

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Если вас заинтересовала эта книга, вы, скорее всего, – учащийся медицинского ВУЗа или колледжа, и вам знакомо насколько запутанной может показаться дисциплина, основа которой – познание человеческого тела и происходящих в нем процессов. Но, открыв книгу, и продвигаясь вперед, вы обнаружите, что организм человека устроен весьма логичным образом, и понять его работу не так сложно, как кажется. Меня всегда поражало, насколько умно устроено наше тело.

К сожалению, многие люди с неохотой берутся за изучение физиологии. Им кажется, что в ней слишком много всего и разного, и они даже боятся начинать. И напрасно, ведь когда ты уже знаком с основами работы организма, все становится намного увлекательнее. Задача этой книги в интересной и увлекательной форме рассказать о всем великолепии человеческого тела.

Увлечь читателя помогает история девочки Кумико, которая не любила ходить на занятия по физиологии. Однако пытаясь понять работу собственного организма, например, что в нем происходит во время еды или во время бега, Кумико увлекается этой дисциплиной и даже получает удовольствие от ее изучения. Надеемся, вы тоже не останетесь равнодушными.

Если вы никогда раньше не изучали физиологию, или вам было трудно ее освоить, то получить общее представление вам сперва помогут комиксы. Чтение комиксов и последующих объяснений даст вам более глубокое понимание того как устроен и как функционирует наш организм.

Мне, как автору, будет очень приятно, если эта книга поможет вам понять и полюбить науку физиологию.

*Эцуро Танака.  
Ноябрь, 2011 г.*

# ОГЛАВЛЕНИЕ



## ПРОЛОГ

Я должна сдать «Введение в физиологию»

1

## 1 КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА



Согласовано работающие насосы

7

1. Электропроводимость сердца ..... 8
2. Движения сердца и формы сигнала ..... 18
3. Электроактивность сердца ..... 22
4. Как нервная система влияет на систему кровообращения ..... 24
5. Коронарные артерии ..... 25
6. Кровообращение ..... 26
7. Кровяное давление ..... 28
8. Лимфатическая система ..... 30

## 2 СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



Есть ли связь между сердцем и легкими?

31

1. Задача дыхания ..... 31
2. Газообмен в легких ..... 35

3. Управляя дыханием.....	40
4. Внешнее и внутреннее (клеточное) дыхание .....	44
5. Парциальное давление газов в крови .....	46
6. Ацидоз и алкалоз.....	48
7. Как работают легкие .....	49

### **3 ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**

51

Пищеварение, обмен веществ  
и необыкновенно одаренная печень

1. Желудочно-кишечный тракт.....	51
2. Пищевод и желудок.....	55
3. Двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа ...	57
4. Тонкий и толстый кишечник.....	58
5. Три основных вида питательных веществ .....	61
6. Пищеварительная система в действии.....	68
7. АТФ и цикл лимонной кислоты.....	70
8. Пищеварительные соки и ферменты.....	72
9. Роль печени в обмене веществ и пищеварении.....	74

### **4 ПОЧКИ И МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**

77

Удаляем мусор все 24 часа в сутки без перерывов

1. Фильтрация крови.....	77
2. Моча и гомеостаз в организме .....	88
3. Когда почки перестают работать .....	92
4. Наблюдение за кровью в почках .....	93

### **5 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ**

95

Равновесие между кровью, тканями и клетками

1. Человек на 60% состоит из воды .....	95
---	----

2. Осмотическое давление .....	102
3. Поддержание водного баланса.....	106
4. Что такое кровь? .....	107
5. Эритроциты.....	108
6. Лейкоциты .....	111
7. Тромбоциты.....	113

 **6 ГОЛОВНОЙ МОЗГ И НЕРВНАЯ СИСТЕМА** **115**  
Сигналы, передаваемые со скоростью 120 м/с

1. Нейроны.....	115
2. Нервная система.....	119
3. Строение головного мозга .....	126
4. Спинной мозг.....	130
5. Черепно-мозговые и спинномозговые нервы .....	133
6. Вегетативная (автономная) нервная система.....	134

