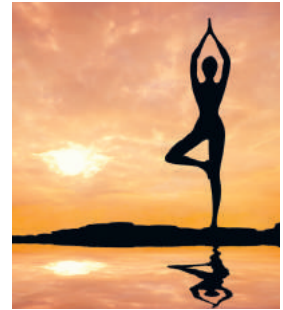
Основные понятия и ключевые термины: ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.
Воздухоносные пути. Лёгкие.

Вспомните! Каковы этапы и основные процессы дыхания?



Докажите!

Йога – это древнейший образ жизни для достижения полноценного здоровья. Йоги уделяют огромное внимание формированию умений правильного дыхания. Существует раздел йоги (хатха-йога), который с помощью различных поз (асан) и специальных дыхательных упражнений (пранаям) учит, как развивать и совершенствовать возможности всего организма. «Йога существует в мире, потому что всё взаимосвязано», – сказал один мудрец. Докажите взаимосвязь органов дыхания с другими органами человека.



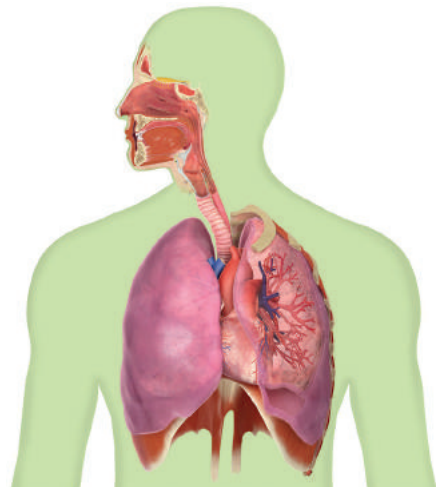
СОДЕРЖАНИЕ

Какие функции выполняет дыхательная система человека?

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА – это совокупность органов, обеспечивающих поступление кислорода, газообмен и удаление углекислого газа. Эта физиологическая система состоит из **воздухоносных путей** и **лёгких**, расположенных внутри тела. Поэтому её основными функциями являются приток воздуха с кислородом, удаление воздуха с углекислым газом и газообмен воздуха с кровью. Все эти процессы составляют этап *внешнего дыхания*.

Для поступления воздуха органы дыхания и стенки воздухоносных путей образованы из костей и хрящей, благодаря которым они не опадают, и воздух свободно циркулирует во время выдоха и вдоха.

Тесная взаимосвязь органов дыхания с другими органами обеспечивает выполнение дополнительных функций. Внутренняя слизистая оболочка воздухоносных путей содержит слизистые железы, секрет которых увлажняет, обволакивает и удаляет пылинки и микроорганизмы, попадающие с воздухом (*защитная функция*). Носовая полость содержит обонятельные рецепторы, воспринимающие и передающие информацию к коре полушарий, где формируются обонятельные ощущение.



Ил. 29. Дыхательная система человека

ния (*чувственная функция*). В гортани расположен голосовой аппарат, который вместе с языком, губами, щеками, головным мозгом обеспечивает речь человека (*звукообразующая функция*). А тесные контакты органов дыхания с кровеносными сосудами обуславливают участие дыхательной системы в терморегуляции организма.

Таблица 7. ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Функция	Содержание
Воздухоносная	Приток воздуха для газообмена в лёгких
Выделительная	Удаление из крови углекислого газа в процессе газообмена
Газообмен	Быстрый обмен кислородом и углекислым газом между воздухом и кровью
Теплорегуляторная	Регуляция температуры тела вследствие испарения воды с поверхности лёгких или согревания вдыхаемого воздуха
Защитная	Слизь и реснитчатый эпителий дыхательных путей обезвреживают микроорганизмы, задерживают пыль, увлажняют воздух
Чувственная	В носовой полости содержатся обонятельные хеморецепторы, являющиеся начальным звеном в формировании обонятельных ощущений
Звукообразующая	Гортань содержит голосовой аппарат, обеспечивает образование звуков при вдыхании воздуха

Следовательно, органы дыхания, выполняя основные и дополнительные функции, тесно взаимосвязаны с другими органами и системами: опорно-двигательной, кровеносной, пищеварительной и нервной.

Каковы строение и функции воздухоносных путей?

Воздухоносные пути – это органы дыхательной системы, которые служат для переноса вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Эти пути разделяются на верхние (*носовая полость и глотка*) и нижние (*гортань, трахея и бронхи*). Стенки органов образованы тремя оболочками: соединительнотканной, мышечной и слизистой. К верхним дыхательным путям, которые первыми принимают воздух из окружающей среды, относятся *носовая полость и глотка*.

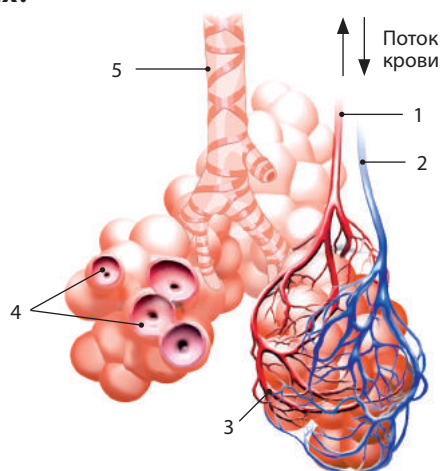
Таблица 8. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ

Орган	Строение	Функции
Носовая полость	Начальный отдел системы с носовыми ходами, околоносовыми пазухами. Слизистая оболочка имеет обонятельные рецепторы, слизистые железы, ресничный эпителий и густую сеть капилляров. Слизь содержит лизоцим	Согревание, увлажнение, очистка, обезвреживание воздуха. Восприятие запахов
Глотка	Воронкообразное образование, имеет отверстия (хоаны), соединяющие с носовой полостью, и скопления лимфатических миндалин (кольцо Пирогова)	Воздухоносная, защитная
Гортань	Стенки образованы парными и непарными хрящами, содержит голосовой аппарат с голосовыми связками. Надгортанный хрящ закрывает вход в гортань при глотании пищи	Воздухоносная, защитная, звукообразующая (при вдыхании воздуха)
Трахея	Расположена спереди пищевода, имеет вид трубки длиной 8–15 см с 16–20 хрящевыми полукольцами. Внутреннюю поверхность выстилает слизистая оболочка с ресничным эпителием и лимфоузлами	Воздухоносная, защитная
Бронхи	Правый и левый главные бронхи разветвляются до бронхиол с образованием бронхиального дерева. Стенки имеют хрящевые кольца	Воздухоносная, защитная

Итак, строение воздухоносных путей приспособлено к переносу, увлажнению, согреванию или охлаждению, очистке и обезвреживанию воздуха, который должен поступить в лёгкие.

Каковы особенности строения лёгких?

Лёгкие – органы дыхания, расположенные в грудной полости, осуществляют функцию газообмена. Это парные органы: правое лёгкое больше и состоит из 3 долей, левое – из 2 долей. Внешне лёгкие покрыты *легочной плеврой*, состоящей из 2 листков: *внутренний* листок сросся с лёгкими, а *внешний* – со стенками грудной полости. Между листками расположена узкая *полость плевры* с жидкостью (облегчает скольжение листков плевры при дыхательных движениях); имеет отрицательное давление (на 6–9 мм рт. ст. ниже атмосферного). На внутренней поверхности лёгких размещаются *ворота лёгких*, через которые входят бронхи, лёгочная артерия и нервы, а выходят две лёгочные вены и лимфатические сосуды. Лёгкие у человека, как и у всех млекопитающих, имеют альвеолярное строение. *Альвеолы* – это лёгочные пузырьки диаметром 0,15 мм. Стенки альвеол состоят из однослойного плоского эпителия и тонкого слоя эластичных волокон, покрыты сеткой кровеносных капилляров. Внутренняя поверхность альвеол покрыта плёнкой из особых веществ, облегчающих диффузию газов, препятствующих их слипанию и защищающих от микроорганизмов. Количество альвеол в обоих лёгких составляет 300–350 млн, их общая поверхность превышает 100 м², т. е. в 50 раз больше поверхности кожи, обеспечивающей быстрый газообмен в лёгких.



Ил. 30. Структурно-функциональная единица лёгких: 1 – лёгочная вена; 2 – лёгочная артерия; 3 – альвеолярный мешок; 4 – альвеолы; 5 – бронхиола



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Биология + Музыка

Пение, вокальное искусство – искусство передачи с помощью певческого голоса содержания музыкального произведения. Чаще всего певцов классифицируют по звуковому диапазону. Какие разновидности голоса певцов вам известны? Назовите известных украинских и всемирно известных



Ил. 31. Выдающиеся певцы
Назарий Яремчук и Лучано Паваротти

певцов. По вашему мнению, благодаря каким особенностям голосового аппарата они стали прекрасными певцами? Объясните процесс образования голоса и звуков речи у человека.

Учимся познавать

Самостоятельная работа с иллюстрацией

На рисунке изображены элементы строения дыхательной системы человека. Определите, какими цифрами обозначено *носовую полость, трахею, гортань, глотку, бронхи, плевру, межрёберные мышцы, лёгкие, диафрагму*.

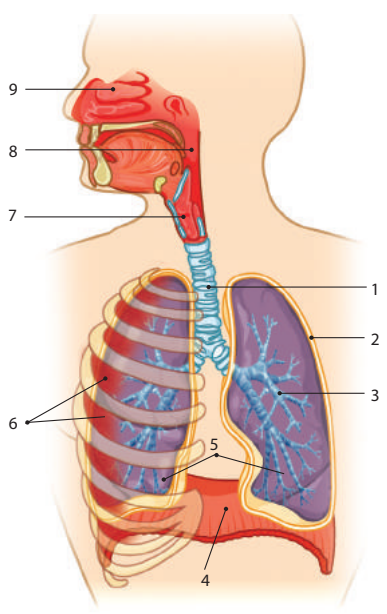
Заполните таблицу, указав функции указанных органов.

Орган	Обозначение	Функции

Сопоставьте с органами их латинские названия: *cavitas nasi, pharynx, larinx, trachea, bronchos, pneumon (pulmones), pleura, diaphragma, intercostal muscles*.

Биология + Химия

Кто ест яблоки, тот легче дышит. К такому выводу пришли учёные Корнелльского университета в Нью-Йорке. Учёные установили, что многие болезни, в том числе и заболевания лёгких, возникают под действием *свободных радикалов*. Специалисты считают, что в этой ситуации следует подпитывать лёгкие витаминами С и А, являющимися *антиоксидантами* (соединениями, препятствующими образованию свободных радикалов). Поэтому не забывайте разнообразить свой рацион яблоками. Приведите примеры из собственного опыта, доказывающие взаимосвязь дыхания с пищеварением и питанием.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое дыхательная система? 2. Как построена дыхательная система? 3. Что такое воздухоносные пути? 4. Назовите функции воздухоносных путей. 5. Что такое лёгкие? 6. Какое значение имеют лёгкие?
7 – 9	7. Назовите функции дыхательной системы человека. 8. Опишите строение и функции воздухоносных путей. 9. Назовите особенности строения лёгких.
10 – 12	10. Объясните взаимосвязь между строением и функциями органов дыхания.

§ 15. ПРОЦЕСС ДЫХАНИЯ

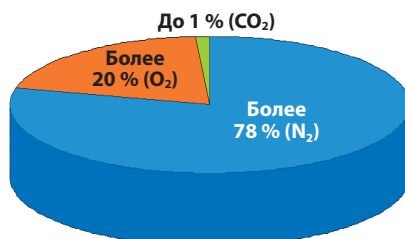
Основные понятия и ключевые термины: Вентиляция лёгких. Газообмен в лёгких. Транспорт газов кровью. Газообмен в тканях.

Вспомните! Что такое дыхание и дыхательная система?



Подумайте!

Воздух – природная смесь газов, из которых состоит атмосфера Земли. Основными компонентами воздуха являются *азот* (78,09 % по объёму) и *кислород* (20,95 %), а также *углекислый газ*, водяной пар и инертные газы (аргон, неон и т. д.). Почему именно кислород используется в небольшом количестве для дыхания, а не азот, которого в воздухе гораздо больше?



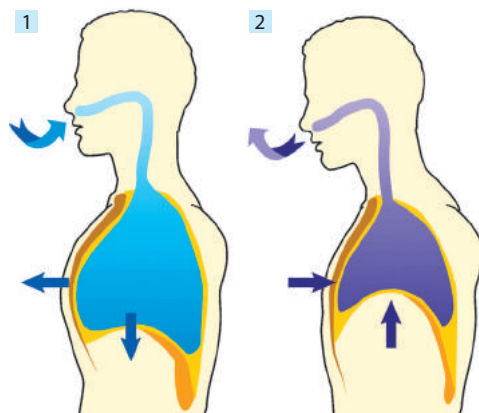
СОДЕРЖАНИЕ

Как происходит вентиляция лёгких?

Вентиляция лёгких – обмен воздуха между внешней средой и альвеолами лёгких, происходит с помощью ритмичных дыхательных движений – вдоха и выдоха. Поскольку лёгкие человека не имеют собственных мышц, то их вентиляцию осуществляют: а) грудная клетка с внешними и внутренними межрёберными мышцами, приводящими её в движение; б) диафрагма; в) вспомогательные дыхательные мышцы (грудные, трапециевидные); г) вспомогательные выдыхательные мышцы (брюшные). В альвеолы лёгких атмосферный воздух попадает благодаря вдоху, а выходит из них с изменённым составом с помощью выдоха.

Вдох – активный процесс, обеспечивающий увеличение грудной клетки. Во время спокойного вдоха межрёберные внешние мышцы сокращаются и поднимают ребра, диафрагма сокращается, становится плоской и опускается вниз. При этом объём грудной полости увеличивается, давление в лёгких становится меньше атмосферного, и воздух поступает в лёгкие. Во время глубокого вдоха происходит одновременное сокращение межрёберных мышц, диафрагмы, а также некоторых мышц грудной клетки и плечевого пояса.

Выдох – пассивный процесс, во время которого уменьшаются грудная клетка. Во время



Ил. 32. Дыхательные движения человека:
1 – вдох; 2 – выдох

спокойного выдоха межрёберные внешние мышцы расслабляются, и рёбра опускаются вниз, диафрагма расслабляется и становится выпуклой. Благодаря этому объём грудной клетки уменьшается, давление в лёгких становится больше атмосферного и воздух выходит из лёгких. Во время глубокого выдоха происходит сокращение внутренних межрёберных мышц и мышц брюшной стенки.

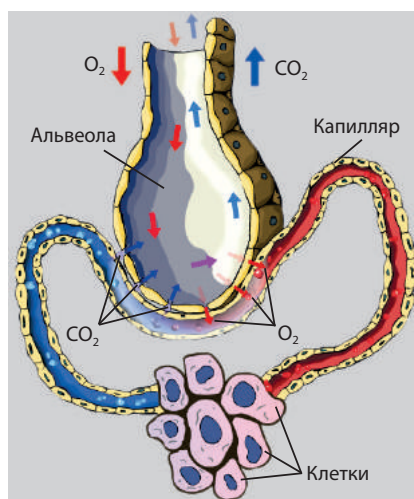
Итак, вентиляция лёгких осуществляется благодаря дыхательным движениям – вдоху и выдоху, которые постоянно и ритмично сменяют друг друга.

Чем отличается обмен газов в лёгких от газообмена в тканях?

Вдыхаемый воздух содержит около 21 % кислорода, примерно 0,03 % углекислого газа и около 79 % азота, воды и инертных газов. После газообмена в лёгких состав выдыхаемого воздуха становится другим: кислорода в нём – 16,3 %, углекислого газа – 4% и 79,7 % азота, воды и инертных газов. Разное содержание кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе объясняется обменом газов в лёгких.

Газообмен в лёгких – обмен O_2 и CO_2 путём диффузии между альвеолярным воздухом и венозной кровью. Эти процессы происходят в альвеолах и ближайших к ним бронхиолах и альвеолярных мешочках. В воздухе,

вдыхаемом человеком, кислорода содержится больше, чем в венозной крови, поступившей в лёгочные капилляры. Поэтому кислород в результате диффузии свободно проникает сквозь стенки альвеол и капилляров в кровь. В то же время углекислый газ в результате диффузии проникает с венозной крови в альвеолярный воздух и во время выдоха выводится из организма.



Ил. 33. Газообмен в альвеолах лёгких и в клетках тела

Итак, в процессе газообмена в лёгких венозная кровь лишается углекислого газа и насыщается кислородом, превращаясь из венозной в артериальную.

Газообмен в тканях – обмен O_2 и CO_2 путём диффузии между артериальной кровью капилляров и тканевой жидкостью. Он происходит в тканях также вследствие диффузии. В артериальной крови капилляров кровь содержит больше кислорода, чем тканевая жидкость. Поэтому кислород в результате диффузии свободно проникает сквозь стенки капилляров в жидкость, из которой попадает в клетки и сразу вступает в реакции окисления. В то же время углекислый газ, образующийся при этом в результате диффузии, проникает из клеток в тканевую жидкость и далее в кровь.

Итак, в процессе газообмена в тканях артериальная кровь снабжает кислородом клетки и лишает их углекислого газа, превращаясь в венозную.

Каковы особенности транспорта дыхательных газов кровью?

Транспорт газов кровью – перенос кровью O_2 от лёгких к клеткам и CO_2 от клеток к лёгким. Осуществляется этот этап кровеносной системой в такой последовательности. По лёгочным артериям в лёгкие поступает венозная кровь с углекислым газом, а от лёгких уже течёт артериальная кровь, насыщенная кислородом. Она поступает в сердце, оттуда переносится к тканям. В тканях кровь отдаёт кислород, поглощает углекислый газ, превращаясь в венозную. Эта кровь поступает в сердце и направляется снова к лёгким.

Транспорт кислорода от лёгких к тканям осуществляется преимущественно гемоглобином эритроцитов крови, который является основным транспортировщиком кислорода. Незначительная часть O_2 (около 1 %) транспортируется в плазме в растворённом состоянии, поскольку растворимость кислорода в воде невелика. Гемоглобин содержит атом двухвалентного железа, который связывает кислород и превращается в *оксигемоглобин* (HbO_2). Один грамм гемоглобина может присоединить 1,34 мл кислорода.

Транспорт углекислого газа от тканей к лёгким осуществляется тремя способами: 1) в растворённом состоянии (10 %); 2) в виде карбгемоглобина (10 %); 3) в виде карбонатов (80 %). Растворимость CO_2 в воде выше растворимости кислорода, поэтому и большая часть углекислого газа переносится плазмой крови. Часть углекислого газа связывается с гемоглобином с образованием карбгемоглобина ($HbCO_2$). Это соединение неустойчиво и легко разлагается в лёгочных капиллярах. Остальной CO_2 взаимодействует с водой плазмы крови, образуя угольную кислоту (H_2CO_3). Эта кислота сразу разлагается с образованием гидрокарбонатов ($NaHCO_3$ и $KHCO_3$). В лёгких эти соли диссоциируют, и освобождённый углекислый газ поступает в альвеолы.

Итак, кислород и углекислый газ транспортируются кровью по-разному, поскольку растворимость этих дыхательных газов различна.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Задача на применение знаний

Упражнение 1. Сравните состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха и ответьте на вопросы:

- Почему содержание кислорода в выдыхаемом воздухе уменьшилось?
- Почему содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе увеличилось?
- Почему содержание азота в выдыхаемом воздухе почти не изменилось?

Воздух	Содержание газов, %		
	кислород	углекислый газ	азот, вода, инертные газы
Вдыхаемый	21,00	0,03	79,03
Выдыхаемый	16,30	4,00	79,70

Упражнение 2. Во время спокойного вдоха в лёгкие поступило 0,5 л воздуха. Определите, сколько кислорода (в миллилитрах) при этом поступило из лёгких в венозную кровь лёгочных артерий и сколько углекислого газа поступило из венозной крови лёгочных артерий в лёгкие.

Упражнение 3. Укажите правильную последовательность процессов, характеризующих перемещение кислорода в организме: с – вдох атмосферного воздуха; ч – образование оксигемоглобина и растворение в плазме; н – диффузия кислорода в тканевую жидкость; о – пассивный транспорт кислорода с помощью клеточных мембран; в – участие кислорода в реакциях окисления с высвобождением энергии, необходимой для жизни; е – диффузия кислорода из альвеол в кровь; е – перемещение артериальной крови к тканям.

1	2	3	4	5	6	7

Если правильно определите последовательность, прочитаете в таблице фамилию учёного, который открыл карбгемоглобин.

Биология + Химия

Элемент кислород по распространённости занимает 3-е место после водорода и гелия. Это самый распространённый химический элемент. На его долю приходится 47 % массы земной коры, 85,7 % массы гидросферы, 23,15 % массы атмосферы и 25,6 % в живой природе. Предложил название «кислород» и объяснил его роль в процессах горения и дыхания известный французский учёный, один из основателей современной химии *Антуан Лоран де Лавуазье* (1743–1794). Что представляет собой кислород с точки зрения химии?



Биология + Медицина

Атмосферное давление – важный климатический фактор, действующий на живые организмы. Одним из проявлений влияния пониженного атмосферного давления на человека является *горная, или высотная, болезнь*. Большие и быстрые перепады атмосферного давления могут вызвать *кессонную болезнь*, связанную с резкими изменениями давления газов в крови. Кессонная болезнь чаще всего развивается у аквалангистов и водолазов, которые нарушают правила подъёма на поверхность. Что же такое горная и кессонная болезни?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое вентиляция лёгких? 2. Назовите дыхательные движения человека. 3. Что такое газообмен в лёгких? 4. Что такое газообмен в тканях? 5. Как происходит транспорт газов кровью? 6. Назовите соединение крови, которое является основным переносчиком кислорода.
7 – 9	7. Как происходит вентиляция лёгких? 8. Чем отличается обмен газов в лёгких от газообмена в тканях? 9. В чём заключаются особенности транспорта дыхательных газов кровью?
10 – 12	10. Докажите на конкретных примерах влияние окружающей среды на дыхание и дыхательную систему.

§ 16. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Основные понятия и ключевые термины: **Болезни органов дыхания.**

Жизненная ёмкость лёгких.

Вспомните! Что такое болезнь? Что такое регуляция функций?



Подумайте!

Генрих Гейне (1797–1868) – выдающийся немецкий поэт-лирик, один из самых известных в истории немецкой литературы XIX в. «Без любви нет счастья, без счастья невозможна жизнь», – главная мысль его сборника стихов «Книга песен». Многие выражения Гейне стали афоризмами, например такой: «Человек болен, если не радуется лучам солнца, проникающим в его жилище». Объясните это выражение.



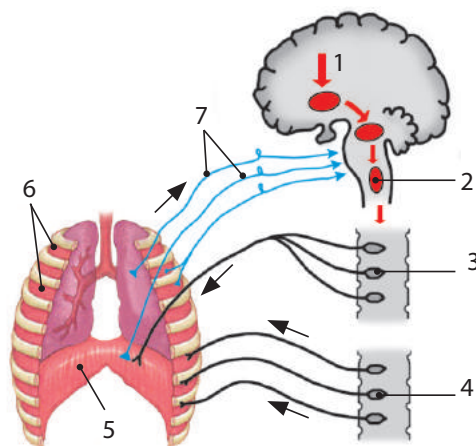
СОДЕРЖАНИЕ

Как происходит регуляция дыхания человека?

Основными механизмами регуляции дыхания человека являются нервный и гуморальный. **Нервная регуляция** осуществляется с помощью **дыхательного центра**, расположенного в продолговатом мозгу и состоящем из нескольких отделов. К дыхательному центру поступают импульсы от рецепторов лёгких, межрёберных мышц, диафрагмы. В зависимости от этой информации дыхательный центр ускоряет или замедляет дыхание, воздействуя на дыхательные движения.

Выделяют непроизвольную и произвольную нервную регуляцию дыхательных движений. **Непроизвольная нервная регуляция** происходит благодаря **автоматии** дыхательного центра, который обеспечивает ритмичную безусловно-рефлекторную деятельность, а **произвольная нервная регуляция** обусловлена нервными импульсами, поступающими в дыхательный центр из коры полушарий.

Гуморальная регуляция зависит от количества CO_2 . Если в крови, омывающей дыхательный центр, избыток CO_2 , возбудимость дыхательного центра растёт, и дыхание становится частым и глубоким. Если содержание CO_2 в крови низкое, то дыхание замедляется.



Ил. 34. Нервная регуляция дыхания:

- 1 – кора полушарий; 2 – дыхательный центр; 3 – нервные пути к диафрагме;
- 4 – нервные пути к межрёберным мышцам;
- 5 – диафрагма; 6 – межрёберные мышцы;
- 7 – нервные пути от межрёберных мышц, диафрагмы и лёгких

Важную роль в изменении дыхательных движений играют защитные безусловные *дыхательные рефлексы*. Во время раздражения рецепторов слизистой оболочки воздухоносных путей пылью, слизью и т. д. наблюдаются *чихание* и *кашель* – защитные рефлексы, которые препятствуют попаданию этих веществ в дыхательные пути.

Итак, дыхание как одна из важнейших функций организма предполагает наличие надёжных нейрогуморальных механизмов регуляции.

Как предотвратить заболевания органов дыхания?

Заболевания органов дыхания – это нарушение нормальной жизнедеятельности организма человека из-за отклонений в строении и функциях органов дыхательной системы. Они являются самыми распространёнными на всех континентах среди различных групп населения (независимо от возраста и пола) и чаще наблюдаются среди детей. По статистике, более 80 % болезней в детском возрасте – это болезни органов дыхания.

Заболевания органов дыхания могут быть вызваны инфекционными возбудителями (вирусами, болезнетворными бактериями) и неинфекционными факторами (табачным дымом, угарным газом, бытовой пылью, пылью растений и т. п.).

Инфекционными заболеваниями дыхательной системы являются *грипп, дифтерия, туберкулёз, гайморит, бронхит, пневмония, ангина, корь, краснуха* и др. В дыхательной системе всегда есть различные микроорганизмы, но их болезнетворное влияние проявляется лишь в случае резкого ослабления организма (например, при переохлаждении, переутомлении) и снижении его защитных сил.

К неинфекционным заболеваниям органов дыхания относятся такие, которые возникают вследствие механических повреждений (например, пневмоторакс), под действием цементной пыли (*силикоз*), угольной пыли (*антракоз*), асбестовых частичек (*асбестоз*), содержащихся в воздухе, а также аллергические (*бронхиальная астма, аллергический ринит*) и онкологические (*рак лёгких*).

Меры по профилактике заболеваний органов дыхания предусматривают: а) проведение вакцинации; б) соблюдение правил личной гигиены; в) закаливание, физическую нагрузку, калорийное сбалансированное питание для повышения сопротивляемости организма инфекционным болезням; г) систематический медицинский осмотр (флюорографические обследования); д) борьба с пылью в помещениях и др.

Итак, заболевания органов дыхания бывают инфекционными и неинфекционными, важнейшие меры профилактики – это здоровый образ жизни и отказ от вредных привычек.

Каковы современные методы исследования органов дыхания?

Для оценки состояния органов дыхания, профилактики и своевременного выявления заболеваний сегодня применяют различные методы, но наиболее распространёнными являются флюорография, компьютерная томография и спирография.

Флюорография – исследование органов с помощью рентгеновских лучей, проникающих сквозь ткани и переносящих изображение на плёнку с помощью флуоресцентных микрочастиц. Периодичность его проведения – не чаще, чем 1 раз в год.

Томография – метод исследования, в результате которого получают изображения отдельных пластов исследуемого объекта (органа или организма). Все современные виды томографии (рентгеновская, магнитно-резонансная, эмиссионная) воспроизводят изображение сечения с помощью компьютеров, т. е. являются компьютерными.

Спирография – исследование лёгких путём регистрации их объёма при дыхании. С помощью спирографии определяют такие показатели, как:

- **минутный объём дыхания (МОД)** – количество воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого в течение 1 мин (например, если в спокойном состоянии человек делает 16 дыхательных движений в 1 мин и каждый раз вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха, то $\text{ХОД} = 0,5 \text{ л} \times 16/\text{мин} = 8 \text{ л/мин}$);
- **дыхательный объём (ДО)** – объём воздуха, который человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании (около 500 мл);
- **дополнительный объём (ДпО)**, или резервный объём, вдоха – максимальный объём воздуха, который можно вдохнуть после окончания спокойного вдоха (около 1 500–2 000 мл);
- **резервный объём выдоха (РО)** – максимальный объём воздуха, выдыхаемого после спокойного выдоха (1 000–1 500 мл);
- **жизненная ёмкость лёгких (ЖЁЛ)** – наибольший объём воздуха, который человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха ($\text{ЖЁЛ} = \text{ДО} (0,5 \text{ л}) + \text{ДпО} (1,5\text{--}2 \text{ л}) + \text{РО} (1,5 \text{ л}) = 3,5\text{--}4,0 \text{ л}$). ЖЁЛ зависит от возраста, пола (у женщин – 3–3,5 л, у мужчин – 3,5–4,5 л), физического развития (у тренированных людей – 6–7 л), положение тела, роста и т. д.

Итак, самыми распространёнными методами исследования органов дыхания являются флюорография, томография и спирометрия.



Ил. 35. Кабинет флюорографии



Ил. 36. Магнитно-резонансный томограф



Ил. 36. Современный цифровой спирограф



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Творческая работа «Памятка по предупреждению туберкулёза»

Проработайте описание болезни и составьте памятку о предупреждении туберкулёза.

«Туберкулёз (чахотка) – инфекционное заболевание, чаще всего поражает лёгкие.

Актуальность. Туберкулёз – это социальная болезнь, вспыхивает во время экономического кризиса или социальных проблем. Послед-

ная вспышка заболеваемости была в середине XX века после Второй мировой войны. А в 1995 году ВОЗ вновь объявила эпидемию туберкулёза во всём мире. Эта болезнь распространилась и в Украине.

Возбудителем туберкулёза является микобактерия туберкулёза (*Mycobacterium tuberculosis*), открытая в 1882 году немецким учёным Робертом Кохом.

Источником инфекции является больной человек. Возбудитель попадает в среду с мокротой больного, при туберкулёзе других органов – с калом, мочой, слюной.

Механизм передачи – воздушно-капельный и воздушно-пылевой через воздухоносные пути. Воротами инфекции могут быть пищеварительный канал, кожа, слизистая оболочка миндалин и т. п.

Симптомы болезни. Среди общих признаков – кашель, повышенная температура, увеличение лимфатических узлов, ночная потливость, потеря аппетита и усталость.

Выявление болезни стало возможным после введения флюорографии, которую впервые применили в 1924 году. Основным методом выявления туберкулёза у детей – ежегодное проведение пробы Манту.

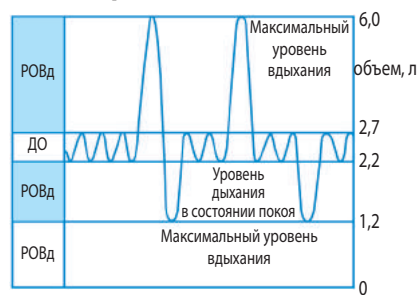
Профилактика. Основным достижением в борьбе с туберкулёзом стало открытие французскими учёными А. Кальмет и К. Герен в 1919 году противотуберкулёзной вакцины, названной в их честь – БЦЖ (*BCG – Bacilles Calmette, Geurin*). Первая прививка осуществлена в 1921 году.

Лечение. Применяют антибиотики, но из-за необычной клеточной оболочки микобактерии (не пропускает антибиотики внутрь) сложно осуществлять эффективное лечение.»

Самостоятельная работа с иллюстрацией

Внимательно рассмотрите спирограмму и определите следующие показатели: дыхательный объём; резервный объём вдоха; резервный объём выдоха; жизненную ёмкость лёгких; остаточный объём; общую ёмкость лёгких.

Итог работы. Какую информацию можно получить с помощью спирограмм?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Назовите два основных механизма регуляции дыхания. 2. Какое соединение является основным гуморальным фактором в регуляции дыхания? 3. Что такое болезни органов дыхания? 4. Назовите основные группы болезней органов дыхания. 5. Назовите основные методы исследования дыхания человека. 6. Что такое жизненная ёмкость лёгких?
7 – 9	7. Как происходит регуляция дыхания человека? 8. Как предотвратить заболевание органов дыхания? 9. Назовите современные методы исследования органов дыхания.
10 – 12	10. Составьте памятку о предупреждении туберкулёза, в которой обоснуйте меры по профилактике заболеваний органов дыхания и целесообразность их проведения.

Обобщение темы 3. ДЫХАНИЕ

ДЫХАНИЕ – совокупность физических и химических процессов, в ходе которых осуществляются поступление кислорода в организм, его доставка и использование клетками для получения энергии и вывода из организма углекислого газа.

Таблица 9. ДЫХАНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Этапы дыхания	Типы дыхания
I. Внешнее дыхание (газообмен) II. Транспорт газов в организме III. Внутреннее дыхание	1. Грудное (рёберное) 2. Брюшное (диафрагмальное) 3. Смешанное (рёберно-диафрагмальное)
Процессы дыхания	Значение дыхания
1. Вентиляция лёгких (конвекция) 2. Газообмен в лёгких (диффузия) 3. Перенос газов кровью (конвекция) 4. Газообмен в тканях (диффузия) 5. Клеточное дыхание (окисление в митохондриях)	1. Воздухоносная функция 2. Выделительная функция 3. Функция газообмена 4. Температурная 5. Защитная 6. Чувственная 7. Звукообразующая
Органы дыхания	Регуляция дыхания
I. Воздухоносные пути: Носовая полость (<i>cavitas nasi</i>) Глотка (<i>pharynx</i>) Гортань (<i>larynx</i>) Трахея (<i>trachea</i>) Бронхи (<i>bronchos</i>) II. Органы газообмена: Легкие (<i>pneumon, pulmones</i>)	I. Нервная регуляция (дыхательный центр продолговатого мозга): – <i>непроизвольная нервная регуляция</i> (благодаря автоматии дыхательного центра – безусловно-рефлекторная деятельность); – <i>произвольная нервная регуляция</i> (кора полушарий – условно-рефлекторная деятельность) II. Гуморальная регуляция (зависит от CO ₂)
Болезни органов дыхания	Методы исследования дыхания
I. Инфекционные болезни (<i>грипп, туберкулёз, ринит, ларингит, фарингит, бронхит, трахеит, пневмония, ангина, корь, краснуха и др.</i>) II. Неинфекционные болезни (<i>пневмоторакс, бронхиальная астма, силикоз, антракоз, асбестоз, онкологические болезни и др.</i>)	1. Флюорография 2. Томография 3. Спирометрия

Организм человека получает **ЭНЕРГИЮ**
благодаря окислению простых питательных соединений.
Этому способствует поступление кислорода при **ДЫХАНИИ**
из внешней среды, поскольку существенных собственных запасов
этого газа в организме человека нет.

Самоконтроль знаний

Тест-оценивание 4. ДЫХАНИЕ ЧЕЛОВЕКА

I. Задания на выбор правильного варианта ответа среди трёх предложенных (по 0,5 балла за каждое из четырёх).

1. Укажите этап дыхания, во время которого происходит газообмен с внешней средой:
А внешнее дыхание **Б** транспорт газов **В** внутреннее дыхание
2. Укажите метод определения ЖЁЛ человека:
А флюорография **Б** томография **В** спирометрия
3. Укажите, какое из образований закрывает вход в гортань во время глотания пищи:
А мягкое нёбо **Б** язык **В** щитовидный хрящ
4. Укажите соединение, которое транспортирует кислород в организме человека:
А пепсин **Б** глюкоза **В** гемоглобин

II. Задания на выбор двух правильных вариантов ответа из четырёх предложенных (по 1 баллу за каждое из трёх).

5. Укажите верхние дыхательные пути человека:
А носовая полость **Б** глотка
В гортань **Г** бронхи
6. Укажите мышцы, осуществляющие вдох человека в состоянии покоя:
А межрёберные **Б** круговые
В диафрагма **Г** грудные
7. Назовите болезни органов дыхания:
А панкреатит **Б** пневмония
В гастрит **Г** ангина

III. Задания на выбор трёх правильных вариантов ответа из шести предложенных (по 1,5 балла за каждое).

8. Назовите объёмы, образующие жизненную ёмкость лёгких:
А дыхательный **Б** остаточный **В** дополнительный
Г мёртвое пространство **Д** резервный **Е** функциональный
9. Укажите нижние воздухоносные пути:
А носовая полость **Б** глотка **В** гортань
Г трахея **Д** бронхи **Е** лёгкие

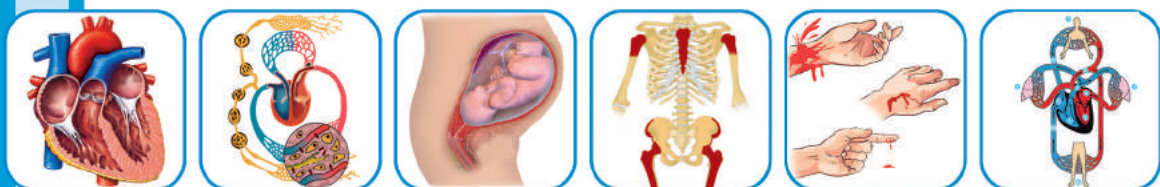
IV. Задания на комбинирование ответов (по 2 балла за каждое).

10. Укажите последовательность органов дыхания, через которые воздух проходит во время выдоха: а – трахея; б – носовая полость; в – гортань; г – бронхи; д – носоглотка; е – лёгкие.

1	2	3	4	5	6

11. Распределите названные процессы по этапам дыхания: 1 – химическое расщепление питательных веществ; 2 – конвенциональный перенос дыхательных газов; 3 – аккумуляция энергии в АТФ; 4 – химическое соединение кислорода с гемоглобином; 5 – растворение углекислого газа в плазме крови; 6 – диффузное перемещение дыхательных газов сквозь стенки альвеол.

А Внешнее дыхание		
Б Транспорт газов		
В Внутреннее дыхание		



Тема 4. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

Постоянство внутренней среды – неперенное условие свободной и независимой жизни организма.

К. Бернар

§ 17. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

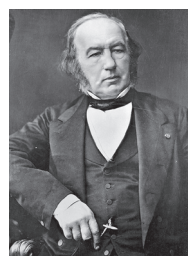
Основные понятия и ключевые термины: ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА. Гомеостаз.

Вспомните! Что такое транспорт веществ?



Знакомьтесь!

Клод Бернар (1813–1878) – известный французский врач и физиолог, исследовал функции крови, железы секреции, процессы теплообразования, электрические явления в тканях, действие ядов на организм и т. п. Изучив роль жидкостей в организме, пришел к выводу, что постоянство внутренней среды является необходимым условием жизнедеятельности.

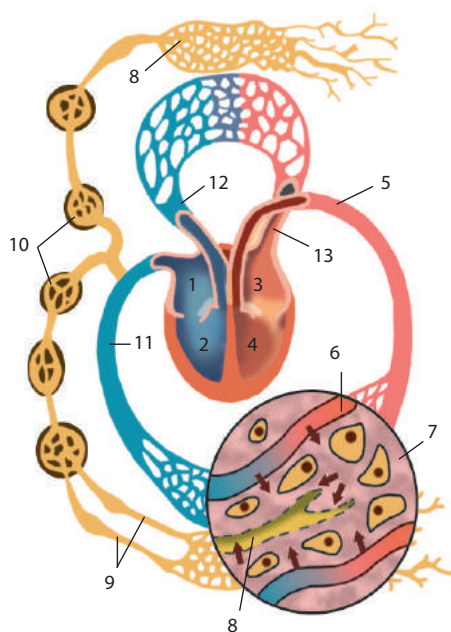


СОДЕРЖАНИЕ

Какое значение имеет транспорт веществ в организме человека?

Питание, пищеварение и дыхание обеспечивают поступление в организм человека питательных веществ и кислорода, необходимых для его жизнедеятельности. А доставку этих соединений в клетки обеспечивают процессы транспорта веществ.

Транспорт веществ (от лат. *trans* – через и *portare* – перемещаю) в организме человека обеспечивают три жидкости: кровь, лимфа и тканевая жидкость.



Ил. 37. Транспорт веществ в организме человека: 1–4 – четырехкамерное сердце; 5, 12 – артерии, по которым кровь течёт от сердца; 6 – кровеносные капилляры, в которых происходит транспорт веществ в тканевую жидкость; 7 – тканевая жидкость; 8 – лимфатические капилляры, в которые происходит транспорт веществ из тканей; 9, 10 – лимфатическая система; 11, 13 – вены, по которым кровь течёт к сердцу

Именно они осуществляют перенос веществ к органам и тканям, их поступление в клетки и перемещение продуктов обмена к органам выделения. Всю эту совокупность перемещений можно объединить в следующие процессы: 1) *транспорт веществ кровью*; 2) *транспорт веществ из крови в тканевую жидкость*; 3) *транспорт веществ в тканевой жидкости*; 4) *транспорт веществ к клеткам и из клеток*; 5) *транспорт веществ из тканевой жидкости в кровь и лимфу*. Основой физиологических процессов транспорта веществ являются физические процессы (диффузия, осмос, растворение, фильтрация) и химические реакции (окисление, восстановление, расщепление, обмен и др.).

Таблица 10. ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ

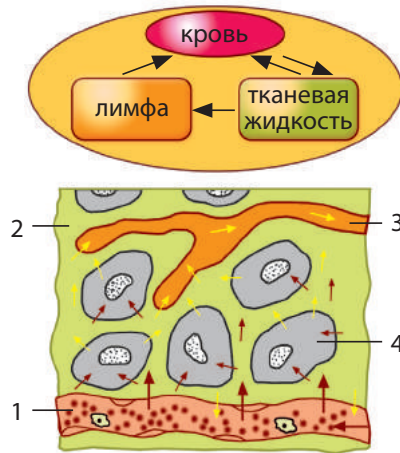
Функция	Содержание
Трофическая (от греч. <i>трофе</i> – пища)	Поступление в клетки неорганических (вода, соли) и органических соединений (аминокислоты, глюкоза, жирные кислоты)
Дыхательная	Перенос кислорода к клеткам и углекислого газа – от клеток
Регуляторная	Перенос по организму гормонов, теплоты, ионов, участвующих в гуморальной, иммунной и нервной регуляции
Защитная	Транспорт в организме веществ и клеток, защищающих от микроорганизмов, чужеродных белков и т. д.
Выделительная	Перемещение продуктов обмена (избытка солей, воды, мочевины и т. п.) в органы, которые удаляют их из организма

Итак, **ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ** – это совокупность физических и химических процессов, которые с помощью крови, тканевой жидкости и лимфы осуществляют перенос различных соединений внутри организма.

Почему внутренняя среда является жидкой?

Внутреннюю среду организма человека образуют кровь, тканевая жидкость и лимфа. Они между собой тесно взаимосвязаны. **Кровь** транспортирует кислород и питательные вещества к клеткам, но непосредственно с ними не контактирует. Всё необходимое для жизни клетки получают из жидкости, окружающей их. Это **тканевая жидкость**. Она образуется из жидкой части крови, постоянно просачивается сквозь стенки кровеносных сосудов в межклеточное пространство. В это же пространство попадают и продукты жизнедеятельности клеток. Чтобы предотвратить их избыток, тканевая жидкость постоянно дренирует в лимфатические капилляры, где из неё формируется **лимфа**.

Почему же внутренняя среда жидкая? Во-первых, обмен веществ между клетками и межклеточным пространством происходит путём диффузии, для которой необходима жидкость. Во-вторых, в жидкой среде нет резких температурных перепадов, что яв-



Ил. 38. Внутренняя среда организма: 1 – кровь; 2 – тканевая жидкость; 3 – лимфа; 4 – клетки

ляется важным фактором для осуществления химических реакций в клетках. И в-третьих, текучесть жидкостей обеспечивает транспорт веществ и регуляцию транспортных процессов. Достаточно применить хотя бы малейшую внешнюю силу, чтобы жидкий раствор начал течь в определённом направлении.

Итак, **ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА** – это совокупность жидкостей (кровь, тканевая жидкость и лимфа), характеризующихся динамической устойчивостью показателей; они обеспечивают обмен веществ с клетками и поддержание оптимальных условий их жизнедеятельности.

Какое значение имеет гомеостаз для организма человека?

Организм человека приспосабливается к условиям существования, которые постоянно изменяются, но внутренняя среда остаётся при этом относительно постоянной. Физические и химические показатели гомеостаза (от греч. *гомойос* – ровный, *стасис* – состояние) (артериальное давление, значение pH, содержание солей и т. п.) колеблются в очень узком диапазоне. Благодаря этому человек может жить в самых разнообразных условиях окружающей среды.

Впервые гомеостаз в организме как постоянство биологических жидкостей рассмотрел **К. Бернар** в середине XIX в. Термин «гомеостаз» предложил американский физиолог **У. Кеннон** (1871–1945) в своей книге *The Wisdom of the Body* («Мудрость тела»), название которой указывает на характер и значение этого свойства для организма человека.

Примерами гомеостаза в организме человека является регуляция температуры тела, уровня глюкозы в крови и т. п. Осуществляется гомеостаз по принципу обратной связи между рецепторами, воспринимающими воздействия среды, и регуляторными системами. Например, терморецепторы кожи в условиях нагретого помещения посылают информацию в гипоталамус, где находится центр терморегуляции. После анализа информации подаётся сигнал к исполнительным органам, осуществляющим потоотделение, отдачу теплоты, изменяющим поведение и др.

Гомеостаз поддерживается непрерывной работой органов кровообращения, дыхания, выделения, секреции и т. д. Но важнейшая роль в поддержании постоянства внутренней среды организма принадлежит центральным органам эндокринной и нервной систем, которые очень быстро приспособливают деятельность организма к изменениям внешней среды.

Итак, **гомеостаз** – способность организма человека сохранять относительное постоянство внутренней среды, которое обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности и приспособленности организма.



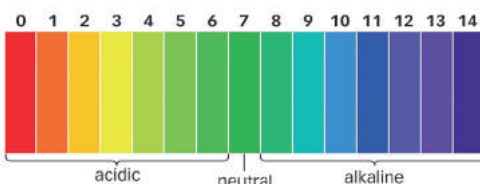
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Биология + Английский язык

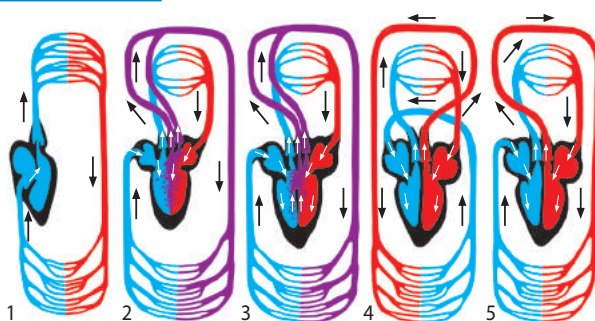
«Certain blood characteristics are kept within narrow limits by precisely regulated processes that maintain a state of equilibrium, or homeostasis. For example, the alkalinity of the blood is so nearly constant that if the pH falls to 7.0 (the same as that of pure water), the individual lapses into an acidotic coma that may be fatal; on the other hand, if the pH rises

above 7.5, the individual lapses into tetany, a condition marked by muscle spasms, and will probably die. Similarly, a fall in blood sugar concentration, normally about 0.1 percent, to less than 0.05 percent brings on convulsions. Persistently high concentrations of blood sugar, when accompanied by a variety of important metabolic changes, often bring about diabetic coma. The temperature of the blood in a normal individual does not vary more than 0.6°C from a normal average of 37°C . A rise in blood temperature of 3.3°C (6°F) is usually an indication of serious illness, and a rise of 6°C generally causes death». Переведите текст и используйте приведенные факты для объяснения роли внутренней среды в жизнедеятельности организма человека.



Самостоятельная работа с иллюстрацией

Рассмотрите иллюстрацию схематического строения кровеносных систем и определите, какой группе позвоночных животных они принадлежат. Благодаря чему кровеносная система млекопитающих и человека приспособлена лучше для транспорта веществ в организме?



Биология + Физика

Жидкость – одно из трёх основных агрегатных состояний вещества наряду с газом и твёрдым телом. От газа жидкость отличается тем, что сохраняет свой объём, а от твёрдого тела тем, что не сохраняет форму. Какие свойства жидкостей определяют их биологическое значение в составе внутренней среды организма человека?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое транспорт веществ? 2. Назовите основные процессы транспорта веществ. 3. Что такое внутренняя среда? 4. Какие жидкости образуют внутреннюю среду? 5. Что такое гомеостаз? 6. Приведите примеры гомеостаза в организме человека.
7 – 9	7. Какое значение имеет транспорт веществ в организме человека? 8. Почему внутренняя среда жидкая? 9. Какое значение имеет гомеостаз для организма человека?
10 – 12	10. Объясните роль внутренней среды в жизнедеятельности организма человека.

§ 18. КРОВЬ И ЛИМФА

Основные понятия и ключевые термины: КРОВЬ. ЛИМФА.

Вспомните! Что такое внутренняя среда организма?



Подумайте!

В организме человека содержание крови составляет около 7 % общей массы тела, тканевая жидкость – около 15 % и лимфа – около 4 %. Определите, сколько жидкости содержится во внутренней среде человека массой 70 кг.



СОДЕРЖАНИЕ

Почему кровь является соединительной тканью?

КРОВЬ – жидкая соединительная ткань красного цвета, которая перемещается по замкнутой кровеносной системе и обеспечивает транспорт веществ и энергии в организме. У человека на кровь приходится около 7% общей массы тела, что для взрослого человека массой 70 кг составляет около 5 л. У детей её количество значительно больше: у новорождённых – около 15 %, а у годовалых детей – около 11 %. У женщин объём крови немного меньше, чем у мужчин, и составляет около 6 % массы тела. У людей, ведущих малоподвижный образ жизни, объём крови ниже, чем у тренированных людей. Так, у спортсменов он может достигать 10 % массы тела.

В состоянии физиологического покоя кровеносными сосудами циркулирует только половина всей крови, а остальная содержится в «депо» крови – печени, селезёнке, лёгких, сосудах кожи.

Кровь содержит **плазму** и клетки – **форменные элементы крови**. Плазма крови – это жидкость с водорастворимыми соединениями. Основные её компоненты – вода, соли, белки и глюкоза.

Эритроциты Тромбоциты Лейкоцит



Ил. 39. Форменные элементы крови

Таблица 11. СОСТАВ КРОВИ

Плазма (50–60 %)		Форменные элементы крови (40–50 %)
Неорганические соединения: – вода (90 %); – соли (0,9 %)	Органические соединения: – белки (7–8 %); – жиры (0,7–0,8 %); – глюкоза (0,12 %); – продукты распада	Эритроциты (красные кровяные тельца) Лейкоциты (белые кровяные тельца) Тромбоциты (кровяные пластинки)

Кровь является жидкой соединительной тканью, потому что: а) содержит большое количество межклеточного вещества и представляет собой раствор различных веществ; б) обладает способностью к регенерации; в) содержит клетки, выполняющие важные для организма функции.

К форменным элементам крови относятся эритроциты (от греч. *эри-трос* – красный, *цитос* – клетка), лейкоциты (от греч. *лейкос* – бесцветный и *клетка*) и тромбоциты (от греч. *тромбос* – сгусток и *клетка*).

Таблица 12. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ

Признак	Эритроциты	Лейкоциты	Тромбоциты
Особенности строения клеток	Безъядерные, двояковогнутая дискообразная форма, до 7–8 мкм, с гемоглобином	Ядерные, не постоянная форма, до 20 мкм	Безъядерные, округлая двояковогнутая форма, до 2–4 мкм
Место образования	Костный мозг	Костный мозг, тимус, селезёнка, лимфоузлы	Костный мозг
Продолжительность жизни	100–120 дней	От 1–3 суток до десятков лет	10–12 суток
Содержание в 1 мм ³	4,5–5 млн	6–8 тыс.	250–400 тыс.
Функция	Транспортная	Защитная	Свёртывание крови

Итак, кровь – соединительная ткань, которая является жидким раствором различных соединений и клеток.

Как функции крови связаны с её составом?

Кровь в процессе эволюции формировалась как жидкость внутри тела для осуществления транспорта веществ и энергии. Поэтому все её функции в организме человека в той или иной степени связаны именно с перемещением по замкнутой системе сосудов ионов, веществ, клеток, тепла и т. д.

Дыхательная функция заключается в переносе кислорода от лёгких к тканям и углекислого газа от тканей к лёгким. В крови эти газы связываются с гемоглобином эритроцитов или растворяются в воде плазмы крови. **Питательная функция** заключается в переносе аминокислот, глюкозы, жиров в составе плазмы крови от пищеварительного тракта к клеткам. **Выделительная функция** обеспечивает транспорт от клеток к органам выделения (почкам, лёгким, коже) растворимых в плазме конечных продуктов обмена, избытка солей и т. д. **Защитная функция** осуществляется лейкоцитами (обезвреживание бактерий, вирусов), тромбоцитами (предотвращение потери крови при повреждении сосудов), веществами в плазме крови (антителами). **Регуляторная функция** заключается в переносе регуляторных соединений (гормонов, витаминов) в клетки и органы. **Терморегуляторную функцию** обеспечивает плазма крови, переносящая тепло по всему организму для поддержания постоянной температуры тела. **Гомеостатическая функция** заключается в поддержании постоянства показателей внутренней среды: pH, осмотического давления, температуры тела и т. д.

Функции крови
1. Дыхательная
2. Питательная
3. Выделительная
4. Защитная
5. Регуляторная
6. Терморегуляторная
7. Гомеостатическая

Итак, кровь состоит из плазмы и форменных элементов: плазма приспособлена к осуществлению питательной, выделительной, регуляторной, терморегуляторной и гомеостатической функций, а форменные элементы крови обеспечивают дыхательную и защитную функции.

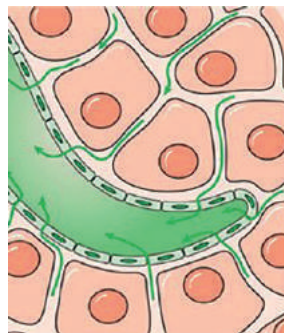
Каков состав и функции лимфы?

Лимфа (от лат. *lymph* – чистая вода, влага), жидкая бесцветная соединительная ткань; как и кровь, является частью внутренней среды организма человека. Она состоит из *лимфоплазмы* и *форменных элементов*. Лимфа отличается от межклеточной жидкости и крови только меньшей концентрацией белков. В лимфе почти нет эритроцитов, однако есть много лимфоцитов (до 90 %). Состав лимфы не постоянен и зависит от органа, из которого она вытекает. Так, лимфа, которая оттекает от пищеварительного тракта, содержит много жиров, от печени – белков.

Образуется лимфа из тканевой жидкости. По мере увеличения объёма тканевая жидкость, образуемая постоянно из крови, фильтруется в лимфатические капилляры и перемещается по лимфатическим сосудам. Благодаря наличию в них клапанов лимфа проталкивается по сосудам в направлении сердца. Смешивается лимфа с венозной кровью в подключичных венах. У человека за сутки образуется около 2 л лимфы.

Какое значение имеет лимфа? Основными её функциями являются *защитная* (с участием лимфоцитов происходит обезвреживание микроорганизмов), *транспортная* (перемещение различных веществ) и *гомеостатическая* (регулирует объём и состав тканевой жидкости).

Итак, **лимфа** является частью внутренней среды, перемещается по незамкнутой лимфатической системе и выполняет защитную, транспортную и гомеостатические функции.



Ил. 40. Образование лимфы из тканевой жидкости в лимфатическом капилляре



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

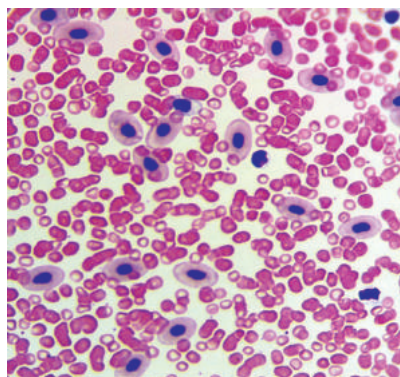
Лабораторная работа № 1 «Микроскопическое строение крови человека»

Цель работы: развивать умение наблюдать, распознавать и описывать форменные элементы крови человека.

Оборудование: микроскопы, микропрепараты крови человека.

Ход работы

1. Рассмотрите под микроскопом микропрепарат крови человека. По каким признакам распознают эритроциты, лейкоциты и тромбоциты?
2. Переведите микроскоп на большое увеличение и сравните размеры, наличие ядра, форму клеток крови.
3. Зарисуйте в тетради форменные элементы крови, соблюдая их соотношение в размере.
4. Заполните в рабочей тетради таблицу.