 **7 СЕНСОРНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА** **137**  
Боль и другие ощущения, а также наши специальные органы чувств

1. Разновидности ощущений .....	137
2. Болевой порог и сенсорная адаптация.....	146
3. Зрение и глаза.....	150
4. Слух и ухо .....	153
5. Запах и нос.....	156
6. Вкус и язык.....	158

 **8 ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ** **159**  
Мышцы, кости и суставы

1. Мышечные волокна.....	159
--------------------------	-----

2. Суставы.....	165
3. Регуляция температуры тела.....	171
4. Кости и обмен веществ костной ткани.....	173

## 9

**КЛЕТКИ, ГЕНЫ И РЕПРОДУКЦИЯ ЧЕЛОВЕКА**

175



Хранение и воссоздание биологических  
замыслов природы

1. Основное строение клетки.....	175
2. Гены и ДНК.....	181
3. Деление клеток.....	186
4. Половое размножение.....	188

## 10

**ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА**

191



Посылая сигналы по кровотоку

1. Что такое эндокринная система?.....	191
2. Гипоталамус и гипофиз.....	200
3. Щитовидная и паращитовидные железы.....	202
4. Надпочечники.....	204
5. Поджелудочная железа.....	206
6. Половые гормоны.....	208

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

211

Послесловие.....	215
Предметный указатель.....	216

# ОБ АВТОРЕ

**Танака Эцуро** доктор медицины, специалист в области физиологии и диетологии, профессор сельскохозяйственного факультета Токийского университета. Он также автор нескольких популярных учебников по физиологии для учащихся медучилищ.

# ПРОЛОГ

## Я ДОЛЖНА СДАТЬ «ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ»





Здесь, по извилистым проулкам студенческого городка на следующей неделе проложит свой путь студенческий марафон.



Медицинский институт  
Коюджо  
Студенческий  
МАРАФОН



Для небольшого студенческого городка это знаменательное событие и повод для празднования.



МИСС КАРАДА,

ВАША УСИЛЕННАЯ ПОДГОТОВКА К ЛЕТНЕМУ МАРАФОНУ ДОСТОЙНА ВОСХИЩЕНИЯ, НО РАДИ НЕЕ ВЫ ЯВНО ПРЕНЕБРЕГЛИ ЗАНЯТИЯМИ!

Преподаватель физиологии Митсуро Итани факультет подготовки среднего медицинского персонала медицинского института Коюджо.



Кабинет преподавателя

ВЫ ЕДИНСТВЕННАЯ В МОЕЙ ГРУППЕ ПРОВАЛИЛИ ЭКЗАМЕН!



НЕ... НЕ МОЖЕТ БЫТЬ...

Первокурсница сестринского отделения Кумико Карада



БУДЕТЕ ПРОДОЛЖАТЬ В ТОМ ЖЕ ДУХЕ, ВЫЛЕТИТЕ ВОН!

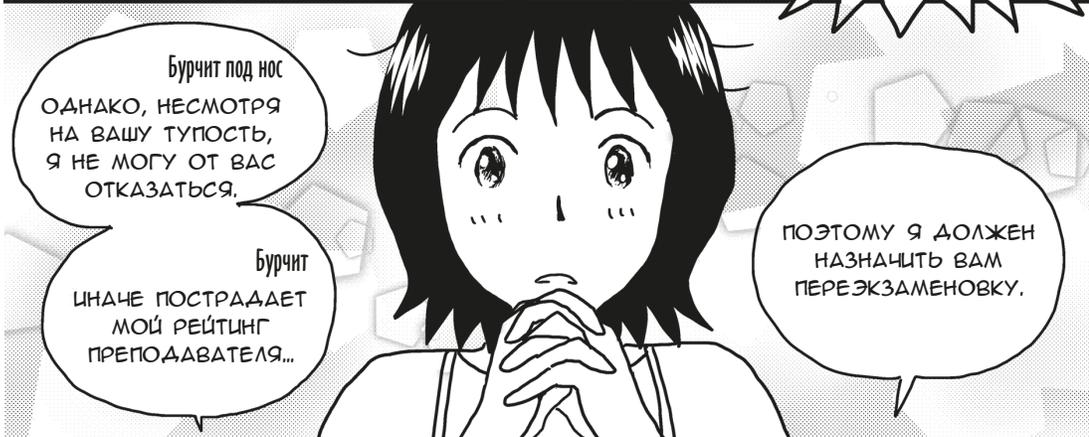
НЕЛЬЗЯ ПОЛУЧИТЬ ДИПЛОМ МЕДСЕСТРЫ, НЕ ВЫУЧИВ ФИЗИОЛОГИЮ.