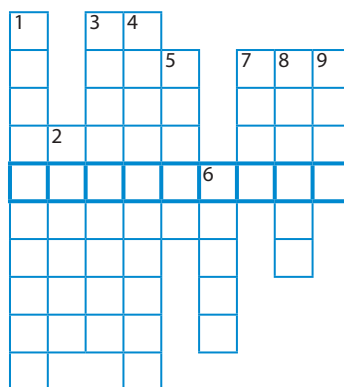
Признак	Эритроциты	Лейкоциты	Тромбоциты
Форма			
Размеры			
Окраска			
Наличие ядра			
Функции			

5. Итог работы.

Кроссворд «Транспорт веществ»

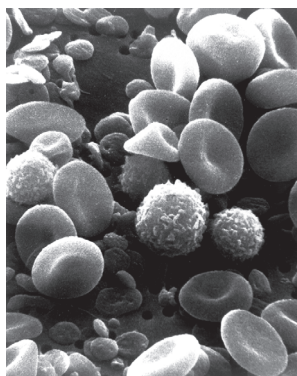
Решив кроссворд, вы получите в выделенных клетках название группы белков плазмы крови, обеспечивающих гуморальный иммунитет организма человека.

1. Красный дыхательный пигмент крови.
2. Жидкая часть крови.
3. Постоянство внутренней среды.
4. Кровяные пластинки.
5. Железа, являющаяся местом образования Т-лимфоцитов.
6. Часть внутренней среды организма.
7. Неорганические соединения плазмы крови.
8. Один из основателей учения о гомеостазе.
9. Органические соединения плазмы крови.



Биология + Психология

Ассоциация (от лат. *associatio* – объединение) – связь между психическими явлениями (ощущениями, представлениями, мыслями), при которой представление одного из них приводит к появлению другого. Эти связи, на которые обратил внимание ещё Аристотель, помогают лучше запоминать различную информацию. В ассоциациях также закрепляется прошлый опыт человека, его предыдущая практика. С чем ассоциируется у вас это изображение клеток крови, полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое кровь? 2. Каков состав крови? 3. Каковы форменные элементы крови? 4. Назовите основные функции крови. 5. Что такое лимфа? 6. Назовите основные функции лимфы.
7 – 9	7. Почему кровь является соединительной тканью? 8. Как функции крови связаны с её составом? 9. Назовите состав и функции лимфы.
10 – 12	10. В чём проявляется соответствие строения форменных элементов крови человека их функциям?

§ 19. КРОВЕТВОРЕНИЕ. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ

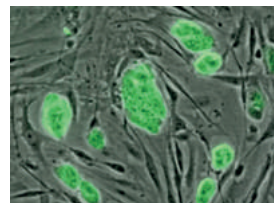
Основные понятия и ключевые термины: КРОВЕТВОРЕНИЕ. ЭРИТРОЦИТЫ. ТРОМБОЦИТЫ. ЛЕЙКОЦИТЫ. Гемоглобин.

Вспомните! Что такое кровь?



Вступительное упражнение

Аналогия – это сходство по определённым признакам отличных в целом явлений, предметов. Прочитайте приведённый текст и попробуйте провести аналогию между пчелиной маткой и стволовыми клетками, обеспечивающими кроветворение. *«Стволовые клетки напоминают матку в пчелином улье: она никогда не вылетает из улья, не собирает нектар и не перерабатывает его на мёд, она не имеет приспособлений для выделения воска, строительства сотов и выполнения любых других работ, она никогда не жалит человека, даже когда он причиняет ей боль, но пчелиная семья без неё существовать не может».*



СОДЕРЖАНИЕ

Как и где происходит процесс кроветворения в организме человека?

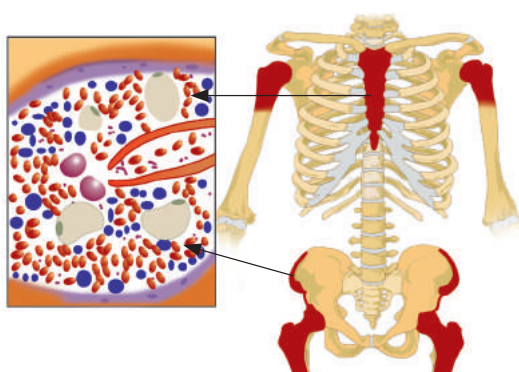
КРОВЕТВОРЕНИЕ (гемопоз) – процесс образования, развития и созревания клеток крови. У человека этот процесс происходит в кроветворных органах. Это красный костный мозг, селезёнка, лимфатические узлы и вилочковая железа (тимус). Начинается кроветворение ещё в конце 2-й недели развития зародыша. На 5-й неделе развития центром кроветворения становится печень, а на 12-й – костный мозг.

Большинство клеток крови не способны к размножению и живёт недолго, поэтому кроветворение в организме происходит в течение всей жизни. Сегодня в науке общепризнанной является теория кроветворения, согласно которой все клетки крови развиваются из *стволовых клеток крови*. После разделения стволовой клетки одна из образовавшихся предыдущих клеток делится и даёт начало эритроцитам, лейкоцитам и тромбоцитам. Эритроциты образуются в сосудах *красного костного мозга*, который у взрослых людей есть в плоских и губчатых



Ил. 41. Схема кроветворения

костях и головках трубчатых костей. Лейкоциты образуются вне сосудов красного костного мозга, в тимусе, лимфоузлах, миндалинах, селезёнке. Тромбоциты образуются в красном костном мозгу. Также, как и лейкоциты, тромбоциты развиваются вне сосудов. *Жёлтый костный мозг* в норме не выполняет кроветворной функции, но при больших кровопотерях в нём появляются очаги кроветворения.



Ил. 42. Красный костный мозг

На процесс кроветворения влияют гормоны, среди которых выделяют гемопоэтины, образующиеся в почках и печени. Действие этих гормонов усиливается другими гормонами (например, половыми или гормоном роста). К факторам кроветворения относятся витамины (например, B_{12} , C), микроэлементы (например, железо, кобальт, медь). Процесс кроветворения может изменяться вследствие неполноценного питания, под действием ионизирующей радиации (вызывает лучевую болезнь) и др.

Итак, кроветворение – сложный процесс, в котором участвуют стволовые клетки крови; на процесс кроветворения влияют внешние и внутренние факторы.

Каковы особенности форменных элементов крови?

ЭРИТРОЦИТЫ – это красные кровяные тельца, которые осуществляют перенос кислорода и углекислого газа. Это безъядерные двояковогнутые мелкие клетки. Такие особенности увеличивают площадь поверхности эритроцитов, способствует более быстрому перемещению в клетки дыхательных газов, которые они транспортируют. Общая площадь всех эритроцитов составляет 3000 м^2 , что в 1500 раз превышает площадь поверхности тела человека. В цитоплазме эритроцитов содержится гемоглобин, способный присоединять O_2 и CO_2 . Из-за отсутствия ядра эритроциты живут всего 3–4 месяца. Ежедневно в печени и селезёнке разрушается около 200 млрд этих клеток. А образуются они из стволовых клеток в красном костном мозгу. Количество красных кровяных телец зависит от пола, возраста, состояния здоровья человека, высоты его пребывания над уровнем моря и др. Состояние, при котором количество эритроцитов и гемоглобина в единице объёма является уменьшённым, называется *анемией*, или *малокровием*.

ЛЕЙКОЦИТЫ – белые кровяные тельца, приспособленные для осуществления защитной функции. Это клетки с непостоянной формой, имеют ложноножки и ядро. Все лейкоциты способны к фагоцитозу, открытому и описанному выдающимся украинским учёным **И. И. Мечниковым** (1845–1916). На этой особенности и основывается способность лейкоцитов поглощать и уничтожать чужеродные клетки

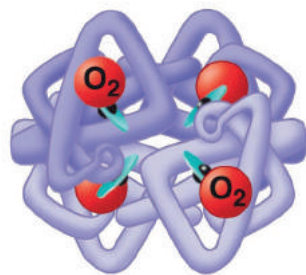
и вещества. Отдельные группы мелких лейкоцитов благодаря переменной форме клеток могут проникать сквозь стенки кровеносных сосудов и осуществлять свои функции в тканевой жидкости. Кроме подвижных мелких клеток-микрофагов в лимфоузлах, селезёнке, печени есть большие неподвижные клетки-макрофаги. Их впервые описал украинский учёный **В. К. Высокович** (1854–1912). Количество лейкоцитов колеблется в значительных пределах и зависит от времени суток, состояния организма, эмоций, инфекционных заболеваний и т. п.

ТРОМБОЦИТЫ – кровяные пластинки, выполняющие важную роль в свёртывании крови. Это бесцветные безъядерные мелкие клетки. Внутри тромбоцитов содержится особый фермент (тромбопластин), который после поступления в плазму «запускает» процесс свёртывания крови. Тромбоциты образуются в красном костном мозге путём отщепления от крупных кроветворных клеток. Из каждой такой клетки может образоваться до 1 000 тромбоцитов. Живут кровяные пластинки от 5 до 12 дней, а затем разрушаются в селезёнке, печени, лёгких.

Итак, особенности строения, формы и химического состава форменных элементов крови связаны с их функциями.

Каковы формы гемоглобина?

Гемоглобин – красный дыхательный пигмент эритроцитов, состоящий из белковой группы (гема) и белковой части (глобина). Основное свойство этого соединения – способность образовывать неустойчивые соединения с кислородом и углекислым газом, а его основная функция – транспорт дыхательных газов. Молекулы гема содержат атом железа, который способен присоединять или отдавать кислород без изменения валентности. В 1 л крови человека содержится 140–160 г гемоглобина, а его общее количество в организме – 750–800 г. Синтезируется гемоглобин в клетках костного мозга. Для синтеза этого пигмента используется железо отработанного гемоглобина и лишь небольшая его часть поступает с пищей.



Ил. 43. Модель молекулы гемоглобина

Существуют такие формы гемоглобина:

- **оксигемоглобин** – соединение гемоглобина с кислородом (HbO_2), имеет ярко-красный цвет, неустойчиво. 1 г гемоглобина может присоединить 1,34 мл кислорода;
- **карбгемоглобин** – соединение гемоглобина с углекислым газом (CO_2), имеет тёмно-красный цвет, неустойчиво;
- **карбоксигемоглобин** – соединение гемоглобина с угарным газом (HbCO), устойчиво, теряет способность переносить кислород, поэтому даже незначительное количество CO в воздухе очень опасно для человека.

Итак, гемоглобин является дыхательным железосодержащим пигментом, содержится в эритроцитах и принимает непосредственное участие в транспорте кислорода и углекислого газа.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Решение задач

Задача 1. В 100 г крови содержится в среднем 16,7 г гемоглобина. Определите его количество в вашей крови, если известно, что она составляет 7,7 % от общей массы тела человека.

Задача 2. Вычислите, какое максимальное количество кислорода может содержаться в крови, если общее количество гемоглобина в крови человека составляет примерно 650 г, а 1 г гемоглобина может связать 1,34 мл кислорода.

Задача 3. Постройте график зависимости количества эритроцитов в крови от высоты над уровнем моря, если количество эритроцитов в 1 мл крови человека составляет: на уровне моря – 5 млн, 700 м над уровнем моря – 6 млн, 1800 м – 7 млн, 4400 м – 8 млн. Объясните эту зависимость.

Биология + Химия

Основными причинами малокровия (анемии) могут быть: а) потеря крови; б) заболевания костного мозга, селезёнки, печени; в) действие химических веществ (этиловый спирт, токсины, соли тяжёлых металлов, соединения бензена); г) радиационное загрязнение; д) авитаминозы; е) дефицит железа и др. Одной из наиболее распространённых форм малокровия является *железодефицитная анемия*, от неё на земном шаре страдает более 700 млн человек, среди которых преимущественно женщины и дети. Что такое железо как химический элемент? Какую физиологическую роль выполняет железо в организме человека и как этот элемент попадает в органы?



Биология + Медицина

В левом подреберье располагается небольшой непарный орган – селезёнка. Её масса достигает 160 г у женщин и 200 г у мужчин. Стоит отметить, что селезёнка не относится к жизненно важным органам, в случае необходимости она может быть удалена, а у некоторых людей её нет от рождения. Но не следует недооценивать её значение, поскольку в организме человека всё уравновешено и ничего лишнего нет. Какую роль выполняет селезёнка в организме человека?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое кроветворение? 2. Назовите органы кроветворения человека. 3. Что такое эритроциты? 4. Что такое лейкоциты? 5. Что такое тромбоциты? 6. Назовите основное свойство гемоглобина.
7 – 9	7. Как и где происходит процесс кроветворения человека? 8. Назовите особенности форменных элементов крови. 9. Каковы формы гемоглобина?
10 – 12	10. Докажите значение знаний о крови и кроветворении для сохранения здоровья.

§ 20. ГРУППЫ КРОВИ. ПЕРЕЛИВАНИЕ КРОВИ. СВЁРТЫВАНИЕ КРОВИ

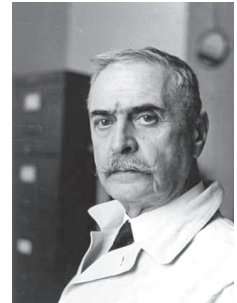
Основные понятия и ключевые термины: ГРУППЫ КРОВИ. Переливание крови. СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ.

Вспомните! Что такое кровь?



Знакомьтесь!

Карл Ландштейнер (1868–1943) – австрийский врач, иммунолог. В 1900 году К. Ландштейнер взял кровь у себя и у пяти своих сотрудников, отделил плазму от эритроцитов и смешал эритроциты с плазмой крови разных лиц. По наличию или отсутствию склеивания эритроцитов в различных образцах разделил кровь на группы, которые в дальнейшем стали называть группами крови системы АВ0 (читается «А-Бэ-ноль»). В 1930 году Ландштейнеру была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине «за открытие групп крови человека»



СОДЕРЖАНИЕ

По каким признакам различают группы крови?

ГРУППЫ КРОВИ – это наследственные признаки крови, которые не изменяются в течение жизни человека. В 1901 году, когда К. Ландштейнер опубликовал результаты своих исследований, началось открытие систем групп крови. Сегодня их известно уже более тридцати: система АВ0, резус-система, системы Даффи, Льюис, Лютеран, Келл, Кидд и др.

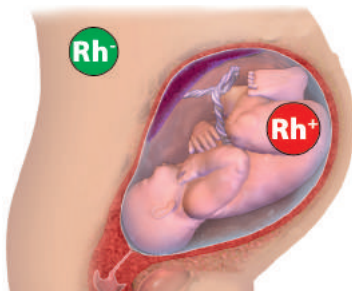
Группы крови по системе АВ0 определяются наличием в эритроцитах антигенов А и В и соединений плазмы крови – антител α и β. По комбинации этих веществ выделяют 4 группы крови: I (0) – нет антигенов А и В, но есть антитела α и β; II (А) – содержит антигены А и антитела β; III (В) – имеет антигены В и антитела α; IV (АВ) – антигены А и В, антител α и β

Группа крови	Антигены на мембране эритроцитов	Антитела в плазме
0 ^(I)	 Нет антигенов А и В	 Антитела α и антитела β
А ^(II)	 Антигены А	 Антитела β
В ^(III)	 Антигены В	 Антитела α
АВ ^(IV)	 Антигены А и В	Нет ни антител α, ни антител β

нет. Склеивание (агглютинация) эритроцитов происходит в результате реакции антиген-антитело, т. е. когда антиген А встречается с антителами α , а антигены В – с антителами β .

По статистике, самой распространённой является I (0) группа крови (33,5 % населения), а наименее распространённой – IV (AB) (5 % населения). Деление людей с определённой группой крови по системе АВ0 имеет свои отличия в разных странах. Так, среди украинцев распространённой является вторая группа (A) – 40 %. Далее следуют I (0) – 37 %, III (B) – 17 %, IV (AB) – 6 %.

По резус-системе выделяют две группы крови: резус-положительную и резус-отрицательную. В эритроцитах большинства людей (85 %) содержится антиген, впервые обнаруженный К. Ландштейнером и Р. Винером в 1940 году в крови обезьян макак (*Macacus rhesus*), и поэтому названный резус-фактором. Отсутствие его обнаружено у 15 % людей. По его наличию или отсутствию кровь называют резус-положительной (Rh^+ -кровь) или резус-отрицательной (Rh^- -кровь). Если



Ил. 44. Возникновение резус-конфликта у человека

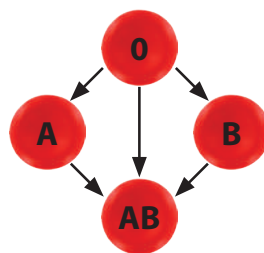
Rh^+ -кровь перелить человеку с Rh^- -кровью, то у него образуются Rh -антитела и возникает резус-конфликт. Повторное введение такому человеку Rh^+ -крови может привести к склеиванию эритроцитов и тяжёлым осложнениям. Резус-фактор имеет значение не только при переливании крови, но и во время беременности. Если у Rh^- -женщины формируется Rh^+ -плод, то его кровь приводит к образованию в крови матери Rh -антител.

Итак, группу крови определяют по наличию или отсутствию в эритроцитах и плазме определённых антигенов и антител.

Каковы современные принципы переливания крови?

Переливание крови – операция, заключающаяся в переносе в организм определённого количества крови или её компонентов. Переливание крови осуществляют в случае больших потерь крови, некоторых заболеваний и т. п. Человек, который даёт кровь, называется донором, а тот, который получает, – реципиентом. Люди с I (0) группой крови теоретически универсальными донорами, а люди с IV (AB) – универсальными реципиентами. У взрослого человека без ущерба для его здоровья можно взять 200 мл крови. Донорскую кровь консервируют, добавляя специальные вещества, предотвращающие её свертывание. Такую кровь можно хранить длительное время.

Переливание крови, согласно современным рекомендациям, осуществляется с учётом определённых положений: а) для переливания используют только одногруппную кровь; б) в некоторых случаях человек с IV (AB) группой крови может стать «универсальным донором» плазмы, поскольку в его крови нет антител; в) не следует



Ил. 45. Схема переливания групп крови по системе АВ0

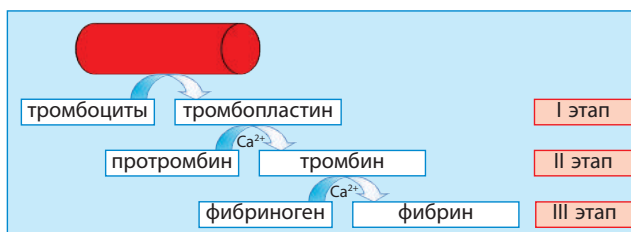
пользоваться кровью одного и того же донора во время повторного переливания, потому что обязательно произойдет иммунизация в одной из систем; г) лучшим донором является человек, который сам для себя может сдать кровь (заранее). Сегодня для переливания используют цельную кровь (реже), компоненты крови (эритроцитарная масса, лейкоцитарная масса, тромбоцитарная масса, плазма), кровезаменители (полиглюкин, желатиноль, солевые растворы и др.).

Итак, правильное определение группы крови жизненно важно для человека, который нуждается в переливании крови, так как несовместимость групп крови донора и реципиента может привести к свёртыванию крови и смерти больного.

Каковы основные этапы свёртывания крови?

СВЁРТЫВАНИЕ КРОВИ – защитная реакция организма, которая предупреждает потерю крови при повреждении сосудов. В процессе свёртывания крови принимают участие белки, витамины (витамин К), соли кальция и т. п. Свёртывание крови начинается через 1–2 мин после начала кровотечения и заканчивается образованием тромба через 3–5 мин.

В процессе свёртывания крови выделяют три основных этапа. На **первом этапе** разрушаются тромбоциты и высвобождается тромбопластин. Во время **второго этапа** рас-



Ил. 46. Каскадный механизм свёртывания крови

творённый в плазме крови протромбин под действием тромбопластина и ионов кальция превращается в тромбин. **Третий этап** свёртывания крови связан с преобразованием растворимого в плазме крови фибриногена в нерастворимый волокнистый белок – фибрин. Нити фибрина переплетаются, между ними задерживаются клетки крови, формируется кровяной сгусток, который плотно закупоривает рану и прекращает кровотечение.

Процесс образования фибрина уравнивается образованием определённого количества фибринолизина, растворяющего тромбы. Кроме того, в организме человека существует и противосвёртывающая система, основой которой является гепарин (соединение, образуемое специальными клетками многих органов, в частности печени и лёгких).

Итак, в организме человека функционируют системы свёртывания крови (фибрин), противосвёртывающая (гепарин) и фибринолитическая (фибринолизин), что является проявлением защитных реакций, направленных на сохранение объёма жидкостей внутренней среды.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с иллюстрациями

Группу крови по системе АВ0 определяют с помощью *метода стандартных сывороток II и III групп*. На тарелку наносят каплю крови каждой из групп, с помощью пипетки добавляют по капле ис-

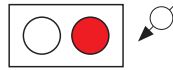
следуемой крови. По отсутствию или наличию склеивания в каплях сыворотки определите группу крови для каждого из четырёх вариантов. Применяв знания об определении групп крови по системе АВ0, объясните результаты.

Вариант 1



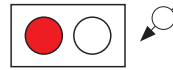
II III

Вариант 2



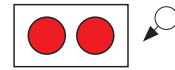
II III

Вариант 3



II III

Вариант 4



II III

Условные обозначения: ○ – отсутствие агглютинации; ● – агглютинация; ⦿ – группа крови, которую определяют.

Биология + Психология

Знаете ли вы, что японцы при знакомстве часто спрашивают: «Какая у вас группа крови»? По мнению японцев, группа крови определяет индивидуальные особенности каждого человека. Так, японский учёный Масахико Номи написал книгу «Вы таковы, какова ваша группа крови», в которой доказал взаимосвязь основных черт характера человека с его группой крови. Вот отрывки из этой книги:

I группу крови имеет человек, который стремится всегда быть лидером. Если он поставит себе цель, то будет за неё бороться, пока не достигнет. Умеет выбирать направление, чтобы двигаться вперёд. Верит в свои силы, не лишен эмоциональности. Однако у него есть и слабости: он очень ревнив, суетлив, чрезмерно амбициозен.

II группу крови имеет человек, который любит гармонию, спокойствие и порядок. Такие люди хорошо сотрудничают с другими людьми, они чувствительны, терпеливы и доброжелательны. Их слабости – упрямство и неспособность расслабляться.

III группы крови имеет человек-индивидуалист, склонен делать так, как ему нравится. Он легко приспосабливается, гибок, имеет хорошо развитое воображение. Однако желание быть независимым часто является чрезмерным и превращается в слабость.

IV группы крови у спокойных и уравновешенных, их люди обычно любят и чувствуют себя хорошо рядом с ними. Владельцы этой группы крови умеют развлекать, тактичны и справедливы к окружающим. Но иногда они бывают очень резкими, кроме того, долго колеблются, когда принимают решение...»

А какая у вас группа крови?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое группы крови? 2. Назовите основные системы групп крови. 3. Что такое переливание крови? 4. Какие люди теоретически являются универсальными донорами, а какие – универсальными реципиентами? 5. Что такое свёртывание крови? 6. Какое значение имеет свёртывание крови?
7 – 9	7. По каким признакам различают группы крови? 8. Назовите современные принципы переливания крови. 9. Назовите основные этапы свёртывания крови.
10 – 12	10. Почему у здорового человека кровь в сосудах не свёртывается?

§ 21. СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ. СЕРДЦЕ

Основные понятия и ключевые термины: **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА. СЕРДЦЕ. Сердечный цикл.**

Вспомните! Что такое кровеносная система?



Знакомьтесь!

Наличие кровообращения у животных и людей экспериментально доказал выдающийся английский врач *Уильям Гарвей* (1578–1657). Учёный установил, что кровь не возникает в печени из пищи и не исчезает в различных органах тела в процессе жизнедеятельности, как считали ранее. Кровь оттекает от сердца через артерии и возвращается к нему по венам, непрерывно циркулируя в сосудах. Это было исключительным открытием. Интересно, почему?



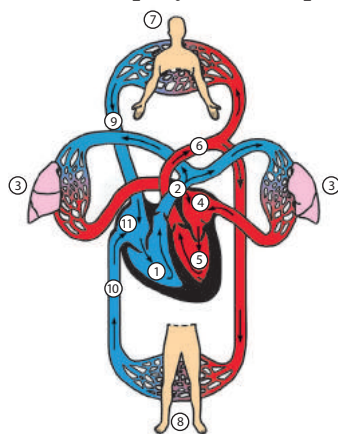
СОДЕРЖАНИЕ

Какое строение и значение сердечно-сосудистой системы?

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА – совокупность органов и тканей, осуществляющих транспорт веществ по замкнутой системе сосудов. В состав системы кровообращения человека входят: а) циркулирующая жидкость (кровь); б) орган, осуществляющий движение крови (четырёхкамерное сердце); в) кровеносные сосуды (артерии, вены, капилляры).

Сердечно-сосудистая система осуществляет транспорт крови ко всем органам, обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой, распределение веществ между кровью и тканями, регуляцию кровоснабжения органов. Кровь во время кровообращения распределяется по всем частям и органам тела неравномерно: некоторые органы получают её в большем количестве, чем другие. Больше всего снабжаются кровью почки, печень, сердце и мозг. На них приходится около 5 % массы тела, но эти органы получают больше половины крови, содержащейся в организме.

Сердечно-сосудистая система участвует в гуморальной и иммунной регуляции организма, терморегуляции и поддержании гомеостаза. С кровообращением неразрывно связаны функции тканевой жидкости и лимфы. Прекращение кровообращения и деятельности сердечно-сосудистой системы, даже на короткое время, является смертельно опасным для организма.



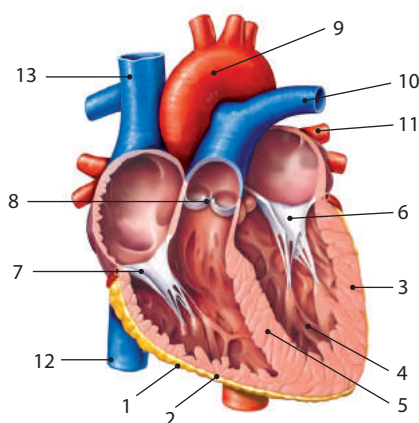
Ил. 47. Сердечно-сосудистая система человека: четырёхкамерное сердце (1, 4, 5, 11), артерии (2, 6), вены (9, 10), капилляры (3, 7, 8)

Итак, кровообращение – важный фактор осуществления основных процессов жизнедеятельности организма человека, которая обеспечивается сердечно-сосудистой (кровеносной) системой.

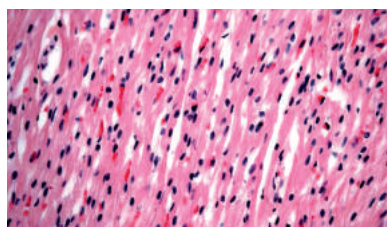
Каково строение и функции сердца у человека?

Сердце человека расположено в грудной полости между лёгкими, непосредственно за грудиной (несколько слева). Масса сердца человека составляет 220–300 г (0,42 %). По форме сердце напоминает конус, размещённый вершиной вниз, а основанием – вверх. Внешне сердце покрыто *околосердечной сумкой* (1), в полости которой содержится небольшое количество жидкости, что уменьшает трение сердца во время сокращений. Стенка сердца образована тремя слоями: наружным (2), средним (3) и внутренним (4). Левая и правая части разделены *сердечной перегородкой* (5). Сердце человека состоит из 4 камер: двух предсердий и двух желудочков. Между левым предсердием и левым желудочком есть *двустворчатый клапан* (6), а между правым предсердием и правым желудочком – *трёхстворчатый клапан* (7). В аорте и лёгочном стволе расположены *полулунные (карманные) клапаны* (8). Наличие клапанов обеспечивает движение крови в одном направлении. Из левого желудочка артериальная кровь поступает в *аорту* (9), а из правого желудочка венозная кровь попадает в лёгочный ствол, разветвляется на *лёгочные артерии* (10). К сердцу кровь течёт по венам, впадающим в предсердия: в левое предсердие поступает от лёгких по *лёгочным венам* (11) артериальная кровь, а в правое предсердие венозная кровь от органов поступает по *нижней* (12) и *верхней* (13) *полым венам* (ил. 48).

Основная функция сердца – обеспечение движения крови благодаря сокращениям сердечной мышцы (миокарда). Эта особая мышца образована поперечно-полосатой сердечной тканью, обладающей такими свойствами, как возбудимость, сократительность, проводимость, автоматия. *Возбудимость* – способность сердца переходить из состояния покоя в рабочее состояние, сопровождающееся сокращением. *Сократимость* – способность сердечной мышцы реагировать сокращением в ответ на возбуждение. *Проводимость* – способность сердечной мышцы передавать возбуждение с любого участка по всему сердцу. *Автоматия* – способность сердца сокращаться под действием импульсов, возникающих в самом сердце.