НО...

ПРОФЕССОР ЦЯМИ... ПОЖАЛУЙСТА, Я...

ЦТАНЦ!!!



Бурчит под нос  
ОДНАКО, НЕСМОТРЯ НА ВАШУ ТУПОСТЬ, Я НЕ МОГУ ОТ ВАС ОТКАЗАТЬСЯ.

Бурчит  
ИНАЧЕ ПОСТРАДАЕТ МОЙ РЕЙТИНГ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ...

ПОЭТОМУ Я ДОЛЖЕН НАЗНАЧИТЬ ВАМ ПЕРЕЭКЗАМЕНОВКУ.

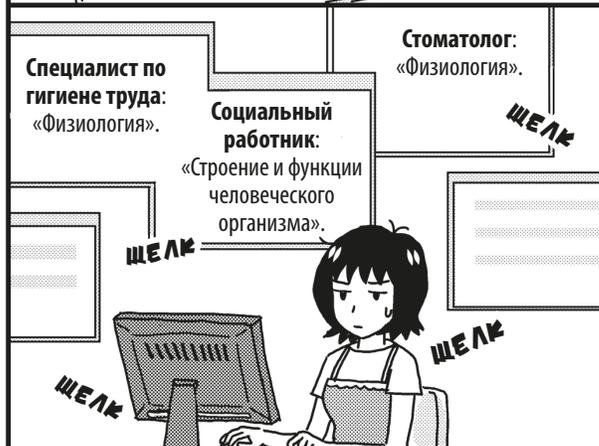
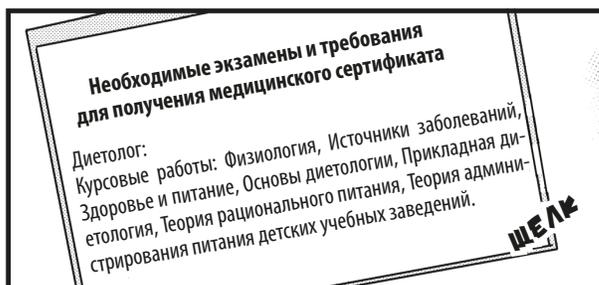