Ил. 48. Строение сердца человека

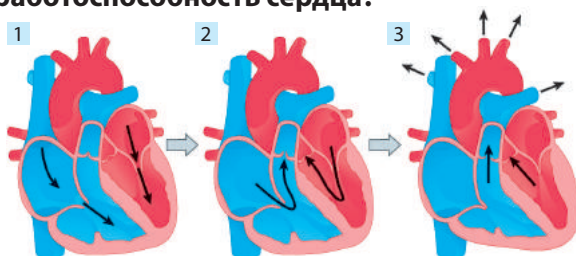


Ил. 49. Клетки миокарда – кардиомиоциты – содержат несколько ядер, много митохондрий и соединены между собой дисками

Итак, **СЕРДЦЕ** – это полый мышечный орган, приспособленный к перекачке крови по сосудам.

Чем обусловлена высокая работоспособность сердца?

Сердце человека, непрерывно работая в течение десятилетий, сокращается около 100 000 раз в сутки и перекачивает при этом более 10 тыс. литров крови. Такая высокая его работоспособность обусловлена несколькими причинами: 1) ритмичностью работы; 2) усиленным кровоснабжением и наличием собственного сердечного (коронарного) круга кровообращения; 3) высоким уровнем обмена веществ и большим количеством митохондрий в клетках миокарда.



Ил. 50. Фазы сердечного цикла: 1 – диастола; 2 – систола предсердий; 3 – систола желудочков

Сердечный цикл – это согласованная ритмическая смена сокращений предсердий и желудочков и общего расслабления сердца. Сердце работает ритмично, его сокращение (систола) чередуется с расслаблением (диастолой). Один полный сердечный цикл состоит из трёх фаз и длится около 0,8 с.

Таблица 13. ФАЗЫ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА

Признак	I фаза – сокращение предсердий	II фаза – сокращение желудочков	III фаза – расслабление предсердий и желудочков
Продолжительность, с	0,1	0,3	0,4
Состояние клапанов	Створчатые клапаны открыты, круговые сфинктеры вен закрыты	Створчатые клапаны закрыты, карманные – открыты	Створчатые клапаны полуоткрыты, карманные – закрыты
Давление, мм рт. ст.	8–10	В левом – около 120, правом – 20–25	Около 0
Движение крови	Из предсердий к желудочкам	В артерии кругов кровообращения	Кровь наполняет предсердия и желудочки

Работа сердца удовлетворяет потребности организма благодаря механизмам саморегуляции, нервной и гуморальной регуляции. *Саморегуляция* сердца обеспечивается проводящей системой. *Нервная регуляция* осуществляется симпатическими (увеличивают частоту и силу сокращений сердца) и парасимпатическими (замедляют частоту и силу сокращений сердца) нервами. Центр сердечной деятельности расположен в продолговатом мозгу. *Гуморальную регуляцию* сердца осуществляют *адреналин*, *ионы кальция* (усиливают и ускоряют сокращения сердца), *ацетилхолин* и *ионы калия* (уменьшают частоту и силу сокращений сердца).

Итак, высокая работоспособность и неутомляемость сердца обусловлены ритмичностью работы, собственным кровоснабжением и эффективным обменом веществ.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с таблицей

С помощью таблицы и рабочей тетради сопоставьте названные элементы строения сердца с особенностями их строения и функциями: 1 – эпикард; 2 – миокард; 3 – перикард; 4 – эндокард; 5 – створчатые клапаны; 6 – полулунные клапаны; 7 – предсердия; 8 – желудочки; 9 – сердечная перегородка.

Таблица 14. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СЕРДЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФУНКЦИЙ

Структура	Особенность строения	Функция
	Околосердечное образование из соединительной ткани с эластичными волокнами	Предохраняет сердце от перерастяжения и выделяет жидкость для уменьшения трения
	Внешний слой стенки сердца из соединительной ткани	Обеспечивает защиту сердца
	Средний слой стенок сердца из сердечной поперечно-полосатой ткани	Обеспечивает защиту сердца
	Внутренний слой сердца из эндотелия и соединительной ткани	Выстилает камеры сердца и образует клапаны сердца
	Сплошное продольное мышечное образование	Разделяет сердце на левую (артериальную) и правую (венозную) части
	Эластичные складки с сухожильными нитями	Не пропускают кровь обратно к предсердиям
	Карманные створки в стенках сосудов из соединительной ткани	Не пропускают кровь обратно из сосудов к желудочкам
	Камеры сердца с тонкой стенкой, занимающие меньшую часть сердца	Обеспечивают движение крови к желудочкам
	Камеры сердца с толстой стенкой, занимающие большую часть сердца	Обеспечивают поступление крови к кругу кровообращения

Биология + Литература

В литературе сердце стало символом любви и бескорыстного служения людям. Английский драматург В. Шекспир писал: *«Крепкие ноги рано или поздно начнут спотыкаться, выпрямленная спина согнётся, чёрная борода поседеет, кудрявая голова облысеет, прекрасное лицо покроется морщинами, глубокий взгляд глаз потускнеет, но доброе сердце подобно солнцу, оно излучает яркий свет, никогда не изменяется и всегда придерживается правильного пути»*. Назовите известные литературные произведения, крылатые выражения, в которых упоминается сердце. Благодаря каким физиологическим особенностям сердце широко отражено в литературе?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое сердечно-сосудистая система человека? 2. Что входит в состав сердечно-сосудистой системы человека? 3. Что такое сердце? 4. Назовите функцию сердца. 5. Что такое сердечный цикл? 6. Назовите три фазы сердечного цикла.
7 – 9	7. Опишите строение и значение сердечно-сосудистой системы. 8. Опишите строение и функции сердца человека. 9. Чем обусловлена высокая работоспособность сердца?
10 – 12	10. Обоснуйте особенности строения сердца человека во взаимосвязи с его функцией.

§ 22. КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ

Основные понятия и ключевые термины: КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ. Артерии. Вены. Капилляры. Малый круг кровообращения. Большой круг кровообращения.

Вспомните! Что такое сердечно-сосудистая система?



Подумайте!

Гераклит Эфесский (544–483 гг. до н. э.) – греческий философ, считавший, всё является проходящим и одноразовым – «всё течёт». Эти известные слова сохранил для истории философ Платон: «Гераклит говорит, что всё движется и ничего не стоит на месте, и, приравнивая существующее к течению реки, дополняет, что дважды войти в одну и ту же реку невозможно». Можно ли «дважды войти» в «красную реку», которая движется сердечно-сосудистой системой человека?



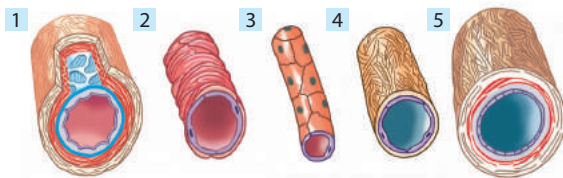
СОДЕРЖАНИЕ

Каковы особенности строения кровеносных сосудов?

КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ – эластичные трубки, по которым кровь транспортируется ко всем органам и тканям, а затем снова собирается к сердцу. Строение кровеносных сосудов тесно взаимосвязано с их функциями.

Артерии – кровеносные сосуды, по которым кровь движется от сердца к органам и тканям. Стенки **артерий** имеют три оболочки и различаются толщиной и эластичностью, поскольку им приходится выдерживать большое давление и скорость движения крови. **Внешняя оболочка** стенок артерий построена из соединительной ткани. **Средняя оболочка** состоит из гладких мышц и эластичных волокон. Благодаря мышцам артерии изменяют диаметр и регулируют ток крови, а эластичные волокна придают им упругость. **Внутренняя оболочка** образована особой соединительной тканью (эндотелием), клетки которой имеют гладкие поверхности, что способствует движению крови. Артерии разветвляются на артериолы, переходящие в капилляры.

Капилляры – мельчайшие кровеносные сосуды, которые соединяют между собой артерии и вены и обеспечивают обмен веществ между кровью и тканевой жидкостью. Их стенки образованы одним слоем клеток, так как давление крови незначительно, а скорость движения крови – наименьшая среди всех сосудов. Различные органы имеют разный уровень развития капиллярной сетки. Например, в коже на 1 мм² приходится 40 капилляров, а в мышцах – около 1000. Кровь из капилляров поступает в вены.



Ил. 51. Кровеносные сосуды: 1 – артерии; 2 – артериолы; 3 – капилляры; 4 – венулы; 5 – вены

Вены – кровеносные сосуды, по которым кровь движется от органов и тканей к сердцу. Стенки вен имеют такое же строение, как и артерии, но с более тонкими оболочками. Это обусловлено низким давлением и несколько большей скоростью крови. Ещё одной особенностью строения вен является наличие карманных клапанов, препятствующих обратному движению крови.

Итак, строение сосудов связано с их функциями и зависит в основном от скорости и давления крови.

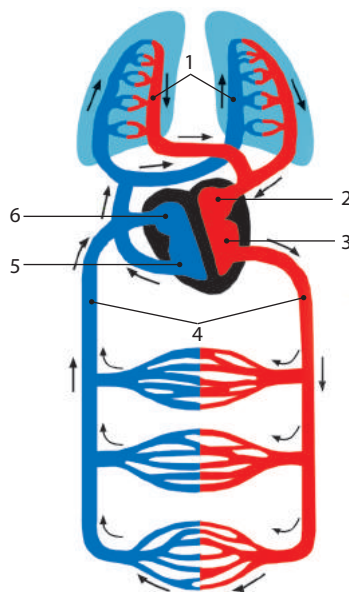
Какое значение имеют малый и большой круги кровообращения?

Кровеносные сосуды образуют малый и большой круги кровообращения. **Малый (лёгочный) круг кровообращения** начинается от правого желудочка *лёгочным стволом*, разветвляется на две *лёгочные артерии*, которые несут венозную кровь в лёгкие. Лёгочные артерии входят в лёгкие и разветвляются на *лёгочные капилляры*, в которых венозная кровь превращается в артериальную. От капилляров начинаются мелкие вены, образующие четыре *лёгочные вены*. Эти вены несут артериальную кровь и впадают в левое предсердие. В малом круге кровообращения лёгочные артерии несут венозную кровь, а лёгочные вены – артериальную. Перемещение крови по малому, или лёгочному, кругу кровообращения осуществляется за 4–5 с. *Путь крови от правого желудочка через лёгкие к левому предсердию называется малым кругом кровообращения.*

Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка, откуда артериальная кровь из этой камеры сердца попадает в аорту и через систему артерий и капилляров поступает в разные участки тела. Капилляры постепенно сливаются в вены. Крупнейшие из них – *верхняя и нижняя полые вены* – впадают в правое предсердие. Двигаясь по большому кругу, кровь разносит кислород и питательные вещества к клеткам, забирает от них углекислый газ и продукты обмена, происходит превращение артериальной крови в венозную. В большом круге кровообращения *артерии несут артериальную кровь, а вены – венозную*. Круговорот крови по большому кругу кровообращения осуществляется за 20–23 с. *Путь крови от левого желудочка через ткани и органы тела к правому предсердию называется большим кругом кровообращения.*

Как движется кровь по сосудам?

Движение крови по сосудам у человека обусловлено ритмической работой четырёхкамерного сердца, которое обеспечивает разницу дав-



Ил. 52. Схема кровообращения человека: 1 – малый круг кровообращения 2 – левое предсердие; 3 – левый желудочек; 4 – большой круг кровообращения 5 – правый желудочек; 6 – правое предсердие

лений в начале и в конце кругов кровообращения. Вспомогательные факторы кровообращения: *сокращение скелетных мышц, наличие клапанов в венах по течению крови, эластичные силы сосудов, которые запасают энергию во время сокращений сердца*. Как выяснилось в результате исследований, основными факторами, от которых зависит движение крови в сосудах, являются *кровяное давление (P) и скорость движения крови (V)*.

Кровяное давление – давление в сосудах, обусловленное ритмической работой сердца. Это один из важнейших параметров, характеризующий работу кровеносной системы. В зависимости от типа сосудов различают артериальное, капиллярное и венозное давление. Легче измерить артериальное давление.

Скорость движения крови определяется как расстояние, которое проходит кровь за единицу времени (в сантиметрах в секунду). Движение крови в различных сосудах происходит с разной скоростью. Она зависит от разности давлений в данной части сосудистой системы и от общего диаметра сосудов. Чем больше диаметр, тем медленнее движется кровь.

Таблица 15. ДВИЖЕНИЯ КРОВИ ПО КРОВЕНОСНЫМ СОСУДАМ

Сосуды	Особенности движения крови
Движение крови по артериям	Давление крови наибольшее (≈ 120 мм рт. ст.) и максимальная скорость её движения ($\approx 0,5$ м/с).
Движение крови по капиллярам	Давление крови меньше среднего уровня (≈ 20 мм рт. ст.), наименьшая скорость движения крови ($\approx 0,5$ мм/с), поскольку сумма поперечных разрезов всех капилляров более, чем в 500 раз превышает диаметр аорты
Движение крови по венам	Давление крови наименьшее ($\approx 2-8$ мм рт. ст.), но скорость её движения по венам увеличивается (достигает $0,2$ м/с), поскольку: а) общий диаметр уменьшается; б) влияют сокращения скелетных мышц и присасывательное действие грудной клетки; в) имеются полулунные клапаны

Таким образом, показатели движения крови в различных сосудах различны. Это связано с функциями артерий, капилляров и вен.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Лабораторное исследование

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Цель: формировать практические умения определять частоту сердечных сокращений.

Оборудование: секундомер.

Теоретическая часть

Артериальный пульс – *ритмические колебания стенки артерий, обусловленные работой сердца*. Пульс легко ощущается под пальцами на больших поверхностно расположенных артериях (височная, лучевая артерии). Одно колебание соответствует одному удару сердца, поэтому по пульсу можно определить частоту сердечных сокращений за одну минуту. Артериальный пульс даёт информацию о частоте сердечных сокращений, состоянии сосудов и работе сердца. Частота пульса является индивидуальной и составляет у подростков $72-85$ уд./мин, а у взрослых – $60-75$ уд./мин. С возрастом эластичность артериальных стенок уменьшается, поэтому скорость распространения пульсовой волны увеличивается, и пульс учащается.

Ход работы

1. Найдите пульс у себя на левом запястье, где проходит лучевая артерия. Пульс можно фиксировать и на участках, где проходит височная или сонная артерия.
2. Найдя пульс, включите секундомер и начните считать в течение 30 с. Полученное число умножьте на 2. Так вы определите количество собственных сердечных сокращений в 1 мин. Сравните свой пульс с пульсом одноклассников.

Биология + Мышление

Проанализируйте сравнительные данные таблицы и предложите собственные суждения об особенностях кровообращения в организме человека.

Таблица 16. КРОВООБРАЩЕНИЕ В ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ ЧЕЛОВЕКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Органы	Кровообращение, мл/мин			
	Спокойствие	Лёгкая нагрузка	Средняя нагрузка	Максимальная нагрузка
Скелетные мышцы	1200	4500	12500	22000
Сердце	250	350	750	1000
Головной мозг	750	750	750	750
Печень	1400	1100	600	300
Почки	1100	900	600	250
Кожа	500	1500	1900	600

Биология + Медицина

Сергей Брюхоненко (1890–1960) – выдающийся физиолог и талантливый изобретатель, автор первого аппарата искусственного кровообращения всего организма. Именно он стал прототипом профессора Доуэля из романа фантаста А. Беляева «Голова профессора Доуэля». В конце 20-х годов XX века мир облетела сенсационное сообщение об его эксперименте – оживление изолированной от туловища головы собаки, жизнь которой поддерживалась с помощью аппарата искусственного кровообращения в течение 3 ч. Какое значение для медицины имеет аппарат искусственного кровообращения?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое кровеносные сосуды? 2. Назовите основные типы кровеносных сосудов человека. 3. Что такое малый круг кровообращения? 4. Что такое большой круг кровообращения? 5. Чем обеспечивается движение крови по сосудам? 6. Какие показатели характеризуют движение крови в различных сосудах?
7 – 9	7. Назовите особенности строения кровеносных сосудов. 8. Какое значение имеют малый и большой круги кровообращения? 9. Как движется кровь по сосудам?
10 – 12	10. Обоснуйте особенности строения кровеносных сосудов человека во взаимосвязи с их функциями.

§ 23. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ БОЛЕЗНИ

Основные понятия и ключевые термины: **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ БОЛЕЗНИ. Кровотечения.**

Вспомните! Что такое болезни? Что вызывает болезни человека?



Интересно знать

Эмблемой экстренной службы скорой медицинской помощи является «*звезда жизни*». Это синяя шестилучевая звезда с белой окантовкой, а в центре – белый посох Асклепия, древнегреческого бога врачевания. Этот посох символизирует связь с землёй и странствования врача. Почему при сердечно-сосудистых заболеваниях очень важна скорая медицинская помощь?



СОДЕРЖАНИЕ

Каковы причины сердечно-сосудистых заболеваний?

Прекращение кровообращения, даже на короткое время, смертельно опасно для организма. Клетки организма, особенно нервные, не могут функционировать даже несколько минут без кислорода и питательных веществ, переносимых кровью. Вот почему важно быстро и своевременно оказать первую медицинскую помощь при болезнях сердца и сосудов.

Сердечно-сосудистые заболевания являются самыми распространёнными среди различных болезней во всех странах мира. Если раньше они были присущи в основном людям пожилого возраста, то теперь нарушения сердечно-сосудистой системы наблюдают уже и у детей. В Украине количество людей, страдающих этими болезнями, достигла почти 27 млн, что составляет 58,4 % населения.

Сердечно-сосудистые заболевания делятся на следующие группы: **болезни сердца** (инфаркт миокарда, стенокардия, аритмии, врождённые и приобретённые пороки сердца), **болезни артерий** (дистония, инсульт), **болезни вен** (варикозное расширение вен, тромбофлебит).

Факторами, негативно влияющими на работу сердечно-сосудистой системы, являются: *гиподинамия* (снижение двигательной активности), *вредные привычки* (курение, употребление алкогольных напитков, наркотиков), *эмоциональные стрессы* (состояние напряжения, возникающее под действием сильных раздражителей), *ожирение* (современный человек употребляет пищи гораздо больше, чем того требуют энергетические потери, что приводит к образованию жировой ткани), *загрязнение окружающей среды* (пестициды, препараты бытовой химии, лекарственные препараты и т. д.), *расстройства регуляции функций*.

Для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы следует выполнять регулярные физические упражнения, рационально питаться, избегать чрезмерных психологических нагрузок и стрессов, своевременно лечить болезни (например, ангину, грипп), больше находиться на свежем воздухе, отказаться от курения и употребления алкогольных напитков.

Итак, **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ БОЛЕЗНИ** – это заболевания сердца и кровеносных сосудов, в развитии которых решающую роль играют неправильный образ жизни и неудовлетворительное состояние окружающей среды.

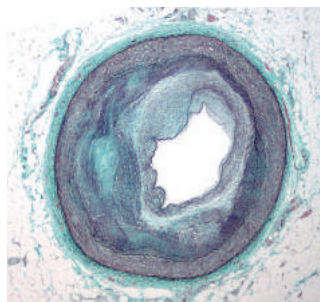
Как возникают сердечно-сосудистые заболевания?

Определяющими факторами риска заболеваний сердечно-сосудистой системы являются артериальная гипертензия (устаревший термин «гипертония») и атеросклероз.

Артериальная гипертензия – нарушение, характеризующееся устойчивым повышением артериального давления в сосудах большого круга кровообращения. Причиной состояния является стойкое повышение давления в артериях (выше 140/90 мм рт. ст.), возникающее из-за омертвления стенок этих сосудов и утраты ими эластичности. Такие изменения могут возникать в сосудах головного мозга, сердца, почек и часто являются причиной инсульта, инфаркта миокарда, сердечной и почечной недостаточности. У здоровых людей нормальное артериальное давление составляет 120 ± 10 мм рт. ст. (систолическое) на 70 ± 10 мм. рт. ст. (диастолическое). Артериальное давление зависит от многих факторов: возраста, пола, времени суток, положения в пространстве, психологического состояния человека (при стрессе давление повышается), действия стимулирующих веществ (кофе, чай повышают давление) и др.

Атеросклероз – нарушение, характеризующееся утратой эластичности стенок артерий, сужением их просвета и частым образованием тромбов. Изменение состояния стенок артерий вызвано отложением холестериновых бляшек с последующим их склерозом (разрастанием соединительной ткани) и кальцинозом (пропитыванием солями кальция, из-за чего сосуды становятся хрупкими и твёрдыми). Причины развития атеросклероза: влияние никотина, отсутствие тренировочного физкультурного воздействия, чрезмерные эмоциональные переживания, потребление жирной пищи, сахарный диабет и др.

Возникновение гипертензии и атеросклероза может быть вызвано расстройствами нервной и гуморальной регуляции сосудов. Нервную регуляцию сосудов осуществляет вегетативная нервная система: *симпатические* влияния являются сосудосуживающими, а *парасимпатические* – сосудорасширяющими. Центр регуляции деятельности сосудов находится в продолговатом мозгу. *Гуморальная регуляция* осуществляется гормонами: *адреналин* сужает кровеносные сосуды, *ацетилхолин* их расширяет.



Ил. 53. Артерия, поражённая атеросклерозом

Итак, артериальная гипертензия и атеросклероз – это определяющие факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Каковы правила оказания первой помощи при кровотечениях?

Кровотечение – это истечение крови, возникает при повреждении сосудов вследствие травмы, разрушения их стенок во время болезней и т. д. Основные типы кровотечений: капиллярные, венозные, артериальные и внутренние.

Капиллярное кровотечение – это кровотечение в результате повреждения мелких сосудов кожи, подкожной клетчатки и мышц. В этом случае кровоточит вся поверхность раны. Цвет крови при капиллярном кровотечении тёмно-красный, она вытекает медленно, её легко остановить. Первой помощью при таких кровотечениях является обеззараживание места ранения перекисью водорода или йодной настойкой и наложение чистой повязки.



Ил. 54. Виды кровотечений: 1 – артериальное; 2 – венозное; 3 – капиллярное

Венозное кровотечение – это кровотечение, возникающее при повреждении поверхностных вен. Во время венозного кровотечения кровь тёмная, вытекает непрерывно и равномерно. Первая помощь при венозных кровотечениях заключается в обеззараживании раны, наложении давящей повязки ниже места ранения и направлении пострадавшего в больницу.

Артериальное кровотечение – это кровотечение, возникающее при повреждении артерии. Признаками артериального кровотечения являются ярко-красный цвет крови, её утечка пульсирующей струей. Поэтому очень важны быстрое прижатие артерии пальцами и наложение жгута. Прижимают артерию выше места ранения до прекращения пульса и остановки кровотечения. Жгут для остановки крови накладывают выше раны, как можно ближе к ней. Место, где накладывается жгут, защищают одеждой, полотенцем, ватно-марлевой повязкой. Наложив на конечность жгут, рану закрывают стерильной повязкой, на которой обозначают время наложения жгута. Летом жгут накладывают на конечность не более, чем на 1,5–2,0 ч, зимой – на 1 ч.

Внутренние кровотечения – это кровотечения в брюшной полости, полости груди, черепа. Обнаруживают внутренние кровотечения по внешнему виду человека: внезапное побледнение, холодные конечности, учащение и ослабление пульса, головокружение, шум в ушах, холодный пот. В случае малейших подозрений этих кровотечений следует немедленно вызвать «скорую помощь», до её прибытия пострадавшему обеспечивают полный покой, а к вероятному месту кровотечения прикладывают холодный компресс.

Итак, быстрая значительная потеря крови очень опасна, поэтому каждый должен уметь оказывать первую помощь при кровотечениях.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Исследовательский практикум САМОНАБЛЮДЕНИЕ ЗА ЧАСТОТОЙ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В ТЕЧЕНИЕ ДНЯ, НЕДЕЛИ

Цель: формировать исследовательские умения определять влияние нагрузки на состояние сердечно-сосудистой системы.

Оборудование: секундомер, иллюстрации кровеносной системы человека.

Ход работы

1. Найдите пульс у себя на запястье. Потренируйтесь, чтобы быстро находить пульс.
2. Найдя пульс, включите секундомер и начните считать в течение 30 с. Полученное число умножьте на 2. Так вы определите количество сердечных сокращений в 1 мин. Данные запишите в таблицу.
3. Присядьте 10 раз и сразу определите пульс, данные запишите в таблицу.
4. Подсчитайте пульс после 1- и 5-минутного отдыха, данные запишите в таблицу.

ЧАСТОТА ПУЛЬСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ ОРГАНИЗМА

Состояние организма	Частота пульса
В состоянии покоя	
После 10 приседаний	
Через 1 мин после нагрузки	
Через 5 мин после нагрузки	

5. Подсчитайте пульс каждый день утром в течение недели. Найдите закономерность.
6. Итог работы.

Проект. ВКЛАД УКРАИНСКИХ УЧЁНЫХ В ИЗУЧЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Украинские учёные сделали немало открытий и изобретений, вошедших в сокровищницу мировой медицины. Воспользуйтесь таблицей и подготовьте проект о вкладе украинцев в изучение сердечно-сосудистой системы и сердечно-сосудистых заболеваний.

ВКЛАД УКРАИНСКИХ УЧЁНЫХ И ВРАЧЕЙ В ИЗУЧЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Имя учёного	Исследование
Амосов Н. М. (1913–2002)	Врач-кардиохирург, учёный в области медицины и биокриобиологии, впервые в мире разработал противотромбические протезы
Высокович В. К. (1854–1912)	Изучал судьбу микроорганизмов, введённых в кровеносное русло и разработал учение о ретикулоэндотелиальной системе
Стражеско Н. Д. (1876–1952)	Выдающийся терапевт, впервые в мире описал различные клинические формы болезни, что сделало возможным распознавание инфаркта миокарда
Фролькис В. В. (1924–1999)	Выдающийся физиолог-геронтолог, исследовал возрастные изменения сердечно-сосудистой системы, предложил понятие центра регуляции кровообращения
Хржонцевский Н. А. (1836–1906)	Гистолог, изучал причины инфаркта и нарушения кровоснабжения почек, исследовал иннервацию сосудов



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое сердечно-сосудистые болезни? 2. На какие группы разделяют сердечно-сосудистые болезни. 3. Назовите определяющие факторы в развитии сердечно-сосудистых заболеваний. 4. Что такое гипертония? 5. Что такое кровотечение? 6. Назовите основные типы кровотечений.
7 – 9	7. Опишите причины сердечно-сосудистых заболеваний, их профилактика. 8. Как возникают сердечно-сосудистые заболевания? 9. Каковы правила оказания первой помощи при кровотечениях?
10 – 12	10. Опишите вклад украинских учёных и врачей в изучение сердечно-сосудистой системы.

Система кровообращения, кровеносная или сердечно-сосудистая, – это большая разветвлённая транспортная система.
Из учебника биологии

Обобщение темы 4. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

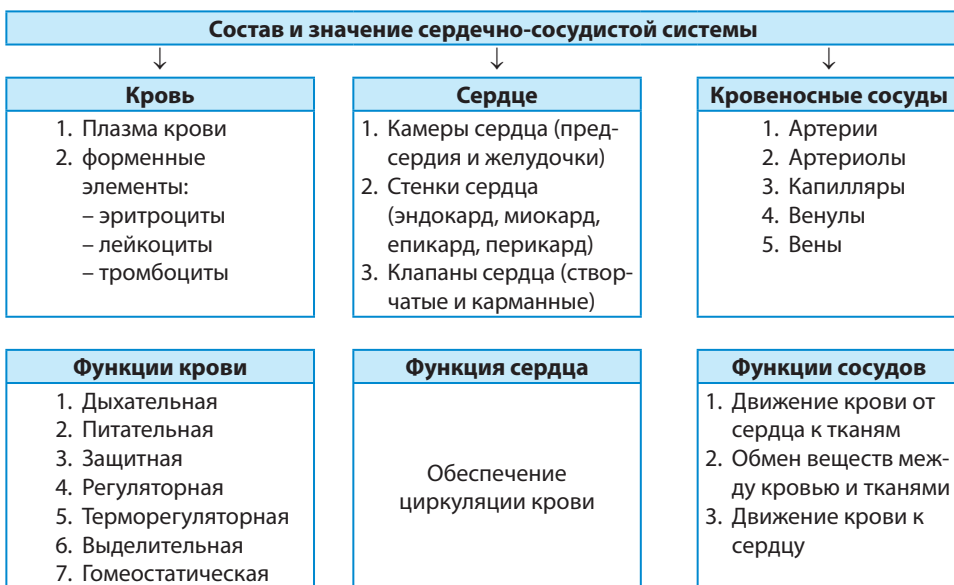
ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ – это совокупность физических и химических процессов, при которых с помощью крови, тканевой жидкости и лимфы осуществляется перенос различных соединений внутри организма для обеспечения его жизнедеятельности.

Таблица 17. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ

Название процесса	Суть
Транспорт веществ кровью	Активная циркуляция крови в сердечно-сосудистой системе с помощью сердца
Транспорт веществ в тканевую жидкость	Перенос веществ через стенку кровеносных капилляров за счёт разницы давлений путём фильтрования
Транспорт веществ в тканевой жидкости	Перенос веществ за счёт разности концентраций путём диффузии
Транспорт веществ через клеточные мембраны	Пассивный или активный транспорт веществ в клетки и из клеток
Транспорт веществ из тканевой жидкости	Перенос продуктов обмена через стенки кровеносных и лимфатических капилляров за счёт разности давлений путём фильтрования

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА –

совокупность органов и тканей, которые осуществляют транспорт веществ по замкнутой системе сосудов за счёт движущей работы сердца.



Сердечно-сосудистая система непрерывно, на протяжении всей жизни человека, транспортирует дыхательные газы, питательные вещества, продукты обмена и защитные и регуляторные соединения для обеспечения жизнедеятельности клеток и всего организма в целом.



Тема 5. ВЫДЕЛЕНИЕ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Finis coronat opus (Конец делу венец).

Латинское изречение

§ 24. ВЫДЕЛЕНИЕ – ВАЖНЫЙ ЭТАП ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Основные понятия и ключевые термины: **ВЫДЕЛЕНИЕ. МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.**

Вспомните! Что такое обмен веществ и энергии? Что такое гомеостаз?



Подумайте!

Многие пословицы указывают на необходимость хорошего завершения работы: «Хорошо делай, доброго и конца ожидай», «Доброе начало – хорошее дело, а хороший конец – ещё лучше». Почему, с точки зрения позитивной психологии, так важно хорошее завершение какого-то дела?



Греческая
буква «пси» –
символ
психологии



СОДЕРЖАНИЕ

Какое биологическое значение имеют процессы выделения?

ВЫДЕЛЕНИЕ (ЭКСКРЕЦИЯ) – процесс удаления из организма ненужных продуктов обмена веществ и избытка воды и солей. В результате обмена веществ и энергии в организме появляются лишние для него соединения: 1) конечные продукты расщепления питательных веществ (CO_2 , H_2O , жёлчные пигменты, мочеви́на, мочева́я кислота, аммиак); 2) избыточные соединения (соли, вода); 3) чужеродные соединения (соли тяжёлых металлов, красители); 4) ядовитые соединения (аммиак, индол, ацетон, пероксид водорода и др.).

В выделении ненужных соединений в организме человека участвуют *лёгкие* (удаляются CO_2 , H_2O в виде пара, ацетон), *кожа* (в составе пота удаляются H_2O , соли, мочеви́на, мочева́я кислота, аммиак, молочная кислота), *пищеварительная система* (непереваренные остатки, соли тяжёлых металлов, холестерин, жёлчные пигменты), *мочевыделительная система* (мочеви́на, избыток солей, мочева́я кислота, H_2O и др.).

Выделение происходит вследствие различных физических и химических процессов. Так, ядовитый аммиак (конечный продукт обмена белков) в клетках печени превращается в мочеви́ну, которая растворяется в плазме крови, транспортируется с кровью к почкам, фильтруется с образованием мочи и удаляется из организма. Пектиновые вещества, входящие в состав фруктов и

Основные процессы выделения

1. Растворение продуктов обмена и удаление с мочой, слюной, потом
2. Преобразование продуктов обмена в нерастворимые и удаление через пищеварительную систему
3. Удаление продуктов обмена в газообразном состоянии через лёгкие

овощей, способны связывать тяжёлые металлы и радионуклиды с образованием нерастворимых комплексов, которые удаляются из организма через пищеварительную систему.

Результатом процессов выделения является ряд важных для организма функций:

- *выделение конечных продуктов обмена веществ* для сохранения равновесия обратимых химических реакций;
- *обезвреживание ядовитых продуктов обмена веществ* для предотвращения гибели клеток;
- *регуляция состава веществ для поддержания гомеостаза.*

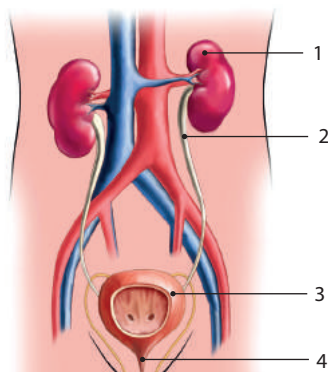
Итак, биологическая необходимость выделения заключается в осуществлении выделительной, защитной и регуляторной функций, благодаря чему сохраняется постоянство внутренней среды организма в изменяющихся условиях окружающей среды.

Каковы строение и функции мочевыделительной системы?

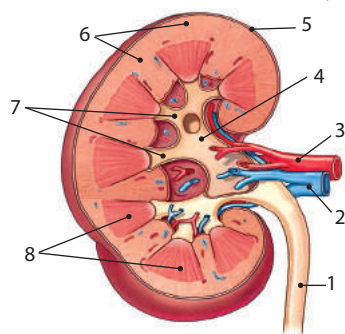
МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА – совокупность органов, обеспечивающих создание и удаление из организма мочи. Большая часть конечных продуктов обмена (около 75 %) выделяется именно через *мочевыделительную систему*, в состав которой входят почки (1), мочеточники (2), мочевой пузырь (3) и мочеиспускательный канал (4) (ил. 55).

Почки – парные органы брюшной полости. У взрослого человека масса одной почки составляет около 120 г (0,43 % от общей массы тела). Основные функции почек человека: 1) *выделительная* (удаление мочевины, избытка воды, солей, токсичных и чужеродных соединений); 2) *гомеостатическая* (поддержание оптимального для клеток содержания солей, ионов, воды во внутренней среде); 3) *регуляторная*

(образование веществ, регулирующих артериальное давление, кроветворение, обмен солей). Внешне эти органы покрыты соединительнотканной капсулой с прослойкой жировой ткани, защищающей их от механических влияний и температурных перепадов, удерживающей в определённом положении. На вогнутом краю почки расположены почечные ворота, через которые проходят мочеточник, кровеносные и лимфатические сосуды, нервы. Благодаря *почечным артериям* и *почечным венам* почки человека снабжаются кровью (около 1,5 л/мин). Учитывая относительно небольшую массу почки, можно утверждать, что почки получают крови в 4–5 раз больше, чем сердце и мозг. Однако большая часть этой крови используется для



Ил. 55. Строение мочевыделительной системы



Ил. 56. Строение почки:
1 – мочеточник; 2 – почечная вена; 3 – почечная артерия; 4 – почечная лоханка; 5 – капсула почки 6 – корковое вещество; 7 – почечные чашки; 8 – почечные пирамиды, образующие мозговое вещество

выполнения их основной функции – удаления из крови жидких продуктов обмена.

Основной структурной и функциональной единицей почек человека является **нефрон**. Их в каждой почке почти по миллиону, и все они вместе образуют мощный аппарат мочеобразования. Капсулы нефронов формируют в почках внешнее *корковое вещество*, а их почечные канальцы и мочесобираательные трубки образуют почечные пирамиды в составе внутреннего *мозгового вещества*. Вершины почечных пирамид открываются в *почечные чашки*, переходящие в *почечную лоханку*. Все эти образования почек обеспечивают быстрый сбор мочи и её попадание в мочеточник.

Мочеточник – парный орган в виде трубки, обеспечивает отведение мочи из почек в **мочевой пузырь**. Этот непарный орган является резервуаром для накопления мочи. Вместимость его составляет 0,5–1,0 л. На границе с мочеиспускательным каналом имеется круговая мышца-сжиматель (сфинктер), которая предотвращает самопроизвольное мочеиспускание. **Мочеиспускательный канал** – непарный трубчатый орган, по которому моча от мочевого пузыря выделяется наружу. Открывается небольшим отверстием в области половых органов.

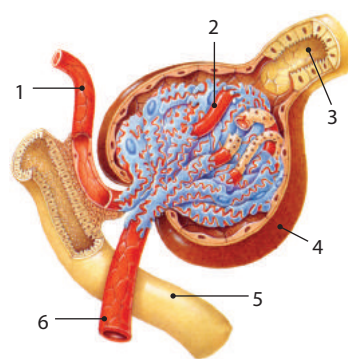
Следовательно, органы мочевыделительной системы обеспечивают быстрое образование и удаление из организма жидких продуктов обмена веществ.

Как строение нефронов взаимосвязано с их функциями?

Основная функция нефронов – мочеобразование – осуществляется с помощью процессов фильтрации и реабсорбции.

К каждому нефрону от почечной артерии ответвляются мелкие сосуды, приносящие кровь. Их называют *приносящими артериолами*. В капсуле нефрона они разветвляются на сетку мелких капилляров (**капиллярный клубочек**), в которых кровь фильтруется. **Фильтрация** – это перенос раствора веществ через стенку за счёт разности давлений. Эта движущая сила возникает вследствие того, что *выносящая артериола*, что выносит кровь от капиллярного клубочка, имеет меньший диаметр, чем приносящая. Благодаря этому возникает давление в 70–80 мм рт. ст.

Отфильтрованная плазма поступает в полость капсулы и движется дальше *извилистым канальцем первого порядка*, стенки которого образованы эпителиальными клетками с большим количеством микроворсинок. Это приспособление для активного всасывания из отфильтрованной плазмы полезных веществ и их возвращение в кровь. Такой процесс называют **реабсорбцией**. **Реабсорция** – это процесс обратного поглощения жидкости сквозь стенки, происходит обычно со значительными затра-



Ил. 57. Образование первичной мочи: 1 – приносящая артериола; 2 – клубочковые капилляры; 3 – извилистый каналец первого порядка; 4 – капсула нефрона; 5 – извилистый каналец второго порядка; 6 – выносящая артериола

тами энергии. На реабсорбацию затрачивается около 80 % кислорода, попадающего к почкам. Далее извилистый каналец направляет жидкость к *петле нефрона*, переходящей в *извилистый каналец второго порядка*. В этих отделах нефрона моча концентрируется и поступает в мочесобирающую трубку.

Итак, основными процессами, происходящими в нефронах, являются фильтрация и реабсорбция.

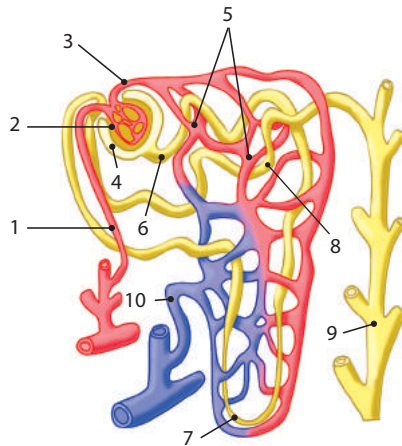


ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с иллюстрацией

Сопоставьте названия элементов строения нефрона с их обозначениями на иллюстрации: а – капиллярный клубочек; в – приносящая артериола; е – петля нефрона (петля Генле); з – выносящая артериола; и – мочесобирающая трубка; н – венула; о – капсула нефрона (капсула Шумлянского–Боумана); п – вторичная капиллярная сеть; р – первичный извилистый каналец; с – вторичный извилистый каналец.

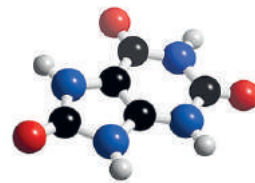


Если правильно сопоставите и заполните таблицу ответов, то вы получите название гормона, регулирующего обратное всасывание воды в организме человека.

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
								с		

Биология + Химия

Мочевина, для организма человека имеет и полезное значение. Когда человек потеет, часть пота испаряется, а мочевина остается на поверхности кожи, абсорбируя влагу из воздуха и сохраняя её в роговом слое. Мочевина в составе пота способствует улучшению и нормализации состояния кожи, которая лучше выполняет свои защитные функции, становится более упругой и гладкой. Какие же свойства мочевины как химического соединения определяют её биологическое значение для организма человека?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое выделение? 2. Назовите основные пути выделения. 3. Что такое мочевыделительная система? 4. Назовите органы мочевыделительной системы. 5. Что такое нефроны? 6. Назовите основные механизмы мочеобразования.
7 – 9	7. Какое биологическое значение имеют процессы выделения? 8. Опишите строение и функции мочевыделительной системы. 9. Как строение нефронов взаимосвязано с их функциями?
10 – 12	10. Какую роль выполняют почки в осуществлении водно-солевого обмена?

«Вот чудо: я пью кофе и воду, и чай, и какао,
а из меня выходит один только чай!».
К. И. Чуковский. От двух до пяти

§ 25. РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

Основные понятия и ключевые термины: **МОЧЕОБРАЗОВАНИЕ. МОЧЕВЫДЕЛЕНИЕ. Болезни органов мочевого выделения.**

Вспомните! Что такое мочевыделительная система? Что такое болезнь?



Интересно знать

Всемирный день почки отмечают с 2006 года каждый второй четверг марта в более чем 120 странах мира. В 2009 году День почки проводился под девизом: «Сохраняй низкое давление», девиз 2011 года – «Защищая почки, ты защищаешь сердце», в 2015 году – «Здоровье почек для всех». Цель проведения Дня почки – повышение осведомлённости населения о важности почек, а также распространение информации о том, что болезни почек встречаются часто, но они излечимы при ранней диагностики.



СОДЕРЖАНИЕ

Как происходит мочеобразование в почках?

МОЧЕОБРАЗОВАНИЕ (ДИУРЕЗ) – это процесс образования мочи, который происходит в нефронах почек с помощью процессов фильтрации и реабсорбции. Выделяют два этапа мочеобразования: образование первичной мочи и образования вторичной мочи.

Таблица 18. ЭТАПЫ ОБРАЗОВАНИЯ МОЧИ

Этап	Суть
I – образование первичной мочи (150–180 л /сутки)	Происходит в капсулах нефронов путем фильтрации за счёт разности давлений (70–80 мм рт. ст). По составу первичная моча отличается от плазмы крови отсутствием высокомолекулярных белков и липидов
II – образование вторичной мочи (1,5–1,8 л /сутки)	Происходит в извилистых канальцах и петлях нефронов путем реабсорбции (обратное всасывание в кровь глюкозы, аминокислот, воды, ионов солей). Кроме того, происходит ещё и канальцевая секреция (дополнительное удаление из крови в мочу вредных веществ, что не отфильтровались в капсулах нефронов). Образуется вторичная моча, в составе которой мочевины, мочевая кислота, избыточные соли и т. д.

Регуляция мочеобразования осуществляется по нервно-гуморальным механизмам.

Нервная регуляция происходит за счёт вегетативной нервной системы: симпатические нервы подают сигналы для сужения приносящих артериол, вследствие чего уменьшается приток крови к почкам и, соответственно, образование мочи. *Центр мочеобразования* расположен в промежуточном отделе головного мозга. *Гуморальная регуляция* осуществляется гормонами: **вазопрессином** (или **антидиуретическим гормоном**) – при усиленной секреции гормона мочеобразование умень-

шается, а при пониженной – увеличивается; *альдостерона* – усиливает всасывание ионов натрия, калия.

Итак, мочеобразование – сложный процесс, основой которого являются фильтрация, реабсорбция и секреция, происходящие в нефронах.

Как происходит удаление мочи из организма?

Вторичная моча за счёт сокращений гладких мышц стенок мочеточников поступает в мочевой пузырь непрерывно со скоростью 50 мл/ч. Наполнение пузыря приводит к повышению давления и растяжению его стенки, что вызывает раздражение механорецепторов пузыря. Импульсы, возникающие в этих клетках, по нервам поступают в *центр мочеиспускания* в крестцовом отделе спинного мозга. В этом центре информация анализируется и формируется ответ, который в виде нервных импульсов поступает в рабочие органы. Происходит сокращение стенок мочевого пузыря и расслабление круговых мышц мочевого пузыря и мочеиспускательного канала. Человек может легко тормозить позывы к мочеиспусканию, так как на расслабление мышцы-сфинктера мочеиспускательного канала влияет кора больших полушарий.

Итак, **МОЧЕВЫДЕЛЕНИЕ** – сложный рефлекторный акт удаления мочи из мочевого пузыря.

Какие факторы вызывают заболевания органов мочеиспускания?

Среди заболеваний мочевыделительной системы чаще всего встречаются *приобретённые болезни*, в частности воспаление почки (*нефрит*), мочевого пузыря (*цистит*) и мочеиспускательного канала (*уретрит*). Очень распространённой в Украине в последнее время стала *мочекаменная болезнь* – заболевание, характеризующееся образованием камней в органах мочевыделительной системы: почках, мочеточниках, мочевом пузыре. По статистике, от неё в равной степени страдают представители разных полов и возрастов. Существуют и *врождённые заболевания*, которые могут сопровождаться утратой функции почек и развитием почечной недостаточности (одна почка, двояная почка, сросшаяся почка и др.).

Причинами заболевания органов мочевыделительной системы часто являются инфекции: *нисходящая* (через кровь во время ангины, заболеваний зубов, ротовой полости) и *восходящая* (при заболеваниях почек и половых органов). Почки, особенно у детей и подростков, очень чувствительны к различным ядовитым веществам. Алкоголь, никотин, бензен, яды насекомых и т. п., попав в кровь, нарушают работу почек.

Факторами риска для заболеваний органов мочеиспускания являются сахарный диабет, ослабленная иммунная система, сидячий образ деятельности и др. Особенно опасным фактором для организма подростков является употребление пива. В чём же заключается опасность этого напитка для органов мочеиспускания? Разрушительно действует спирт, содержащийся в пиве, а также соединения тяжёлых металлов (например, кобальта, кадмия, меди и др.). Кроме того, пиво содержит особые вещества (фитоэстрогены), концентрация которых в 1 л пива может достигать 0,15 мг. Этого количества достаточно для заметного

нарушения гормонального баланса человека. Именно поэтому мужчины, злоупотребляющие пенным напитком, постепенно становятся похожими на женщин: на бёдрах откладывается жир, появляется «пивной» живот, расширяется таз, увеличивается грудь и т. п. Фактором риска являются и некоторые лекарственные средства (например, антибиотики), которые при длительном и чрезмерном употреблении накапливаются в почках и могут вызвать почечные болезни.

Вредными факторами, способствующими развитию заболеваний органов мочеиспускания, являются *переутомление, переохлаждение, истощение, гиповитаминозы, заболевания органов половой системы, злоупотребление алкоголем, острыми блюдами* и др.

Чтобы предотвратить заболевания мочевыделительной системы, следует соблюдать такие меры профилактики, как *рациональное питание, своевременное лечение заболеваний зубов и органов пищеварения и дыхания, закаливание организма, соблюдение правил личной гигиены*. Для профилактики и лечения заболеваний органов мочеиспускания рекомендуется использовать почки берёзы, семена льна, плоды шиповника, цветки кукурузы и др. Чай с лимоном, из хвоща полевого или липового цвета улучшает деятельность почек и мочеточников. Отвар укропа успокаивает почечные спазмы. Употребление ягод клюквы избавляет от воспаления, убивает микробы и вымывает все вредные вещества из почек. Но самым известным в этой группе растений является **арбуз**. Арбузные разгрузочные дни назначают при нефритах, циститах, подагре. Известный американский диетолог Поль Брэгг писал: *«Среди овощей и фруктов нет более эффективного средства для растворения и выведения из организма человека неорганических минералов, чем сочная мякоть арбузов ...»*.



Итак, **заболевания органов мочеиспускания** – это нарушение деятельности органов мочевыделительной системы, которые могут быть вызваны как внешними, так и внутренними факторами.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Задача на обоснование

Здоровый образ жизни – образ жизни человека с целью профилактики заболеваний и укрепления здоровья (на английском языке – *healthy lifestyle*). Международная группа врачей, диетологов и психологов разработала рекомендации по здоровому образу жизни. Следуя этим советам, можно продлить нашу жизнь, сделать её более приятной. Обоснуйте значение здорового образа жизни для профилактики заболеваний мочевыделительной системы.

Рекомендация	Обоснование
Постоянно тренируйте головной мозг	
Занимайтесь работой, которая приносит вам удовольствие и радость	
Не употребляйте много пищи	
Чаще двигайтесь	
Имейте всегда собственное мнение, тогда ваши поступки будут осознанными, а жизнь – целенаправленной	
Продлить молодость помогут любовь и нежность	
Спать лучше в прохладной комнате (температура воздуха – 17–18 °С)	
Формируйте доброжелательное отношение к окружающим и к жизни вообще	
Постоянно выделяйте время для ухода за собственным организмом	
Не всегда укрощайте в себе гнев, лучше сделайте эмоциональную разрядку	

Биология + Фитотерапия

Клюква (рус. *клюква*, англ. *cranberry*) – уникальная ягода, которую в народе называют «северным виноградом», «ягодой здоровья». Родиной клюквы является Северная Америка. Под массой цветка растение наклоняется, напоминая склоненную шею журавля. Отсюда происходит и украинское название этой ягоды – «журавлина».



Клюквенный сок – прекрасное средство для лечения многих болезней. Он снижает высокую температуру, выводит шлаки и, что самое главное, усиливает действие лекарств (например, антибиотиков) в несколько раз, вот почему полезно запивать их клюквенным соком. Вещества в составе этих ягод предупреждают образование *камней в почках*, эффективны в борьбе с *мочеполовой инфекцией*. Какие вещества в составе ягод клюквы обуславливают их эффективность в борьбе с инфекциями мочеполовой системы?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое мочеобразование? 2. Назовите этапы мочеобразования. 3. Что такое мочеиспускание? 4. Назовите органы мочеиспускания в организме человека. 5. Что такое болезни органов мочеиспускания? 6. Приведите примеры болезней органов мочеиспускания.
7 – 9	7. Как происходит мочеобразование в почках? 8. Как происходит удаление мочи из организма? 9. Какие факторы вызывают заболевания органов мочеиспускания?
10 – 12	10. Обоснуйте значение здорового образа жизни для профилактики заболеваний мочевыделительной системы.

Кожа – это орган, по состоянию которого можно определить здоровье и даже жизненную историю человека.

Вильгельм Винтерниц

§ 26. КОЖА, ФУНКЦИИ И СТРОЕНИЕ

Основные понятия и ключевые термины: КОЖА. Ногти. Волосы. Кожные железы.

Вспомните! Что такое эпителиальные и соединительные ткани?



Подумайте!

С 1 января 2015 года в Украине гражданам официально начали выдавать биометрические паспорта. Этот документ отличается от обычного паспорта тем, что в нём встроен специальный микрочип, который кроме основных данных может содержать двухмерное фотографическое изображение владельца паспорта, изображения радужной оболочки глаза и отпечатков пальцев. Благодаря чему кожа является своеобразным биометрическим документом человека?



СОДЕРЖАНИЕ

Каковы функции кожи человека?

Кожа человека – это покровная система органов, образованных эпителиальной и соединительной тканями. Она является крупнейшей по размерам системой организма, участвующий в осуществлении важных процессов жизнедеятельности: обмене веществ, терморегуляции, дыхании, выделении, раздражительности, кровообращении, иммунной регуляции и др.

Таблица 19. ФУНКЦИИ КОЖИ

Название	Характеристика
Барьерная, или защитная	Защищает от неблагоприятных внешних влияний благодаря плотным рядам роговых чешуек и кислой реакции пота (pH = 5–6,5), кожного сала; роговой слой пропитан жирами, поэтому не пропускает воду и растворы солей
Выделительная	С потом, кожным салом, роговыми чешуйками из организма выделяются мочевины, мочевая кислота, соли и др.
Секреторная	Железы кожи (потовые, сальные, молочные) продуцируют секреты, участвующие в водно-солевом обмене, терморегуляции, вскармливании малышей
Терморегуляторная	В коже есть артериолы и потовые железы, осуществляющие эффективную теплоотдачу (около 80 % теплоты переходит во внешнюю среду через кожу)
Депо крови	В сосудах кожи может содержаться до 20 % общего количества крови
Дыхательная	1 % газообмена осуществляется через капилляры кожи
Синтезирующая	В клетках росткового слоя синтезируются меланин, гликоген, витамин D ₃
Рецепторная	Рецепторы кожи обеспечивают прикосновение, ощущение холода и тепла, боли
Запасующая	Подкожная жировая клетчатка это депо белого и бурого жира человека
Амортизирующая	Жировая прослойка вокруг внутренних органов защищает их от механических воздействий

Кожа имеет особенности, которые формируются ещё в зачаточном периоде развития и не изменяются в течение жизни. Так, узоры паль-

цев, ладоней и подошв являются индивидуальными, легко классифицируются и играют роль надёжного и достоверного показателя свойств и состояния организма человека.

Раздел медицины, изучающий кожу, называется *дерматологией*.

Итак, **КОЖА** – наружный покров тела человека, который является барьером между внешней и внутренней средами.

Каково строение кожи человека?

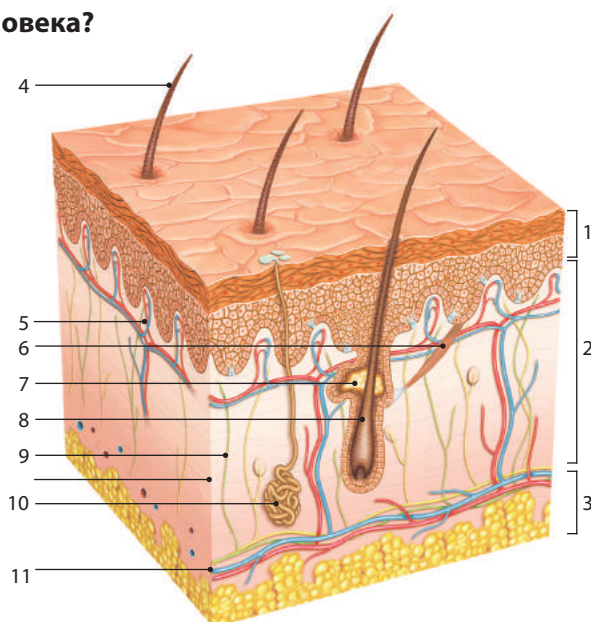
Кожа человека имеет площадь 1,5–2,5 м², массу – 2–3 кг (5 % от массы тела), толщину – 2–5 мм. На каждом 1 см² размещено около 6 млн клеток.

Кожа состоит из трёх слоев. Внешний слой кожи, *эпидермис (надкожица)*, образован многослойным плоским эпителием. Верхние пласты этого слоя образованы мёртвыми ороговевшими клетками. Они защищают кожу от повреждений и проникновения микроорганизмов внутрь тела. Ороговевшие клетки постоянно отшелушиваются, однако эпидермис не становится тоньше. Глубже расположены живые клетки, они постоянно делятся

и обеспечивают восстановление всего слоя. В связи с этим в эпидермисе выделяют два слоя: *роговой* и *ростковый*. Среди клеток росткового слоя есть пигментные клетки – меланоциты, которые образуют *меланин*. Эти тёмно-коричневые пигменты обуславливают окраску волос, кожи, радужной оболочки глаза. Известно также, что меланины кроме пигментной функции выполняют функцию защиты от УФ-излучения. Они поглощают энергию этих лучей и направляют её на синтез веществ и теплообразование.

Под эпидермисом расположен второй слой – *дерма (собственно кожа)*. В дерме выделяют два слоя: *сосочковый* (образует выступы) и *сетчатый* (содержит эластичные и коллагеновые волокна). В дерме расположено большинство структур кожи: *нервные окончания* и *рецепторы*, *кровеносные* и *лимфатические сосуды*, *сальные* и *потовые железы*, *волосные сумки* и *мышцы волос*.

Глубокий слой кожи – *гиподерма (подкожная жировая клетчатка)* – состоит из соединительной ткани и большого количества жировых клеток. При ожирении и целлюлите именно в этом слое происходят изменения.



Ил. 58. Строение кожи: 1 – эпидермис; 2 – дерма; 3 – гиподерма; 4 – стержень волоса; 5 – капилляры; 6 – мышца-подъемник волоса; 7 – сальная железа; 8 – корень волоса; 9 – нервные окончания; 10 – потовые железы; 11 – артериолы и вены

Итак, кожа человека состоит из эпидермиса, дермы и гиподермы.