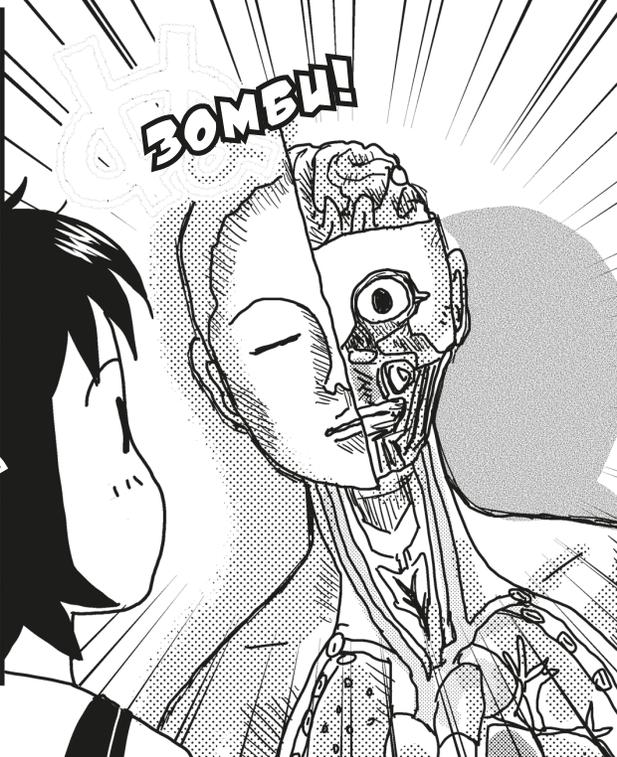
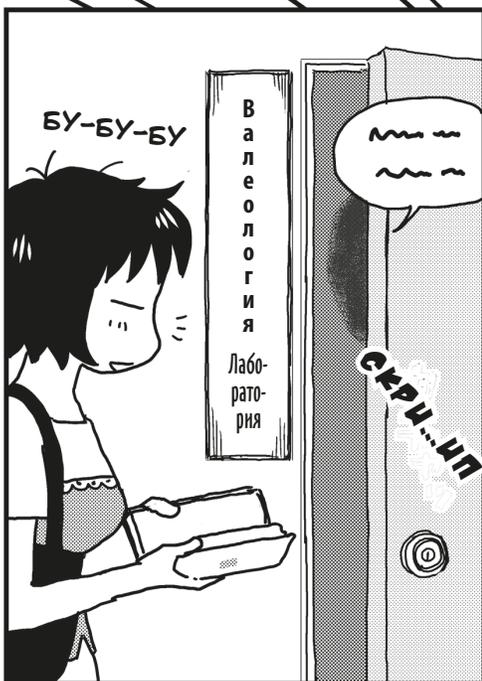
О, СПА... СПАСИБО.

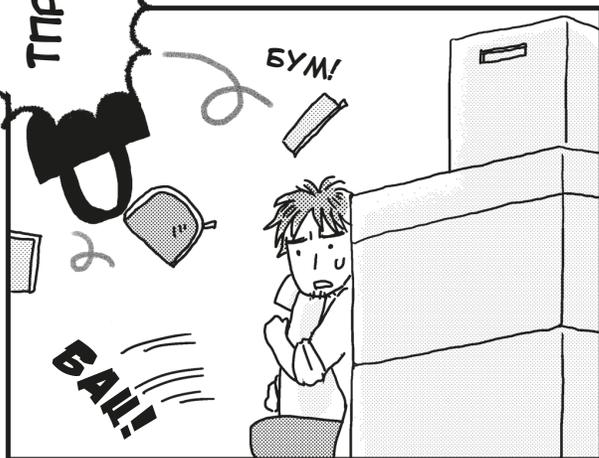
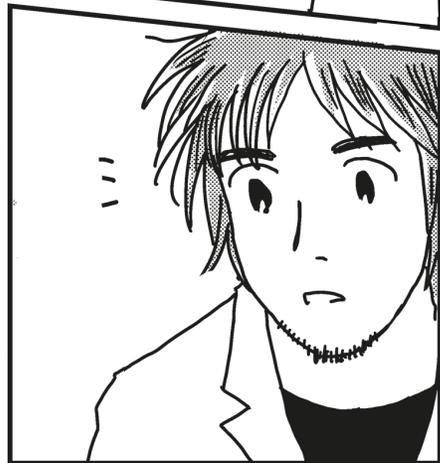
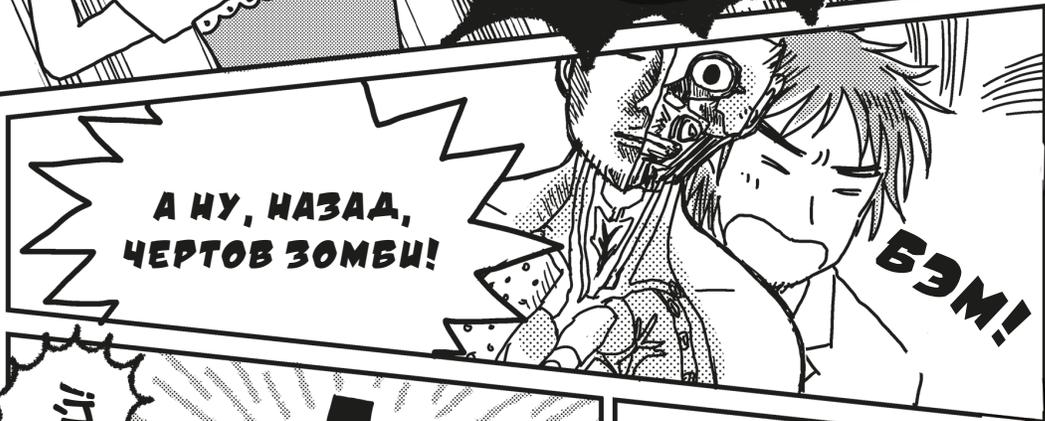
ПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ДЕСЯТЬ ДНЕЙ!