Какое значение имеют производные кожи?

Кроме самой кожи в организме имеются её производные: ногти, волосы и кожные железы.

Ногти – роговые образования в виде пластинок, размещаются на пальцах. Кончики пальцев имеют множество чувствительных нервных окончаний, что делает их одной из важнейших систем восприятия информации. И именно ногти защищают их от внешних влияний. Местом роста ногтя является его корень, а скорость роста – около 0,2 мм в сутки.

Волосы – удлинённые образования, выполняющие терморегуляторную, защитную и чувствительную функции. В волоске различают корень (в коже) и стержень (над поверхностью кожи). Волосы сохраняют тепло и защищает кожу головы от жары и холода, а глаза, нос, уши – от пыли, осадков. В основе каждого волоса кожи имеется крошечная мышца-подъёмник. Когда человеку холодно, мышца получает нервный импульс и сокращается. Сокращаясь, эта мышца выпрямляет волосы, а также сжимает сальную железу, благодаря чему выделяется её секрет. Такая кожа называется «гусиной». Волосы человека в среднем растут со скоростью от 7 до 12 мм в месяц (за счёт волосяной луковицы).

Кожные железы – образования кожи, которые способны создавать и выделять определённые секреты. К этой группе желёз относятся потовые, сальные и молочные. *Потовые железы* состоят из тела и потового протока, который открывается на поверхности эпидермиса потовой порой. Их у человека около 25 000 000, наибольшее количество на ладонях – до 500 на 1 см². Потовые железы играют важную роль в водно-солевом обмене, выделении из организма продуктов обмена, терморегуляции. Сальные железы расположены почти по всей коже, за исключением ладоней и подошв. Больше всего их в коже лица и головы. Сальные железы выделяют кожное сало (около 20 г в сутки), что смазывает кожу и волосы и придаёт им эластичности, предохраняет от влаги, высушивания. Этот секрет имеет кислую реакцию (рН 5,5) и бактерицидные свойства. Молочные железы являются видоизменёнными потовыми железами, развиты только у женщин. Молочная железа состоит из долек жировой ткани, в которой расположена железистая ткань с молочными каналами, переходящими в выводные протоки, которые открыты наружу через сосок. Основная функция этих желёз – выработка молока для вскармливания новорождённого.

Итак, производные кожи – ногти, волосы и кожные железы – участвуют в терморегуляции, выделении, защите, иммунной регуляции, раздражительности организма.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ КОЖИ В СВЯЗИ С ЕЁ ФУНКЦИЯМИ

Цель: закрепить знания о строении кожи, уметь распознавать составляющие кожи, объяснять взаимосвязь между строением и функциями кожи.

Оборудование: пипетка, вода, таблица «Строение кожи», иллюстрации учебника.

Ход работы

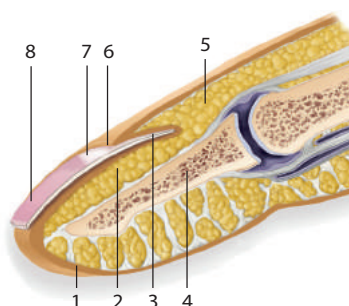
1. Возьмите пипетку и капните на кожу каплю воды. Что чувствуете и наблюдаете? Почему?
2. Оттяните кожу на тыльной стороне кисти руки и отпустите. Что наблюдаете? Рассмотрите открытый участок кисти руки и обратите внимание на характер поверхности. Почему форма и расположение линий являются индивидуальными?
3. Рассмотрите окраску кожи на внутренней и внешней частях кисти. Объясните, от чего она зависит и почему разная.
4. Возьмите пальцами складку кожи на запястье и через одежду на животе. Почему толщина кожи на этих участках тела разная?
5. Заполните таблицу «Строение кожи в связи с её функциями».

Слой кожи	Особенности строения	Функции
Эпидермис		
Дерма		
Подкожная клетчатка		

Самостоятельная работа с иллюстрациями

Задание 1. Сопоставьте названные элементы строения ногтя и пальца с обозначениями на иллюстрации: А – ногтевая пластинка; Б – полумесяц; В – ногтевой валик; Г – эпидермис; Д – дерма; Е – корень ногтя; Ё – кость пальца; Ж – ногтевое ложе.

Задание 2. Сравните ногти большого пальца и мизинца. Укажите особенности, которыми они отличаются между собой.



Биология + История

Лодовико Сфорца (1452–1508), по прозвищу Моро (Мавр, Тёмный) – герцог Милана из династии Сфорца. В 1646 году в Италии в замке этого герцога состоялась торжественная процессия, которую возглавлял «золотой» мальчик, олицетворявший «золотой век». Тело мальчика было полностью покрыто золотой краской. После процессии о нём забыли, и всю ночь он провёл на каменном полу зала, а утром оказалось, что «золотой» мальчик умер. Применив знания о функциях кожи, объясните возможную причину смерти «золотого» мальчика.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое кожа? 2. Приведите примеры жизненных процессов в организме человека, в осуществлении которых участвует кожа. 3. Назовите три основных слоя кожи. 4. Каково основное значение кожи? 5. Какие кожные железы имеются в покровах человека? 6. Назовите производные кожи.
7 – 9	7. Какие функции выполняет кожа человека? 8. Каково строение кожи человека? Какое значение имеют производные кожи?
10 – 12	10. Докажите значение кожи в приспособлении организма к условиям среды.

§ 27. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Основные понятия и ключевые термины: ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ. Тепловой и солнечный удар. ЗАБОЛЕВАНИЯ КОЖИ.

Вспомните! Что такое теплокровность?



Подумайте!

У известного русского поэта, прозаика и драматурга, представителя литературного течения конструктивизма, И. Л. Сельвинского (1899–1968) есть такие строки:

*Если взять на ладонь рыбёшку,
Обжигает её ладонь:
Рыбке надо тепла немножко,
А у нас по жилам – ОГОНЬ.*



Благодаря чему человек является теплокровным существом и почему «... у нас по жилам – огонь»?



СОДЕРЖАНИЕ

Какова роль кожи в регуляции температуры тела человека?

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ – способность теплокровных организмов поддерживать на постоянном уровне температуру тела независимо от изменений температуры окружающей среды. Какова же нормальная температура тела человека? Как правило, это температура от 36,5 °С до 37,0 °С. Постоянство температуры тела человека обусловлено взаимодействием процессов теплообразования и теплоотдачи.

Таблица 20. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Теплообразование	Теплоотдача
Химическая терморегуляция	Физическая терморегуляция
Это реакции окисления с выделением энергии, около 50 % которой идёт на тепло. Происходят в клетках скелетных мышц (70 %), печени (20 %), мозга (≈ 16 %), сердца (≈ 11 %). На долю кожи от общей теплопродукции приходится лишь 2 %. Быструю доставку кислорода для окисления углеводов и жиров обеспечивает артериальная кровь	Это четыре основных механизма, происходящих через кожу: <ul style="list-style-type: none"> – конвекция – отдача тепла через воздух; – излучение – в виде инфракрасных лучей; – теплопроводение – теплоотдача при физическом контакте между телами; – испарение – теплопотери с поверхности тела в процессе преобразования воды в пар

В процессе теплообразования выделяют два основных механизма: *сократительное теплообразование* (непроизвольное сокращение скелетных мышц) и *несократительное теплообразование* (увеличение интенсивности реакций окисления). Особое значение в теплообразовании имеет *бурый жир*, содержащийся у человека между лопатками, на шее. Эта особая ткань имеет большое количество митохондрий в клетках и служит только для выработки тепла.

Основную роль в физической терморегуляции организма человека играет кожа. Посредством конвекции и излучения кожа удаляет тепло при нормальной комнатной температуре. А с повышением температуры среды свыше 30 °С теплоотдача через кожу происходит преимущественно путём испарения и потоотделения.

Терморегуляция осуществляется рефлекторно, под действием раздражений, поступающих от терморецепторов кожи и внутренних органов. *Центр терморегуляции* находится в гипоталамусе и подчинён коре больших полушарий головного мозга. В нём выделяют два участка: центр теплообразования и центр теплоотдачи. При снижении температуры тела активируется центр теплообразования, от которого поступают импульсы на сужение сосудов кожи, повышение обмена веществ, торможение потоотделения. Повышение температуры среды влияет на центр теплоотдачи, что усиливает кровообращение в коже, снижает обмен веществ, активизирует потоотделение.

Итак, в обычных условиях у здорового человека температура тела составляет 36–37 °С, а роль кожи в терморегуляции связана с её большой площадью, через которую происходит теплоотдача.

Что вызывает тепловой и солнечный удары?

Под действием высокой температуры среды и прямых солнечных лучей могут возникать **тепловой** и **солнечный удары**. Эти болезненные состояния обусловлены тем, что организм теряет большое количество жидкости, кровь становится вязкой, нарушается равновесие солей в организме. Это приводит к кислородному голоданию тканей, особенно головного мозга. Солнечный удар – проблема, с которой мы можем столкнуться исключительно летом, а тепловой удар можно получить и в закрытом помещении с повышенной влажностью и высокой температурой воздуха. Способствуют тепловому и солнечному ударам следующие факторы: слишком большая масса тела, стрессы, одежда из искусственных тканей, плохая вентиляция в помещении, сердечно-сосудистые и эндокринные заболевания и др.

Первые признаки теплового и солнечного ударов: *общая слабость, головная боль, тошнота, рвота, обморок, учащение дыхания и сердечного ритма, повышение температуры тела до 38–40 °С.*

Первая помощь предусматривает перенос пострадавшего в прохладное место, освобождение его от верхней одежды и смачивание кожи прохладной водой, прикладывание к телу мокрого полотенца или простыни. Одним из важнейших моментов профилактики теплового удара является предотвращение обезвоживания организма и употребление как можно большего количества воды. Для прогулок в жаркий день следует выбирать одежду из лёгких натуральных светлых тканей, не забывать о головном уборе. Пожилым людям и детям при повышенной солнечной активности лучше воздержаться от прогулок.

Итак, тепловой удар – это нарушение жизнедеятельности организма, связанное с его перегревом, а солнечный удар является болезненным состоянием, связанным с непосредственным действием солнечного излучения на организм.

Каковы причины заболеваний кожи, их профилактика?

ЗАБОЛЕВАНИЯ КОЖИ – болезненные изменения кожи и её производных, которые, в отличие от других заболеваний имеют внешние проявления. Кожными заболеваниями страдает около 22 % населения.

Что вызывает кожные болезни? Многие заболевания кожи – дерматозы – являются результатом действия таких внешних факторов, как микроскопические грибки, вызывающие *стригущий лишай, кандидоз, парша головы*, стафилококковые и стрептококковые бактерии – *гнойничковые заболевания*, животные-паразиты (чесоточный клещ, вошь человеческая) – *чесотку, педикулез*, вирусы – *бородавки, герпес*. Вредное излучение может спровоцировать опухолевые болезни кожи (*меланому*), повышенная или низкая температура – *ожоги или обморожения*, кислоты или щелочи – *химические ожоги*.

Внутренние факторы (например, заболевания внутренних органов) вызывают аллергические болезни кожи – крапивницу, экзему и др. Некоторые заболевания обусловлены нарушением функций нервной системы (*нейродермит, псориаз*), эндокринной системы (*себорея*). Дисбактериоз кишечника – ещё один из факторов возникновения кожных заболеваний. Изменение состава кишечной микрофлоры нарушает процессы пищеварения и усвоения питательных веществ. Если организм начинает испытывать дефицит витаминов, то это сказывается на волосах, ногтях, коже.

Основными внешними проявлениями кожных заболеваний являются зуд, отеки, покраснение, узелки, шелушение, сыпь, пятна и т. д.

Важное значение в профилактике заболеваний кожи имеет соблюдение правил личной гигиены. Гигиена кожи предусматривает мытьё рук перед едой, после прогулок, во время вечернего и утреннего туалета, ежедневный тёплый душ или ванна перед сном. Одним из эффективных мер улучшения состояния кожи является массаж. Эта процедура способствует расширению сосудов, ускоряет движение крови и улучшает питание тканей. Во время массажа усиливается отток крови, кожа очищается, становится мягкой и эластичной. Значительно повышает устойчивость кожи закаливание с помощью солнца, воздуха и воды. Важным в предотвращении болезней кожи являются систематические занятия физкультурой, способствующие деятельности внутренних органов, улучшая тем самым состояние кожи. Большое значение для профилактики заболеваний кожи имеет и правильный режим питания.

Итак, кожа – это покровная система, на которую постоянно влияют факторы среды, следствием чего могут быть болезни кожи.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Проектирование. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА КОЖИ НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ ЛИЦА И СОСТАВЛЕНИЕ ПРАВИЛ УХОДА ЗА СВОЕЙ КОЖЕЙ

Строение кожи обычно одинаково у всех людей. Отличие заключается в том, насколько интенсивно сальные железы выделяют кожное сало и какова способность кожи к сохранению



влаги. Современная косметология насчитывает четыре типа кожи лица: нормальная кожа, сухая кожа, жирная кожа и смешанная кожа. Как определить в домашних условиях тип кожи на разных участках лица? Каковы признаки различных типов кожи?

Подготовьте проект и отыщите ответы на эти вопросы.

Биология + Зарубежная литература

В 1831 году вышел в свет роман «Шагреновая кожа», который принёс *Оноре де Бальзаку* (1799–1850) настоящую славу. Шагренёв – фантастическая кожа осла онагра – стала таким же символом в воображении читателей, как сказочные образы живой и мёртвой воды. Загадочный антиквар дарит юноше Рафаэлю шагреневую кожу. Надпись на волшебной коже объясняла, что все желания её владельца исполнятся, но каждый раз кожа будет уменьшаться, как и жизнь этого человека. Рафаэль удивительным образом обогащается, но в то же время размеры кожи катастрофически уменьшаются. Вот таков сюжет романа. А существует ли реальная взаимосвязь между нашими желаниями и состоянием кожи?



Биология + Косметика

Косметика – совокупность средств и методов, способствующих улучшению внешности человека. Косметикой называют также средства ухода за кожей, волосами и ногтями, вещества для придания ощущения свежести и способы подчёркивания красоты тела и лица. Первое археологическое свидетельство использования косметики в Египте около 3500 до н. е. найдено на масках Нефертити, Нефертари и Тутанхамона. Древние греки и римляне также пользовались косметикой. На западе косметика появилась в эпоху Средневековья. Почему в подростковом и юношеском возрасте следует осторожно использовать косметику для ухода за кожей тела, волосами и ногтями?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое терморегуляция? 2. Назовите две основные группы процессов в системе терморегуляции. 3. Что такое тепловой удар? 4. Что такое солнечный удар? 5. Что такое заболевание кожи? 6. Приведите примеры кожных заболеваний.
7 – 9	7. Какую роль выполняет кожа в процессе регуляции температуры тела человека? 8. Назовите причины теплового и солнечного ударов. 9. Опишите причины заболеваний кожи, их профилактику.
10 – 12	10. Примените знания и объясните, почему в подростковом и юношеском возрасте следует осторожно относиться к косметике для ухода за кожей тела, волосами и ногтями.

Самым главным условием существования организма в изменяющейся внешней среде является сохранение стабильных условий внутренней среды.
Из учебника

Обобщение темы 5. ВЫДЕЛЕНИЕ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

ВЫДЕЛЕНИЕ (ЭКСКРЕЦИЯ) – процесс удаления из организма ненужных продуктов обмена веществ и избытка воды и солей.

ВЫДЕЛЕНИЕ			
Продукты выделения	Пути выделения	Процессы выделения	Значение выделения
1. Конечные продукты обмена 2. Избыточные соединения 3. Чужеродные соединения 4. Ядовитые соединения	1. Лёгкие 2. Кожа 3. Пищеварительная система 4. Мочевыделительная система	1. Преобразование в твёрдые и удаление через пищеварительную систему 2. Превращение в жидкие и удаление через кожу и мочевыделительную систему 3. Превращение в газообразные и удаление через лёгкие	1. Выделительная функция 2. Защитная функция 3. Регуляторная функция 4. Гомеостатическая функция
Регуляцию выделения обеспечивают кровеносная, лимфатическая, нервная, эндокринная, иммунная системы органов			

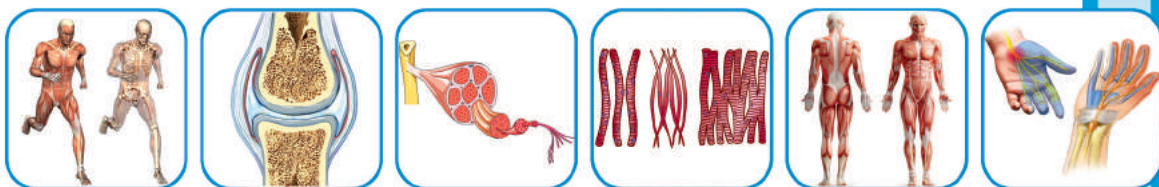
Итак, выделение как завершающая часть обмена веществ является важным условием сохранения гомеостаза. Для эффективного выделения в организме взаимодействуют почти все его физиологические системы.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ – способность теплокровных организмов поддерживать на постоянном уровне температуру тела независимо от изменений температуры окружающей среды.

Таблица 21. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

<i>Теплообразование – химическая регуляция теплопродукции внутри организма</i>	<i>Теплоотдача – физическая регуляция процессов отдачи тепла из организма в среду</i>
Это реакции окисления в клетках печени, мышц, мозга и сердца. На долю кожи приходится лишь 2 %. Субстратом окисления являются углеводы и жиры	Основную роль играет кожа с потовыми железами, на долю которой приходится до 85 % всего тепла, а через дыхательные пути и лёгкие выделяется около 15 % всей теплоты.
Механизмы теплообразования: – <i>сократительное теплообразование</i> (непроизвольная активность скелетных мышц); – <i>несократительное теплообразования</i> (ускорение процессов обмена веществ)	Механизмы теплоотдачи: – <i>конвекция</i> ; – <i>излучение</i> ; – <i>теплопроводение</i> ; – <i>испарение</i>

Итак, терморегуляция – совокупность физических и химических процессов, обеспечивающих постоянство температуры тела человека, что также является необходимым условием гомеостаза.



Тема 6. ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ

Наиболее перспективным в эволюции опоры оказался эндоскелет.

«Основы системной биологии»

§ 28. ОПОРА ЧЕЛОВЕКА

Основные понятия и ключевые термины: **ОПОРА ЧЕЛОВЕКА. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. Хрящевая ткань. Костная ткань.**

Вспомните! Что такое скелет позвоночных животных?



Подумайте!

Опора, движение и форма тела связаны с образом жизни организмов. Водные животные, ведущие прикреплённый или малоподвижный образ жизни, имеют твёрдый внешний скелет (экзоскелет). Малоподвижные животные, живущие в почве, воде или в живых организмах, имеют жидкий внутренний скелет (гидроскелет). А у животных и человека, способных к быстрому движению, – твёрдый внутренний эндоскелет с «набором рычагов». Каковы преимущества такого скелета?



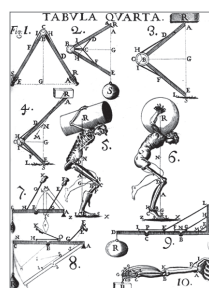
СОДЕРЖАНИЕ

Каковы особенности опоры у человека?

У животного и человека, имеющих эндоскелет, в процессе эволюции функция опоры очень тесно сочетается с функцией движения, поэтому разграничить их работу невозможно. Опора определяет форму тела, которая в условиях действия земного притяжения обуславливает перемещение его в пространстве. Твёрдость и прочность опорных элементов обеспечивают защиту головного мозга, лёгких, сердца и других органов.

Таблица 22. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОРЫ У ЧЕЛОВЕКА

Уровень организации	Суть процессов
Молекулярный	Опора определяется наличием неорганических (вода, кальций карбонат, кальций фосфат) и органических (коллаген, оссеин) веществ
Клеточный	В реализации опоры участвуют живые клетки хрящевой (<i>хондроциты</i>), костной (<i>остеоциты</i>) тканей
Тканевый	Функцию опоры осуществляют соединительные опорные ткани (<i>хрящевая и костная</i>). Эти ткани живые и могут нарастать в теле
Органный	Основными органами опоры являются <i>хрящи и кости</i>
Системный	Хрящи, кости, связки формируют <i>костный эндоскелет</i> в составе <i>опорно-двигательной системы</i>
Организменный	Особенности опоры как функции организма человека связаны с прямохождением, общественным образом жизни и трудом



Ил. 59. Рисунок из книги Дж. Борелли «Система рычагов»

Опора человека как жизненная функция, определяющая движения, форму и защиту, имеет свои особенности. Так, нижнечелюстную кость отличает наличие подбородочного выступа, что связано с её участием в процессе речи. Позвоночник имеет 4 изгиба, что является приспособлением к прямохождению. А верхние конечности стали органами труда, приспособленными к выполнению большого количества движений и силовых нагрузок.

Итак, **ОПОРА ЧЕЛОВЕКА** – жизненная функция, обеспечивающая сохранение формы тела, выполнение внешних и внутренних движений, защиту важных органов и отличается особенностями, обусловленными прямохождением, речью и трудом.

Каковы строение и функции опорно-двигательной системы человека?

Органами опорно-двигательной системы являются прочные кости, упругие хрящи и сократительные мышцы. Аппарат опоры и движения принято делить на пассивную (скелет) и активную (мышцы) части.

Опорно-двигательная система осуществляет в организме человека такие функции: *сопротивление* (помогает телу сохранять определённую форму и противодействует силе тяжести, для перемещения в пространстве), *защиту* (кости и мышцы защищают внутренние органы), *движение* (кости как «рычаги» для перемещения тела и его частей, мышцы внутренних органов осуществляют перемещение крови, пищи, мочи), *кровообразование* (красный костный мозг образует клетки крови), *депонирование веществ* (минеральные соли при необходимости поступают из костей, мышцы запасают гликоген). Следует помнить и о том, что хрящи гортани, голосовые связки и мышцы языка, подъязычная и нижнечелюстная кости определяют ещё одну очень важную человеческую функцию – *речевую*.



Ил. 60. Скелетная и мышечная системы человека

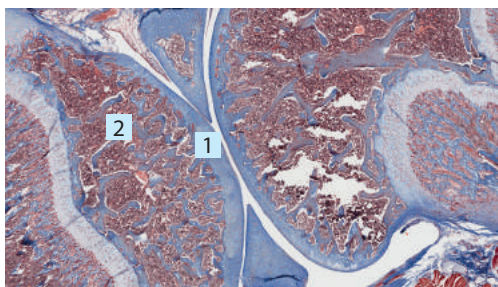
Опорно-двигательная система человека	
Скелетная система (пассивная часть, у взрослого – 206, у ребенка более 300 костей, около 10 % от массы тела)	Мышечная система (активная часть, более 600 мышц, около 40 % от массы тела)
1. Скелет головы: а) мозговой отдел; б) лицевой отдел	1. Мышцы головы: а) мимические мышцы; б) жевательные мышцы
2. Скелет туловища: а) позвоночник; б) грудная клетка	2. Мышцы туловища: а) мышцы груди; б) мышцы спины; в) мышцы живота
3. Скелет конечностей: а) плечевой пояс; б) скелет свободной верхней конечности; в) тазовый пояс; г) скелет свободной нижней конечности	3. Мышцы конечностей: а) мышцы пояса верхних конечностей; б) мышцы свободной верхней конечности; в) мышцы пояса нижних конечностей; г) мышцы свободной нижней конечности

Итак, **ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА** – совокупность органов, образованных соединительными и мышечными тканями для обеспечения опоры, движения, защиты, кроветворения, депонирования веществ и речи.

Каковы особенности костной и хрящевой тканей?

Скелет человека состоит из хрящевой и костной тканей.

Хрящевая ткань – соединительная опорная ткань, состоящая из клеток-хондроцитов и межклеточного вещества и образующая хрящи. Среди соединений межклеточного вещества этой ткани преобладают белки – коллаген и эластин, определяющих гибкость и эластичность многих хрящей.

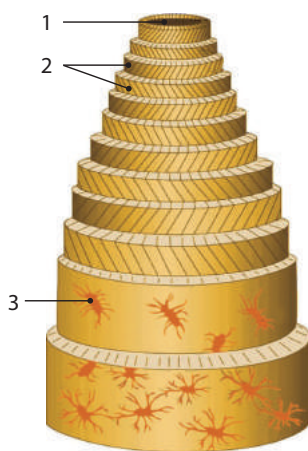


Ил. 61. Участок сустава с хрящевой (1) и костной (2) тканями

Главной особенностью хрящевой ткани является отсутствие кровеносных сосудов. Питание осуществляется путём *диффузии* из соединительнотканного слоя – *надхрящницы*, покрывающей хрящи. Различают *губчатый* (покрывает суставные поверхности костей, образует рёберные хрящи), *эластичный* (в составе ушных раковин, хрящей гортани) и *волокнистый* (в межпозвонковых дисках) хрящи.

Костная ткань – соединительная опорная ткань, состоящая из клеток-остеоцитов и межклеточного вещества и формирует кости скелета. В межклеточном веществе этой ткани преобладают неорганические соединения (примерно $\frac{2}{3}$ от общей массы). Это вода и соли, в основном фосфаты и карбонаты кальция, а также соединения фтора, магния, натрия, придающие ткани твёрдости и плотности. Органические вещества представлены в основном белком оссеином, который образует волокна и обеспечивает гибкость и упругость костей. В отличие от хрящевой в костной ткани имеются кровеносные сосуды для обеспечения питания клеток и роста костей. Остециты имеют отростки, с помощью которых соединяются между собой для большей прочности ткани.

В костях выделяют два вида костного вещества – компактное и губчатое. Структурной единицей компактного костного вещества является **остеон**, состоящий из 5–20 цилиндрических пластинок, вставленных друг в друга. В центре каждого остеона проходит центральный канал с кровеносными сосудами. *Губчатое вещество* состоит из тонких костных пластинок и перекладин (трабекул), которые перекрещиваются с образованием ячеек. Такое расположение пластинок обеспечивает равномерную передачу давления на кость и обуславливает наибольшую её прочность при небольшом расходе костной ткани.



Ил. 62. Строение остеона:
1 – центральный канал;
2 – пластинки;
3 – остециты

Итак, особенности хрящевой и костной тканей определяются их строением и химическим составом.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Лабораторное исследование

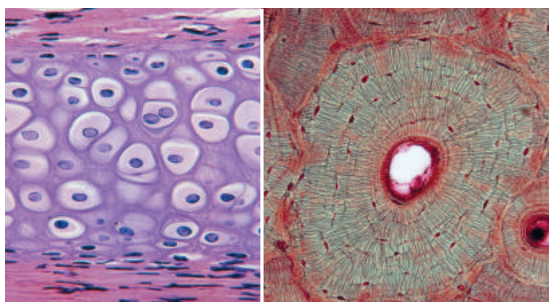
МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОСТНОЙ И ХРЯЩЕВОЙ ТКАНЕЙ

Цель работы: развивать умение наблюдать, выделять существенные признаки, описывать строение во взаимосвязи со свойствами, выполнять рисунки.

Оборудование и материалы: микропрепараты, микроскопы, иллюстрации.

Ход работы

1. Рассмотрите микропрепарат гиалинового хряща. Обратите внимание на особенности хондроцитов и межклеточного вещества.
2. Зарисуйте микростроение гиалинового хряща и подпишите структурные компоненты: *хондроциты, межклеточное вещество, надхрящница с кровеносными сосудами*.
3. Рассмотрите микропрепарат компактной костной ткани. Обратите внимание на особенности строения.
4. Зарисуйте микростроение костной ткани и подпишите структурные компоненты: *остеон, канал остеона, остеоциты, отростки остеоцитов, межклеточное вещество*.
5. Итог работы.



Биология +Искусство

Мауриц Корнелис Эшер (1898–1972) – нидерландский художник-график. Как показано на его рисунке, принцип симметрии применён и к рукам человека: правая рука, которая у человека доминирует, изображена сверху в рабочем порыве, а левая, та, что снизу, как-то неудобно держит карандаш. В науке существует утверждение о том, что праворукость человека способствовала появлению речи. Докажите взаимосвязь опоры с речью человека.



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое опора человека? 2. Назовите факторы различий опоры человека. 3. Что такое опорно-двигательная система человека? 4. Назовите две части опорно-двигательной системы человека. 5. Что такое хрящевая ткань? 6. Что такое костная ткань?
7 – 9	7. Назовите особенности опоры человека. 8. Опишите строение и функции опорно-двигательной системы человека. 9. Назовите особенности костной и хрящевой тканей.
10 – 12	10. В чём проявляется взаимосвязь хрящевой и костной тканей с их свойствами и функциями?

Кости человека устроены таким образом, что будучи чрезвычайно лёгкими, они обладают наибольшей прочностью.

П. Ф. Лесгафт

§ 29. КОСТЬ КАК ОРГАН СКЕЛЕТНОЙ СИСТЕМЫ

Основные понятия и ключевые термины: **КОСТЬ. Сустав.**

Вспомните! Что такое орган?



Знакомьтесь!

Пирогов Николай Иванович (1810–1881) – выдающийся отечественный врач и учёный, педагог и общественный деятель, один из основателей хирургической анатомии и военно-полевой хирургии. У него есть такое выражение: *«Внешний вид кости является осуществлённой идеей её назначения»*. Попробуйте объяснить, как сказывается назначение кости на её строении.



СОДЕРЖАНИЕ

Как функции кости сказываются на их строении?

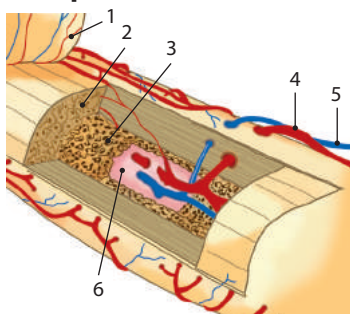
КОСТЬ – орган скелетной системы, строение и свойства которого предназначены для осуществления основных функций скелетной системы. Кости являются живыми образованиями с такими признаками живого, как обмен веществ, питание, рост, раздражительность, регенерация и др. И только благодаря этому скелет человека в процессе жизни развивается и изменяется в соответствии с изменением среды.

Кости способны к обмену веществ, и поэтому вся их толща пронизана системой канальцев, открывающихся на поверхности кости в виде отверстий. Через них к костям подходят и отходят кровеносные сосуды и нервы, которые обеспечивают питание, удаление продуктов обмена, восприятие воздействий и т. д.

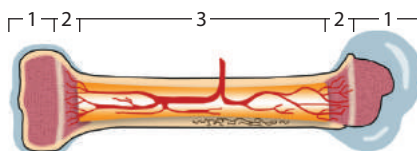
Кости могут постоянно в течение всей жизни человека обновляться. Их регенерация осуществляется путем уничтожения старых клеток и образования новых.

Кости способны к росту в длину и толщину. Рост в длину обеспечивается хрящевой тканью *пластинки роста*, в толщину – делением клеток *надкостницы*. Рост костей завершается в 20–24 года, регулируется гормоном роста и зависит от обмена кальция, фосфора и витамина D.

Как ни странно, но и костям присуща способность приспосабливаться



Ил. 63. Внутреннее строение кости: 1 – надкостница; 2 – компактное вещество с остеонами; 3 – губчатое вещество; 4 – артерии; 5 – вены; 6 – жёлтый костный мозг



Ил. 64. Части длинной кости: 1 – головка кости; 2 – пластинка роста; 3 – тело кости

к воздействиям среды. Если при движении на мышцы, прикреплённые к костям, влияет нагрузка, то увеличивается бугристость кости на этом участке, внутреннее расположение костных пластинок.

Строение кости рассмотрим на примере длинной трубчатой кости, структура которой обуславливает её прочность и лёгкость. Кость имеет удлинённую среднюю часть – *тело кости* и утолщённые концы – *головки*. Головки кости образованы *губчатым веществом* с пластинками, между которыми расположен *красный костный мозг*, выполняющий кроветворную функцию. Между головкой и телом кости расположена *пластинка роста с хрящевой тканью*. Стенки кости построены из *компактного вещества*, основной единицей которого являются *остеоны*. Внутри имеется *костная полость*, у взрослых она заполнена *жёлтым костным мозгом*. Образован этот мозг преимущественно жировой тканью, в нём проходят *кровеносные сосуды*, и он выполняет вспомогательную функцию в кроветворении. Поверхность тела кости покрыта *надкостницей*, внутренний слой которого и осуществляет рост кости в толщину.

Итак, кость является живой системой, строение и свойства, которые обеспечивают выполнение таких функций, как опора, защита, движения, кроветворение, депонирование веществ.

Чем и почему кости человека отличаются между собой?

Кости скелета человека отличаются между собой по форме, размерам, строению, химическому составу и др. Даже одни и те же кости в скелетах разных людей могут отличаться (например, тазовые кости мужчины и женщины разного размера). Изменяются кости и с возрастом человека. В молодом возрасте кости содержат гораздо больше оссеина. У пожилых людей в костях преобладают неорганические вещества.

Различают кости парные (например, ключицы) и непарные (например, подъязычная кость). Но чаще всего кости классифицируют на трубчатые, губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные.

Трубчатые кости участвуют в перемещении тела человека. Поэтому у них удлинённое тело, крепкие головки, имеется полость, заполненная жёлтым костным мозгом. Длинные трубчатые – это плечевая, бедренная, а короткие трубчатые – фаланги пальцев, кости запястья.

Губчатые кости образованы преимущественно из губчатого вещества и тонкого слоя компактного вещества. Среди них различают *длинные губчатые* (например, рёбра, грудина) и *короткие губчатые* (например, кости запястья).

К губчатым костям относятся и *сесамовидные кости*, напоминающие по форме зёрна кунжута (например, надколенник, гороховидная кость). Они расположены вокруг суставов и способствуют их движениям.



Ил. 65. Типы костей человека: 1 – воздухоносные (решётчатая кость черепа); 2 – трубчатая (плечевая кость); 3 – плоская (лопатка); 4 – губчатые (кости запястья); 5 – смешанные (позвонок)

Плоские кости образованы из губчатого вещества с красным костным мозгом, сверху и снизу покрытого тонкими пластинками компактного вещества (например, лопатка, теменная, височные, тазовые). Такое строение способствует выполнению защитной функции.

Смешанные кости могут выполнять различные функции, поэтому состоят из нескольких частей, имеющих различное строение, форму и происхождение (например, позвонки, нижняя челюсть).

Воздухоносные кости имеют воздушные полости, выстланные слизистой оболочкой, и на протяжении жизни увеличиваются (например, лобная, решётчатая, верхнечелюстные). Эти кости выполняют защитную функцию и приспособлены для вентиляции воздуха.

Итак, кости скелета человека отличаются формой, размерами, структурой, что связано с выполнением определённых функций.

Какова основная причина разного соединения костей в скелете человека?

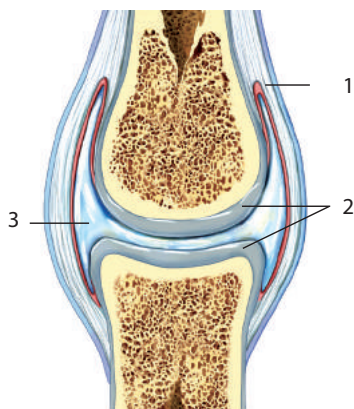
Кости скелета человека соединяются между собой с образованием целостной опорной системы. Выделяют три основных типа соединений костей: неподвижные, полуподвижные и подвижные.

Неподвижные соединения костей (швы, рост и вклинение) осуществляются костной тканью и обеспечивают способность выдерживать большие нагрузки. Так, швами соединяются только кости черепа, примером вклинения является соединение между корнями зубов и зубными лунками челюстей.

Полуподвижные соединения образованы хрящевой тканью для осуществления ограниченных смещений. Примерами являются соединения между позвонками, между рёбрами и грудиной, между лобковыми костями тазового пояса и др.

Подвижные соединения, или **суставы**, – это соединение костей с помощью плотной волокнистой ткани с формированием между костями пространства. Примерами суставов являются плечевой, тазобедренный, коленный и др. Суставы состоят из следующих трёх элементов: суставная сумка (1), суставные поверхности костей (2) и суставная полость с жидкостью для уменьшения трения (3) (ил. 66).

Суставы делят на *простые* (из двух костей: например, тазобедренный), *сложные* (образованы несколькими костями; например, коленный), *одноосные* (осуществляют движения в одном направлении: например, локтевой), *двухосные* (движения в двух направлениях: например, коленный) и *многоосные* (движения в трёх плоскостях: например, плечевой).



Ил. 66. Строение сустава

Итак, в скелете человека различают три основных вида соединений костей (неподвижные, полуподвижные и подвижные), характер которых зависит от функционального назначения.

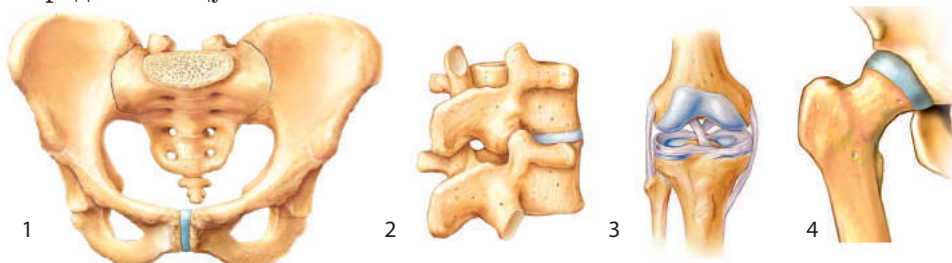


ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с иллюстрациями

Распознайте на иллюстрациях части скелета человека и охарактеризуйте кости, участвующие в их образовании. Заполните в рабочей тетради таблицу.

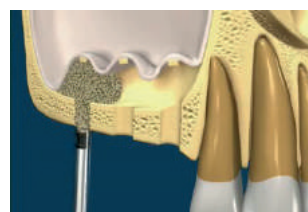


ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ КОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Название кости	Классификация	Тип соединения	Значение

Биология + Наука

При нагрузке живая ткань изменяет свою форму не мгновенно, а с некоторым опозданием. Когда же нагрузка исчезает, ткань возвращается к своей первоначальной форме так, как «помнит» её. Любой неодушевлённый материал реагирует на нагрузку совсем иначе, чем живые ткани. Рано или поздно он не выдерживает нагрузки и разрушается. Вот почему в науке происходит усиленный поиск «умных материалов», которые под действием внешних факторов могут приобретать необходимую форму, изменять свои свойства и при этом не разрушаться. Сегодня уже создана искусственная костная ткань, которая используется в хирургии, косметологии, стоматологии. Так, при установлении зубных имплантантов такую ткань применяют уже почти в 100 % случаев. На основе этого материала клетки кости прорастают и образуют вокруг протеза прочную и устойчивую основу. Интересно, отличается ли химический состав искусственной костной ткани от химического состава кости?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое кость? 2. Назовите несколько признаков кости как живой системы. 3. Приведите примеры костей человека. 4. Назовите основные группы костей в скелете человека. 5. Назовите типы соединений костей в скелете человека.
7 – 9	7. Какие функции кости сказываются на её строении? 8. Чем и почему кости человека отличаются между собой? 9. Что является основной причиной различного соединения костей в скелете человека?
10 – 12	10. Докажите утверждение учёных о том, что «кости человека устроены таким образом, что при наименьшей лёгкости они обладают наибольшей прочностью».

§ 30. СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА

Основные понятия и ключевые термины: **СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА. Череп. Скелет туловища. Скелет конечностей.**

Вспомните! Что такое кость?



Подумайте!

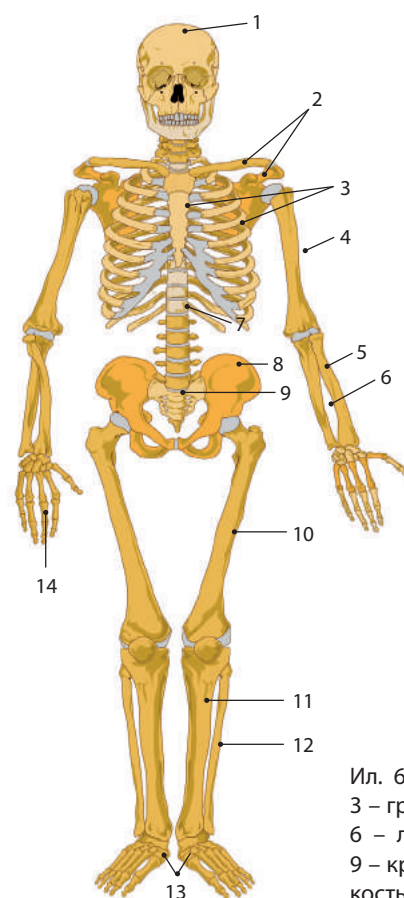
Кость человека крепче гранита, по прочности приближается к меди и железу, а по упругости превосходит дуб. Так, бедренная кость человека в вертикальном положении может выдерживать груз массой почти 1500 кг, хотя её собственная масса составляет всего 200 г. Какие же особенности строения и химического состава обуславливают такую прочность костей?



СОДЕРЖАНИЕ

Каковы строение и функции скелета человека?

Скелет человека состоит из нескольких отделов: скелета головы (череп), скелета туловища и скелета конечностей.



Скелет человека	
I. Скелет головы	Мозговой отдел
	Лицевой отдел
II. Скелет туловища	Позвоночник
	Грудная клетка
III. Скелет конечностей	Плечевой пояс
	Скелет свободной верхней конечности
	Тазовый пояс
	Скелет свободной нижней конечности

Череп – часть скелета человека, защищает головной мозг и органы чувств. В черепе человека различают два отдела – *мозговой*, в котором находится головной мозг и органы чувств, и *лицевой*, который образует основу дыхательного аппарата и желудочно-кишечного тракта.

Скелет туловища – часть скелета, который защищает спинной мозг и органы грудной полости. Скелет туловища состоит из позвоночника и грудной клетки. Позвоночник является осью

Ил. 67. Скелет человека: 1 – череп; 2 – плечевой пояс; 3 – грудная клетка; 4 – плечевая кость; 5 – локтевая кость; 6 – лучевая кость; 7 – позвоночник; 8 – тазовый пояс; 9 – крестец; 10 – бедренная кость; 11 – большая берцовая кость; 12 – малая берцовая кость; 13 – стопа; 14 – кисть

скелета и состоит из позвонков. Он выполняет *опорную* (передаёт массу тела на конечности, связывает части тела), *защитную* (защищает спинной мозг) и *двигательную* (поворачивает туловище) функции. Грудная клетка образована грудными позвонками, рёбрами и грудиной. Она обеспечивает дыхание и защищает сердце и лёгкие.

Скелет конечностей – это часть скелета, обеспечивающая опору и перемещение тела в пространстве. Скелет верхних конечностей состоит из плечевого пояса (лопатки и ключицы) и скелета свободной верхней конечности (плеча, предплечья и кисти). Верхние конечности у человека являются органами труда. В скелете нижней конечности различают тазовый пояс и скелет свободной нижней конечности (бедро, голень и стопу). Нижние конечности выполняют функции опоры и перемещения, удерживают тело в вертикальном положении.

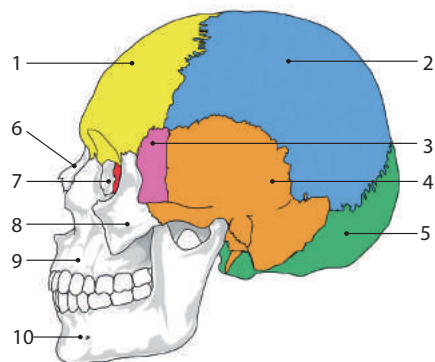
Строение скелета человека имеет много общего со скелетом позвоночных животных: химический состав костей, соединение костей, строение костей, основные части скелета и т. п. Это свидетельствует о единстве их происхождения и филогенетическом родстве.

Однако скелет человека имеет ряд особенностей, присущих только ему. Эти особенности связаны с прямохождением, трудом и речью.

Итак, **СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА** – совокупность костей и хрящей, соединяющиеся в отделы для обеспечения жизнедеятельности организма.

Каковы особенности скелета человека?

Череп человека состоит из мозгового и лицевого отделов. **Мозговой отдел** состоит из 8 костей, которые соединены неподвижно с помощью швов. Непарными костями являются лобная, затылочная, клиновидная и решётчатая, а парными – теменные и височные. **Лицевой отдел** также состоит из парных (верхнечелюстные, скуловые, носовые, нёбные, слёзные и нижняя носовая раковина) и непарные (нижнечелюстной и подъязычную) костей. У человека мозговой отдел черепа развит лучше, чем лицевой, что обусловлено увеличением массы головного мозга и ослаблением функции челюстей. В связи с развитием членораздельной речи у человека появляется подбородочный выступ нижней челюсти.



Ил. 68. Кости черепа: 1 – лобная; 2 – теменная; 3 – клиновидная; 4 – височная; 5 – затылочная; 6 – носовая; 7 – слезная; 8 – скуловая; 9 – верхнечелюстная; 10 – нижнечелюстная

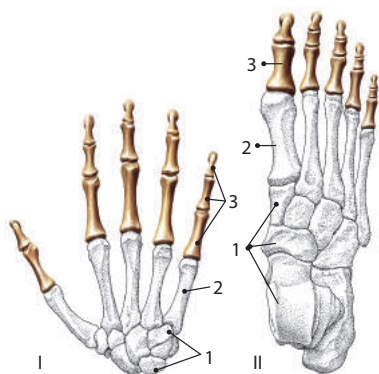
Скелет туловища человека образуют хребет и грудная клетка. **Позвоночник** у человека имеет 4 изгиба: два вперёд – *лордозы* (шейный и поясничный), два назад – *кифозы* (грудной, крестцовый). Изгибы позвоночника в процессе эволюции появились у человека как приспособление для прямохождения. Позвоночник человека состоит из 33–34 позвонков, соединённых в отделы: шейный (7 позвонков), грудной (12 позвонков), поясничный (5 позвонков), крестцовый

(5 позвонков которые срастаются с образованием крестцовой кости) и копчиковый (4–5 позвонков, срастаются с образованием копчика). *Грудная клетка* образована сзади грудными позвонками, спереди – грудиной, а по бокам – рёбрами. У человека грудная клетка сплющена спереди назад, что связано с вертикальным положением тела и изменением функций верхних конечностей.

Скелет конечностей имеет четыре отдела. *Пояс верхних конечностей* (плечевой пояс) образуют парные ключицы и лопатки. У человека расширенные лопатки и хорошо развитые ключицы обеспечивают большую подвижность плечевого сустава и свободной верхней конечности. *Скелет свободной верхней конечности* имеет плечевую, локтевую и лучевую кости и кости кисти. В состав кисти входят пять с 5 косточками, запястье с 8 косточками и кости пальцев. Большой палец имеет две фаланги, остальные – по 3 (всех фаланг пальцев 14). В кисти человека большой палец противопоставлен остальным, наблюдается увеличение размеров пястных, лучезапястных костей и фаланг пальцев. Это связано с формированием руки как органа труда, который может выполнять большое количество очень точных движений. *Пояс нижних конечностей* (тазовый пояс) включает две тазобедренные кости, образованные отдельными костями, что срастаются после 16 лет. Таз у человека широкий и прочный, служит для поддержания и защиты внутренних органов во время прямохождения. *Скелет свободной нижней конечности* соединяет бедренную, малоберцовую и большеберцовую кости, надколенную чашечку и кости стопы: плюсну с 5 косточками, заплесну с 7 косточками и кости пальцев (имеют 14 фаланг). Приспособлением к прямохождению являются массивные и прочные бедренные кости и аркообразная стопа с малоподвижными пальцами.



Ил. 69. Скелет туловища человека



Ил. 70. I. Кисть человека (1 – запястье; 2 – пясть; 3 – фаланги пальцев). II. Стопа человека (1 – предплюсна; 2 – плюсна; 3 – фаланги пальцев)

Итак, формирование особенностей скелета человека происходило как приспособление для прямохождения, труда и речи.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Самостоятельная работа с иллюстрациями

Сравните скелет человека со скелетом гориллы и найдите признаки сходства и различия. Сделайте вывод о причинах сходства и различия.

СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА И ГОРИЛЛЫ

Отдел скелета	Признак	
	сходства	различия
Череп		
Позвоночник		
Грудная клетка		
Плечевой пояс		
Тазовый пояс		
Верхние конечности		
Нижние конечности		



Биология + Космос

Космическая биология – биологическая наука, изучающая возможность существования живых организмов в космосе и на других планетах, кроме Земли. Эта наука рассматривает влияние на живые организмы условий космоса: гравитации, температуры, жизнь в вакууме. Какие изменения развиваются в скелетной системе человека во время пребывания в космосе?



Биология + Медицина

Во время выполнения физических упражнений улучшается кровообращение, благодаря чему уровень кальция в костях будет всегда в пределах нормы. Кроме этого, физические упражнения помогают мышцам развиваться, создавая своего рода «мышечный скелет», который берёт на себя часть нагрузки, снижая тем самым нагрузку на скелет. Помните: в любом возрасте физическая активность поможет улучшить состояние суставов, поддерживать костную массу, предупредить переломы и остеопороз. Что такое остеопороз? Какие пищевые продукты содержат много кальция?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое скелет человека? 2. Назовите основные отделы скелета человека. 3. Что такое череп? 4. Что такое скелет туловища? 5. Что такое скелет конечностей? 6. Назовите причины особенностей скелета человека.
7 – 9	7. Опишите строение и функции скелета человека. 8. Назовите особенности черепа и позвоночника человека. 9. Назовите особенности скелета конечностей человека.
10 – 12	10. Сравните скелет человека и млекопитающих.

Смеется ли ребенок, глядя на игрушку, улыбается ли Гарибальди, когда его преследуют, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, или открывает Ньютон мировые законы, везде конечным фактором является мышечное движение.

И. М. Сеченов

§ 31. ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА. МЫШЦЫ

Основные понятия и ключевые термины: **ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА. МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ. МЫШЦЫ. Гладкие мышцы. Скелетные мышцы. Сердечная мышца.**

Вспомните! Что такое опорно-двигательная система?



Знакомьтесь!

Сеченов Иван Михайлович (1829–1905) – выдающийся физиолог, создатель естественно-научного направления в психологии. В своих исследованиях функций опорно-двигательной системы развивал идею о мышце как органе познания окружающего мира. По убеждению учёного, мышцы кроме выполнения двигательной и защитной функций ещё участвуют и в развитии мышления человека. Согласны ли вы с таким утверждением?



СОДЕРЖАНИЕ

Каковы особенности движения человека?

ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА – жизненная функция, которая осуществляется мышечной системой и обеспечивает внешнее перемещение в пространстве и деятельность внутренних органов.

Таблица 23. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Уровень организации	Суть процессов
Молекулярный	Движение организма определяется участием ионов кальция, натрия, калия в возникновении возбуждения, сократительных белков миозина и актина, гликогена, глюкозы и АТФ как источников энергии при сокращении
Клеточный	В осуществлении движения участвуют живые мышечные клетки (миоциты, кардиомиоциты) и мышечные волокна
Тканевый	Функцию движения осуществляют полосатая и гладкая мышечные ткани
Органный	Основными органами движения являются мышцы: гладкие, скелетные и сердечная
Системный	Мышцы образуют активную мышечную систему
Организменный	Мышечная система человека делится на отделы: мышцы головы, мышцы туловища и мышцы конечностей

Движение как жизненная функция имеет в человека свои особенности. Так, в связи с прямохождением очень хорошо развиты мышцы нижних конечностей и мышцы спины, которые удерживают тело в вертикальном положении. Членораздельная речь обеспечивается голосовыми и мимическими мышцами и развитыми мышцами языка, способными выполнять очень сложные движения. А рука как орган труда требует участия многих мышц-сгибателей и мышц-разгибателей для обеспечения движений каждого пальца и большой подвижности суставов кисти.

Итак, мышечное движение человека осуществляется активной частью опорно-двигательной системы и отличается особенностями, связанными с прямохождением, работой и речью.

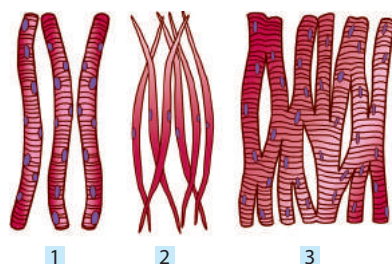
Какие виды мышечных тканей обеспечивают движение?

МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ – это ткань, которая составляет основную массу мышц и характеризуется способностью к возбудимости и сократимости. Мышечные ткани отличаются наличием в клетках сократительных нитей (миофибрилл), образованных белками актином и миозином. В случае повреждений мышечная ткань заменяется соединительной, образующей рубец. По структуре и функциям различают такие виды ткани, как гладкая, поперечно-полосатая скелетная и поперечно-полосатая сердечная.

Гладкая ткань – это ткань, которая состоит из клеток-миоцитов и является частью внутренних органов и сосудов. Клетки длиной от 20 до 100 мкм, веретенообразные, одноядерные, с непорядочным расположением миофибрилл. Сокращение гладких тканей медленное, ритмичное, без усталости, непроизвольное, т. е. не подконтрольное сознанию человека. Гладкая мышечная ткань расположена в стенках многих внутренних органов, сосудов и обеспечивает движения кишечника, изменение просвета сосудов, мочеиспускание, роды и тому подобное.

Поперечно-полосатая скелетная ткань – это ткань, которая состоит из мышечных волокон и образует скелетные мышцы. Эту ткань называют скелетной, поскольку образуемые ею мышцы хотя бы одним концом прикрепляются к костям скелета. Структурной и функциональной единицей этой ткани является *мышечное волокно*. Это образования длиной до 130 мм, цилиндрические, со многими ядрами и многочисленными миофибриллами. В цитоплазме мышечного волокна большое количество митохондрий и особых молекул миоглобина (дыхательный пигмент, способный переносить кислород в мышцах). Именно он окрашивает мышечные волокна в красный цвет. Благодаря упорядоченному расположению миофибрилл в волокнах сокращения ткани мощные, быстрые, с усталостью и произвольные. Скелетная мышечная ткань образует скелетные и мимические мышцы, мышцы языка, диафрагмы, обеспечивая телодвижения, мимику лица, язык.

Поперечно-полосатая сердечная ткань – это ткань, которая состоит из клеток-кардиомиоцитов и образует сердечную мышцу – миокард. Клетки соединяются концами в многоядерные мышечные волокна. Между волокнами имеются вставные диски, благодаря чему возбуждение быстро распространяется по всей сердечной мышце. Сердечные волокна имеют центральное расположение ядер, в них относительно меньше миофибрилл и больше митохондрий по сравнению с скелетными. Сокращается сердечная ткань быстро, ритмично, без усталости, сокращения её непроизвольные. Таким образом, эта ткань обеспечивает работу сердца.

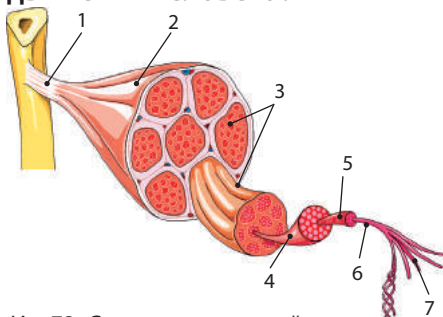


Ил. 71. Виды мышечной ткани:
1 – поперечно-полосатая скелетная;
2 – гладкая; 3 – поперечно-полосатая сердечная

Итак, мышечные ткани образованы мышечными клетками или волокнами и характеризуются наличием миофибрилл, возбудимостью и сократимостью.

Каковы строение и функции органов движения человека?

МЫШЦА – орган движения у животных и человека, который состоит из мышечной ткани, способной к сокращению под действием нервных импульсов. Совокупность мышц образует мышечную систему. Мышцы осуществляют следующие функции: *двигательную* (перемещают тело в пространстве, влияют на движения органов), *опорную* (удерживают тело в определённом положении), *защитную* (защищают внутренние органы), *чувствительную* (имеют рецепторы для восприятия раздражений), *депонирующую* (в мягкой мышцах накапливается гликоген), *теплообразовательную* (около 70 % тепла высвобождается митохондриями мышц). У человека различают скелетные, гладкие и сердечную мышцы.



Ил. 72. Строение скелетной мышцы

Скелетные мышцы – это сократительные органы, образованные поперечно-полосатой скелетной тканью и закреплённые на скелете. Насчитывают около 600 скелетных мышц, что составляет 44 % массы тела у взрослого человека. В мышце различают: *сухожилия* (1) для прикрепления к костям, *мышечное брюшко* (2), *мышечные пучки* (3), имеющие *собственную оболочку* (4) и *мышечные волокна* (5). А сами волокна содержат упорядоченно расположенные *миофибриллы* (6), внутри которых содержатся актиновые и миозиновые *протофибриллы* (7) и большое количество митохондрий (ил. 72). По форме скелетные мышцы делятся на длинные (например, трёхглавая мышца плеча), короткие (например, межрёберные мышцы), широкие (например, широкая мышца спины) и круговые (например, круговая мышца рта). По расположению мышцы человека делятся на мышцы головы, мышцы туловища и мышцы конечностей.