ВЫУЧИТЕ ВСЕ, ЧТО В ЭТИХ КНИГАХ!







ГЛАВА

1

# КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

СОГЛАСОВАНО  
РАБОТАЮЩИЕ НАСОСЫ



# 1. ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТЬ СЕРЦА

СТЫДНО  
ПРИЗНАТЬСЯ,  
НО Я СЕЙЧАС  
ГОТОВЛЮСЬ К  
ПЕРЕЭКЗАМЕНОВКЕ...

ЗАДУМАЛАСЬ  
СИЛЬНО, И ВОТ  
ОКАЗАЛАСЬ ТУТ.

КАКАЯ У ТЕБЯ  
КОНЦЕНТРАЦИЯ  
ВНИМАНИЯ, ПРОСТО  
ПОРАЗИТЕЛЬНО!

КАК ТЕБЯ  
ЗОВУТ?

Ой,  
ПРОСТИТЕ!

МЕНЯ ЗОВУТ  
КУМИКО КАРАДА.  
ПЕРВЫЙ КУРС,  
СЕСТРИНСКОЕ  
ОТДЕЛЕНИЕ.

МИСС  
КАРАДА...  
НЕ ТАК ЛИ?

ПРИЯТНО  
ПОЗНАКОМИТЬСЯ,  
Я КАЙСИ.

Старший препода-  
ватель *Осаму Кайси*,  
кафедра спорта и  
медико-санитарных  
дисциплин.

ВЫ  
ЗАНИМАЕТЕСЬ?  
СЕЙЧАС ЖЕ ЛЕТО!

Я ЧИТАЮ  
НОВУЮ ДИСЦИПЛИ-  
НУ В ЭТОМ ГОДУ.  
НАДО ПОДГОТОВИТЬСЯ!



ПОСЛУШАЙ...

ТЫ ГОВОРИШЬ,  
ЧТО ГОТОВИШЬСЯ  
К ПЕРЕДАЧЕ...  
ТЕБЕ ЧТО, НЕ НРА-  
ВИТСЯ ФИЗИОЛОГИЯ?



Я ЕЕ  
НЕНАВИЖУ!



НУ, ВООБЩЕ-ТО  
У МЕНЯ ПЛОХО  
С ФИЗИОЛОГИЕЙ!

ДУМАЮ, У  
МНОГИХ ТАКАЯ  
ЖЕ ПРОБЛЕМА.

Я СЮ...



Э...Э

Я МНОГО  
ЧЕГО ЗНАЮ  
ПРО ТЕЛО, НО...

...НО ВОТ, КАК  
В НЕМ ВСЕ  
РАБОТАЕТ - ТУТ  
Я БЕЗ ПОНЯТИЯ.

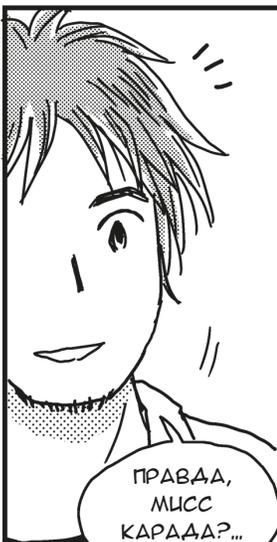


ХМ...