Гладкие мышцы – это мышцы, образованные гладкой тканью, которые расположены в стенках внутренних органов и кровеносных сосудов. Они обеспечивают прохождение пищи через пищеварительный канал, фокусирование зрения, изменение просвета артерий и вен. Гладкие мышцы составляют около 8 % массы тела.

Сердечная мышца – это мышца, образованная поперечно-полосатой сердечной тканью, которая есть только в сердце. Эта мышца уникальна по своей структуре благодаря разветвлённым взаимосвязям между его клетками.

Итак, мышцы являются сократительными органами мышечной системы, которые по особенностям строения и функциям делятся на группы: гладкие, скелетные и сердечная.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ **Учимся познавать**

Лабораторное исследование

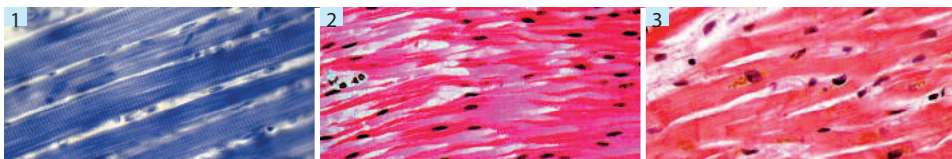
МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Цель работы: развивать умение распознавать и описывать строение мышечной ткани во взаимосвязи со свойствами и функциями.

Оборудование и материалы: микропрепараты, микроскопы, микрофотографии атласов.

Ход работы

1. Распознайте на фото микропрепарат гладкой ткани. Обратите внимание на форму и размеры клеток и количество ядер. Зарисуйте ткань и подпишите *миоциты, ядро, межклеточное вещество*.
2. Распознайте микропрепарат поперечно-полосатой скелетной ткани. Обратите внимание на форму волокон, расположение миофибрилл, количество ядер. Зарисуйте ткань и подпишите *мышечное волокно, ядра, поперечные полосы с миофибрилл, межклеточное вещество*.
3. Распознайте микропрепарат поперечно-полосатой сердечной ткани. Обратите внимание на форму клеток, расположение миофибрилл, количество ядер. Зарисуйте ткань и подпишите *кардиомиоциты, ядра, поперечные полосы с миофибрилл, вставные диски*.



4. Заполните таблицу.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Признаки	Гладкая	Поперечно-полосатая скелетная	Поперечно-полосатая сердечная
Особенности строения			
Свойства			
Функции			

Биология + Искусство

Мимические мышцы – это мышцы, которые при сокращении вызывают сложные выразительные движения лица (мимику), отражающие внутреннее душевное состояние, эмоции человека. В анатомии мимические мышцы имеют определённые научные названия, но есть и образные названия, которые дают представление о значении этих видов мышц. Так, мышцу, которая наморщивает брови, называют мышцей боли, мышцу-подъёмник верхней губы – мышцей скупости, верхнюю часть круговой мышцы глаза – мышцей удивления т. п. А какое научное название мышцы, которая была решающей в создании неповторимой улыбки Моны Лизы (Джоконды) Леонардо да Винчи? Каковы особенности мимических мышц у человека?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Что такое движение человека? 2. Назовите причины особенностей движения человека. 3. Что такое мышечная ткань? 4. Назовите три вида мышечной ткани. 5. Что такое мышцы? 6. Назовите основные виды мышц человека.
7 – 9	7. Назовите особенности движения человека. 8. Какие есть виды мышечных тканей? 9. Опишите строение и функции мышц человека.
10 – 12	10. Докажите взаимосвязь строения с функциями различных видов мышечной ткани.

*Ничто так не истощает и не разрушает человека,
как длительная физическая бездеятельность.*

Аристотель

§ 32. РАБОТА МЫШЦ. УСТАЛОСТЬ МЫШЦ

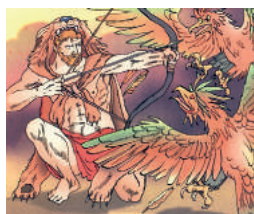
Основные понятия и ключевые термины: Мышцы головы. Мышцы туловища. Мышцы конечностей. РАБОТА МЫШЦ. УСТАЛОСТЬ МЫШЦ.

Вспомните! Что такое мышцы?



Подумайте!

Могущественный мифический греческий герой Геракл прославился невероятными подвигами, самыми известными из которых являются: *борьба с немейским львом, уничтожение лернейской гидры, уничтожение стимфалийских птиц, очистка авгиевых конюшен, похищение золотых яблок из сада Гесперид, обуздание пса Цербера в царстве Аида* и др. Каждый из его подвигов требовал нечеловеческого напряжения всех сил. Почему же этот герой не уставал совершать свои славные подвиги?

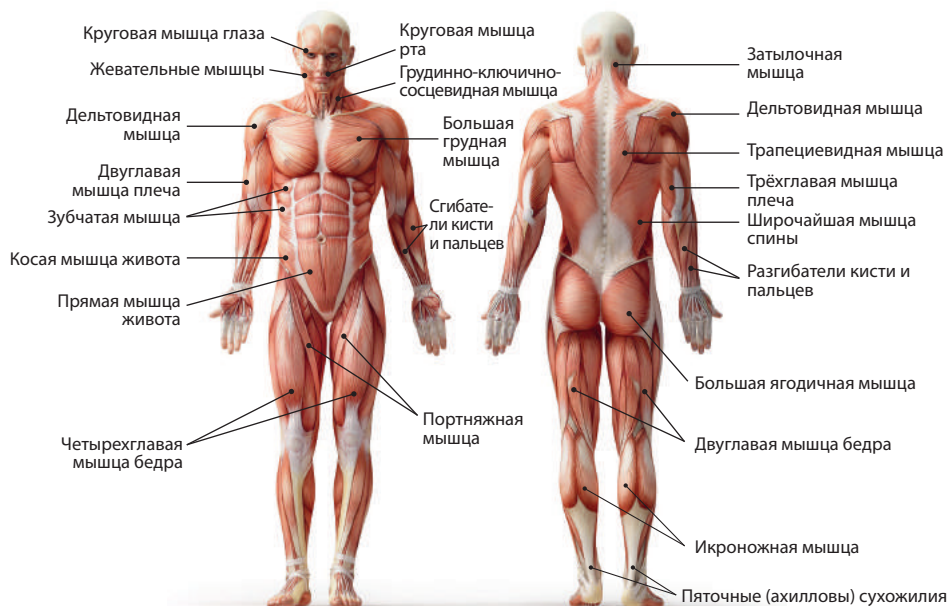


СОДЕРЖАНИЕ

Какое значение имеют скелетные мышцы человека?

Скелетные мышцы человека удобнее изучать по таким группам, как мышцы головы, мышцы туловища и мышцы конечностей.

Мышцы головы делятся на мышцы свода черепа и мышцы лица (мимические и жевательные). Мышцы свода черепа смещают кожу, поднимают брови. *Мимические мышцы* одним концом вплетаются в кожу, а другим – прикрепляются к костям. Они обеспечивают мимические движения лица, участвуют в речи. *Жевательные мышцы* обеспечивают движения во время жевания, глотания.



Мышцы туловища делятся на мышцы шеи, грудной клетки, живота и спины. *Мышцы шеи* обеспечивают повороты головы и её поддержку. Среди мышц шеи выделяется грудинно-ключично-сосковая. *Мышцы грудной клетки* обуславливают движения верхних конечностей (большие и малые грудные), участвуют в дыхании (межрёберные, диафрагма). *Мышцы живота* (косые, прямая, квадратная) осуществляют защиту органов брюшной полости, участвуют в дыхании, движениях кишечника, выделении мочи. *Мышцы спины* (трапециевидная, ромбовидная, широкая мышца спины и др.) обуславливают движения конечностей, головы, поддерживают туловище.

Мышцы конечностей играют основную роль в перемещении тела человека и его частей. *Мышцы плечевого пояса* (дельтовидная, подлопаточная) обеспечивают движения в плечевом суставе. Движения руки осуществляют мышцы *свободной верхней конечности*, их делят на мышцы плеча (двуглавая, трёхглавая), мышцы предплечья (сгибатели и разгибатели кисти) и мышцы кисти (ладонные, мышцы пальцев). *Мышцы тазового пояса* обеспечивают движения ноги в тазобедренном суставе. К ним относятся ягодичные, грушевидная мышцы и др. *Мышцы свободной нижней конечности* осуществляют движения нижней конечности и их разделяют на мышцы бедра (шейная, четырёхглавая, двуглавая), мышцы голени (трёхглавая, икроножная, камбаловидная) и мышцы стопы (подшвенные, сгибатели и разгибатели пальцев).

Таким образом, различные группы мышц обеспечивают общую подвижность организма человека.

Как работают скелетные мышцы?

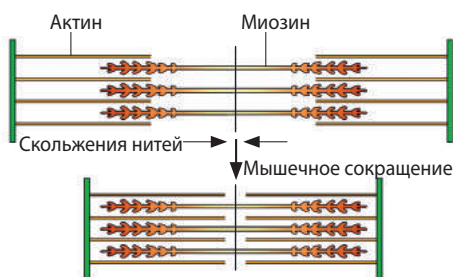
РАБОТА МЫШЦ – деятельность мышц, возникающая вследствие их сокращения за счёт энергии АТФ. Работа мышцы определяется произведением силы и расстояния или высоты перемещения груза. Коэффициент полезного действия мышц человека составляет 0,25–0,30, то есть на работу используется 25–30 % энергии, тогда как 70 % её рассеивается в виде тепла.

Основными свойствами мышц, обеспечивающих работу, являются сила, скорость сокращения, выносливость и тонус. *Сила мышц* зависит от массы сократительных белков, количества мышечных волокон и частоты импульсов, поступающих в мышцы. *Скорость сокращения мышц* определяется временем, за которое мышца сокращается и расслабляется. *Выносливость мышц* – это их способность длительное время поддерживать заданный ритм работы. А состояние постоянного незначительного напряжения мышц, благодаря чему поддерживается готовность к выполнению работы, является *тонусом мышц*.

Работу, которую выполняют мышцы, разделяют на статическую и динамическую. *Статическая работа* – это работа, при которой мышцы напрягаются, но не сокращаются (например, при удержании груза), а *динамическая работа* – работа, при которой мышцы поочередно сокращаются и расслабляются (например, во время бега или ходьбы).

Теория, объясняющая механизм сокращения мышц, называется **теорией скольжения**. Согласно этой теории последовательность сокращения мышечного волокна можно отобразить такими тезисами:

- в покое толстые нити миозина размещаются между тонкими нитями актина;
- сокращение мышц начинается с возбуждения мышечных волокон нервными импульсами;
- с помощью поперечных мостиков в присутствии ионов Ca^{2+} происходит втягивание тонких нитей актина в промежутки между толстыми нитками миозина;
- длина мышечного волокна при этом уменьшается, вызывая сокращение мышцы;
- сокращение мышц происходит за счёт энергии АТФ.



Ил. 73. Механизм мышечного сокращения

Итак, мышцы выполняют определённую работу, связанную с их сокращением или напряжением, а также с расходом энергии АТФ и образованием теплоты.

Условия продуктивной работы скелетных мышц?

УСТАЛОСТЬ МЫШЦ – это физиологическое состояние, возникающее при длительной или интенсивной работе и заключается во временном снижении работоспособности. Такое состояние мышц направлено на защиту от их истощения и является полезным явлением, поскольку обеспечивает отдых и восстановление возможностей мышц. Во время отдыха происходит не только восстановление работоспособности, но и её возрастание – сверхвосстановление, благодаря чему мышцы могут выполнять ещё большую работу, чем до появления усталости.

Современные представления о причинах усталости основываются на взглядах о многоуровневости изменений в работе мышц. Иными словами, возникновение усталости связано с такими явлениями, как: а) уменьшение в мышцах количества веществ, необходимых для работы (АТФ, гликоген); б) накопление в мышцах молочной кислоты; в) снижение запасов кислорода в мышцах; г) изменения сократительной функции миофибрилл; д) изменение состояния нервной и эндокринной регуляторных систем (например, истощение нервных центров, ухудшение проведения импульсов через синапсы).

Длительная или интенсивная работа может привести к переутомлению, что является патологическим состоянием, при котором исчерпываются ресурсы клеток, разрушаются органеллы и т. п. Для предотвращения переутомления необходимо правильно организовывать работу и отдых, придерживаться рационального питания, учитывать возможности мышц, избегать чрезмерных нагрузок, бороться с плохим настроением и др.

Опытами установлено, что для человека наиболее продуктивной будет работа, осуществляемая при средней нагрузке, среднем темпе и оптимальном состоянии нервной системы, которая обеспечивает согласованную работу мышц. Существенным условием продуктивной работы является тренированность мышц.

Таким образом, условиями наиболее продуктивной работы мышц является средняя нагрузка, средний темп, оптимальное состояние нервной системы и тренированность мышц.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Лабораторное исследование РАЗВИТИЕ УСТАЛОСТИ ПРИ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ. ВЛИЯНИЕ РИТМА И НАГРУЗКИ НА РАЗВИТИЕ УСТАЛОСТИ

Цель работы: развивать умение характеризовать развитие усталости.

Оборудование: гантели массой 3 и 5 кг, часы с секундной стрелкой.

Ход работы

1. Возьмите в руки гантели массой 3 кг, поднимите их до уровня плеча и удерживайте до наступления усталости. Время проведённой статической работы зафиксируйте.
2. После восстановления мышц (через 5 мин) возьмите те же гантели и ритмично поднимайте и опускайте их. Время проведённой динамической работы запишите.
3. Для исследования влияния нагрузки сначала выполняете упражнение на сгибание руки с гантелей массой 3 кг, а после отдыха – с гантелей 5 кг. В каком случае быстрее развивается усталость и почему?
4. Для исследования влияния ритма на развитие усталости сгибаете руку с гантелей в медленном темпе, через некоторое время – в среднем, а затем – в быстром. При каком ритме деятельности быстрее развивается усталость мышц?
5. Итог работы.

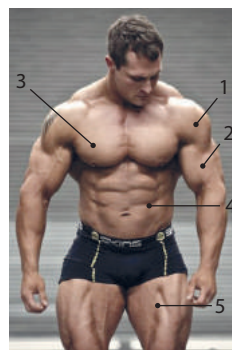


Ил. 74. Статические (вверху) и динамическое (внизу) нагрузки на мышцы

Задача на применение знаний

Сопоставьте обозначенные на иллюстрации мышцы с названиями и укажите их значение: *четырёхглавая мышца, прямая мышца, большая грудная мышца, дельтовидная мышца, двуглавая мышца.*

Название	Принадлежность к группе	Значение для организма



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Назовите группы мышц человека. 2. Приведите примеры мышц верхней конечности. 3. Что такое работа мышц? 4. Назовите два вида работы мышц. 5. Что такое усталость мышц? 6. Какое значение имеет усталость мышц для организма?
7 – 9	7. Какое значение имеют скелетные мышцы человека? 8. Как работают скелетные мышцы? 9. Назовите условия продуктивной работы скелетных мышц.
10 – 12	10. Докажите взаимосвязь скелетных мышц со всеми физиологическими системами нашего организма.

§ 33. РАЗВИТИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Основные понятия и ключевые термины: **ГИПОДИНАМИЯ.**

Вспомните! Что такое опорно-двигательная система?



Интересно знать

Рекорды опорно-двигательной системы:

- набирание ложкой супа из тарелки приводит в действие около 30 суставов верхней конечности;
- самая длинная кость человека – бедренная, самая короткая и наименьшая – стремечко;
- в осуществлении каждого шага участвуют до 300 скелетных мышц;
- человеку легче улыбнуться, чем нахмуриться: в первом случае работает всего 17 мышц, а во втором – до 43 мышцы;
- самая длинная мышца человека – портняжная мышца бедра, короткая – стремечная мышца среднего уха человека, а самая сильная – четырёхглавая мышца бедра.



СОДЕРЖАНИЕ

Какое значение имеют физические упражнения для правильного формирования скелета и мышц?

В процессе роста и развития человека происходят значительные изменения опорно-двигательной системы, связанные прежде всего с ростом костей, их окостенением, формированием осанки, изменением пропорций тела, уменьшением содержания органических соединений в костях, подвижности суставов, эластичности связок и т. д. Эти изменения опорно-двигательной системы в значительной степени зависят от физических упражнений. В сочетании с силами природы (солнце, вода, воздух) и режима питания физические упражнения делают возможными развитие и оздоровление организма до глубокой старости. Но при этом необходимо учитывать определённые возрастные особенности опорно-двигательной системы:

- рост костей происходит неравномерно и продолжается до 20–24 лет;
- формирование изгибов позвоночника заканчивается к 18–20 годам;
- подвижность в различных отделах позвоночника развивается неравномерно: наибольшая – в 8–9 лет, после 15–17 лет – уменьшается;
- окостенение костей верхних конечностей начинается в период полового созревания;
- интенсивное увеличение массы мышц происходит от 14 до 16 лет, и поэтому это лучший период для начала занятий силовыми физическими упражнениями.

При регулярных занятиях физическими упражнениями человек становится выносливее, крепче становятся кости скелета, развиваются внутренние мышцы и совершенствуются их функции. Физическая работа является единственным физиологическим средством снятия эмоциональных напряжений, благодаря чему нервная система сможет

обеспечивать чёткую регуляцию работы мышц. Физические упражнения повышают защитные свойства крови и кожи, устойчивость организма к недостатку кислорода, низким и высоким температурам, проникающей радиации и т. д.

Итак, занятия физическими упражнениями благотворно влияют на организм лишь в том случае, если их организация соответствует возрастным особенностям человека.

Как сказывается гиподинамия на здоровье человека?

ГИПОДИНАМИЯ (от греч. *гипо* – под, *динамис* – сила) – *нарушение функций организма (опоры, движения, кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, регуляции функций) из-за ограничения двигательной активности.* Жизнь современного человека стала более комфортной и удобной, чем раньше. Технический прогресс заметно облегчил нам жизнь: транспорт довозит до нужного места, бытовая техника всё делает за нас. Наш организм большую часть времени находится в покое и утрачивает свою подвижность. Гиподинамия – болезнь современного человека, основной фактор риска. Она негативно влияет на рост и развитие человека, продолжительность его жизни, жизненные функции и общее состояние организма. Особенно страдает от гиподинамии сердечно-сосудистая система: нарушается работа сердца, снижается тонус сосудов, замедляется кровообращение и т. п. Негативное влияние сказывается и на обмене веществ и энергии: ухудшается обеспечение клеток питательными веществами и кислородом, нарушаются процессы синтеза и расщепления в клетках и т. п. Гиподинамия снижает физическую и умственную работоспособность, ограничивает социальную активность и приспособленность организма.

Ухудшается нервная регуляция деятельности мышц, в которой принимают участие такие структуры нервной системы, как *кора большого мозга* (отвечает за условно-рефлекторную двигательную деятельность), *мозжечок* (регулирует координацию движений), *спинной мозг* (содержит нервные центры рефлексов, осуществляющих поддержание осанки, хождение, бег).

Особенно нежелательно сочетание гиподинамии с чрезмерной нервно-психической нагрузкой, злоупотреблением гаджетов и перееданием. Следствием могут стать самые разнообразные заболевания, например ожирение, атеросклероз, головные боли, ухудшение зрения, снижение иммунитета и др.

Основные профилактические средства против гиподинамии – болезни XXI век – это движение, физические нагрузки и здоровый образ жизни.



Итак, гиподинамия приводит к снижению не только физической, но и умственной работоспособности, и в сочетании с другими неблагоприятными факторами приводит к различным заболеваниям.

Каковы причины нарушений опорно-двигательной системы?

Нарушения опорно-двигательной системы занимают второе место после сердечно-сосудистых заболеваний. Поскольку опорно-двигатель-

ная система – это основа нашего тела, то её разбалансированность провоцирует болезни других систем, снижение подвижности и ухудшение общего состояния организма. В зависимости от причин возникновения нарушений заболевания опорно-двигательной системы разделяют на *естественные, дистрофические, механические*.

Естественные болезни составляют группу поражений, возникающих как нарушение развития костей или мышц до рождения (*врождённые болезни*) или после рождения (*приобретённые болезни*). Эти болезни могут иметь наследственный характер (*полидактилия, мраморная болезнь*), возникать в результате воздействия вредных факторов на беременных женщин (*врождённый вывих бедра*), как осложнение после перенесённых инфекционных заболеваний (*артриты суставов, остеомиелит костного мозга, туберкулёз костей, миозиты мышц*), нарушения обмена веществ (*рахит*).

Дистрофические заболевания развиваются при нарушении питания костной, хрящевой и мышечной тканей. В результате этого участок кости омертвевает, мышечные волокна истончаются, мышца атрофируется, хрящи деформируются и т. п. Примером заболеваний являются *искривление позвоночника* (сколиоз, лордоз, кифоз), *плоскостопие, дистрофия мышц, остеохондроз, остеопороз*.

Механические повреждения костной системы наблюдаются чаще. К ним относятся растяжение связок, ушибы, вывихи суставов, переломы костей. *Растяжение связок* – это частичный разрыв волокон, соединяющих концы костей. При этом возникает сильная боль, отек или спазм мышцы. *Удар* – это повреждение мягких тканей, часто сопровождается кровоизлияниями под кожу. Признаками ударов является припухлость, боль, кровоизлияния под кожу. *Вывих сустава* – выход суставной головки из суставной впадины. Признаками вывихов является изменение формы сустава, боль. *Перелом кости* – это нарушение её целостности в результате неожиданного действия значительной механической силы. Различают переломы *закрытые* (без поражения кожи) и *открытые* (наблюдаются ранения кожи в зоне перелома). Для переломов характерны резкая боль, усиливающаяся при движении, появление отёка, подвижность костей, изменение их положения.

Итак, основными факторами, которые провоцируют эти нарушения ОДС, являются инфекции, гиподинамия, отсутствие или чрезмерность нагрузки, избыточная масса, механические травмы, переохлаждение, неправильное питание и др.



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Учимся познавать

Проект на тему: «ГИПОДИНАМИЯ - ВРАГ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА»

Влияние гиподинамии сказывается на каждой системе организма человека. Подготовьте проект и определите изменения основных процессов жизнедеятельности, возникающие вследствие гиподинамии.



Самостоятельная работа с таблицей

Своевременно оказанная и правильно выполненная первая медицинская помощь не только спасает жизнь пострадавшего, но и обеспечивает дальнейшее успешное лечение болезни или повреждения. Первая медицинская (доврачебная) помощь – это комплекс простейших медицинских мероприятий, выполняемых на месте поражения с использованием подручных средств. Примените знания для обоснования первой помощи при механических повреждениях ОРС.

ОБОСНОВАНИЕ ПРАВИЛ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Повреждение	Первая медицинская помощь	Обоснование правил
Растяжение	Охлаждение (лёд, смоченная водой ткань и т. д.), ограничение движений с помощью тугой повязки), фиксация конечности в приподнятом положении	
Удар	Спокойствие повреждённой части тела, мешочек со льдом или холодный компресс, плотная повязка	
Вывих	Охлаждение поражённого сустава, фиксация его с помощью шины или плотной повязки. Упражнения вывихов без врача не допускаются	
Перелом	Наложение стерильной повязки на рану, обездвиживание подручными средствами, обезболивающие лекарства (например, анальгин)	

Биология + Медицина

Современный образ жизни предполагает работу с компьютером, телефоном, планшетом и другими приборами. Часто люди, работа которых связана с монотонной ручной работой, при которой кисть находится в неудобном положении, испытывают онемение кисти и пальцев после рабочего дня. Не все знают, что это может быть туннельный синдром или, как его ещё называют, синдром запястного канала. Что такое туннельный синдром и как его лечить?



РЕЗУЛЬТАТ

Оценка	Вопросы для самоконтроля
1 – 6	1. Приведите пример изменений опорно-двигательного аппарата, связанных с возрастом. 2. Назовите особенности роста человека. 3. Что такое гиподинамия? 4. Приведите примеры изменений скелета и мышц, сопровождающие гиподинамию. 5. Назовите группы нарушений опорно-двигательной системы. 6. Назовите виды механических нарушений опорно-двигательной системы.
7 – 9	7. Какое значение имеют физические упражнения для правильного формирования скелета и мышц? 8. Как сказывается гиподинамия на здоровье человека? 9. Назовите причины нарушений опорно-двигательной системы.
10 – 12	10. Докажите роль физических упражнений и двигательной активности для сохранения здоровья человека.

В живой системе разграничить сопротивления и движение – всё равно что отделить воду морей и рек, которые в них впадают: невозможно.
«Основы системной биологии»

Обобщение знаний темы 6. ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ

ОПОРА и ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА – жизненные функции, связанные с костной и мышечной системами для реализации сохранения формы тела, осуществления движений, кроветворения, депонирования веществ, терморегуляции и защиты организма человека. Особенности опоры и движения человека связаны с прямохождением, трудом и речью.

Таблица 24. ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Опора человека	Движение человека
Молекулярный уровень	
В составе костей содержатся: – неорганические соединения (вода, кальций карбонат, кальций фосфат) – придают костям твёрдости и прочности; – органические вещества (коллаген, оссеин) – придают костям упругости и гибкости	В составе мышц содержатся: – неорганические соединения (в виде ионов Ca^{2+} , K^+ , Na^+) – для возникновения возбуждения; – органические соединения (миозин, актин, гликоген, АТФ) – образование миофибрилл, источник энергии
Клеточный уровень	
В реализации опоры принимают участие: хрящевые клетки (<i>хондроциты</i>), костные клетки (<i>остеоциты</i>) и межклеточное вещество	В реализации движения участвуют клетки мышечной ткани (миоциты, кардиомиоциты, мышечные волокна)
Тканевый уровень	
Функцию опоры выполняют соединительные опорные ткани (<i>хрящевая и костная</i>)	Функцию движения выполняют мышечные ткани (<i>гладкая и поперечно-полосатая</i>)
Органный уровень	
Основными органами опоры являются хрящи (волокнистый, гиалиновый и эластичный) и кости (трубчатые, плоские, губчатые, смешанные и воздухоносные)	Основными органами движения являются мышцы: гладкие, скелетные и сердечная. Физические свойства мышц – сила, скорость сокращения, выносливость, тонус
Системный уровень	
Хрящи и кости формируют костный эндоскелет, который является пассивной частью в составе <i>опорно-двигательной системы</i>	Мышцы образуют мышечную систему, которая является активной частью <i>опорно-двигательной системы</i>
Организменный уровень	
Скелет человека делится на следующие отделы. I. Скелет головы (мозговой и лицевой отделы черепа) II. Скелет туловища (позвоночник и грудная клетка) III. Скелет конечностей (плечевой пояс, скелет свободной верхней конечности, тазовый пояс, скелет свободной нижней конечности)	Мышечная система делится на следующие отделы. I. Мышцы головы (жевательные и мимические) II. Мышцы туловища (мышцы шеи, мышцы грудной клетки, мышцы живота, мышцы спины) III. Мышцы конечностей (мышцы плечевого пояса, мышцы свободной верхней конечности, мышцы тазового пояса, мышцы свободной нижней конечности)

Единство опоры и движения достигается анатомическим и функциональным соединением костей, хрящей, мышц, связок в целостную опорно-двигательную систему. Эта совокупность органов имеет тесные взаимосвязи со всеми другими физиологическими системами организма человека.

Тест-оценивание 7. ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ

1. Укажите название структурно-функциональной единицы костной ткани:

- 5.** Назовите кости грудной клетки:

- 8.** Назовите функции опорно-двигательной системы:

- 9.** Укажите особенности поперечно-полосатой скелетной ткани:

- IV. Задания на комбинирование ответы** (по 2 балла за каждое).

10. Укажите последовательность расположения отделов позвоночника, начиная сверху: 1) копчиковый; 2) шейный; 3) поясничный; 4) крестцовый; 5) грудной.

А	Б	В	Г	Д

11. Распределите названные заболевания опорно-двигательного аппарата по группам: 1) остеопороз 2) вывихи; 3) туберкулёз костей; 4) кифоз; 5) сколиоз 6) растяжение.

А Дистрофические		
Б Механические, или травмы		
В Естественные		