А СПОРТОМ ТЫ  
ЗАНИМАЕШЬСЯ?

АГА!

Я БЕГАЛА НА  
АЛЮМИННЫЕ ДИСТАН-  
ЦИИ, КОГДА УЧИ-  
ЛАСЬ В СТАРШИХ  
КЛАССАХ.



ПРАВДА,  
МИСС  
КАРАДАА?...



ДАВАЙТЕ,  
МИСС КАРАДАА  
ПОМОЖЕТ НАМ  
ПОДГОТОВИТЬСЯ  
К ЛЕКЦИИ.

ВЫ ЗА?

Аспирантка  
Токо Ямада

Аспирант  
Атсуро  
Сузуки

НУ, ЭЭЭ...

МНЕ НАДО ГОТОВИТЬСЯ  
К ЭКЗАМЕНУ, ПОЖАЛУЙ,  
Я ПОЙДУ.

ШУХ

ШУХ

ИЗВИНИТЕ ЗА  
БЕСПОКОЙСТВО.

ШУХ

ШУХ

БА-

-Ц

ДА ЧТО Ж ЭТО  
ТАКОЕ?

ТЫ СЛОМАЛА...

...НАШУ  
АНАТОМИ-  
ЧЕСКУЮ  
МОДЕЛЬ...

...ОНА СТОИТ  
МИЛЛИОН ЙЕН.\*

ЭМ...М

ТЫ ЕЕ...  
...ИСТОРИИ

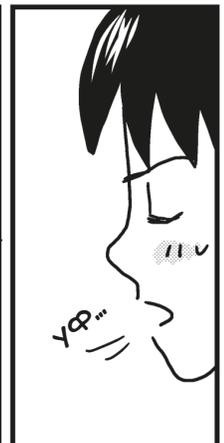
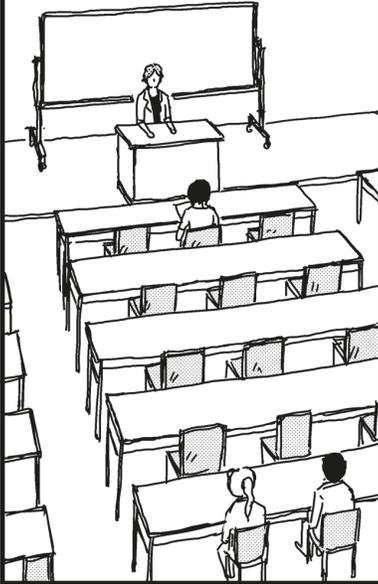
УХ!

НО, ЕСЛИ БЫ ТЫ  
ПОМОГЛА НАМ ПО  
НЕСКОЛЬКО ЧАСОВ В  
НЕДЕЛЮ, Я БЫ СЧИ-  
ТАЛ, ЧТО ТЫ РАССЧИ-  
ТАЛАСЬ ЗА ЭТО.

ПРАВДА?  
СПАСИБО,  
ПРОФЕССОР...  
К...К...КАЙСИ!

ФУУХ

На следующее утро



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА СОСТОИТ ИЗ ОРГАНОВ, КОТОРЫЕ ПЕРЕНОСЯТ КРОВЬ ПО ТЕЛУ. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ, ЗАПУСКАЮЩАЯ СОКРАЩЕНИЕ СЕРДЦА, ПЕРЕДАЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИМПУЛЬС, ТО ЕСТЬ КОМАНДУ НА СЖАТИЕ, ОТ СИНУСОВОГО УЗЛА К КЛЕТКАМ МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКА. СИНУСОВЫЙ УЗЕЛ, ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ УЗЕЛ...



**СТОП!**



ПОДОЖДИ СЕКУНДУ. ТЫ ПОНИМАЕШЬ, ВООБЩЕ, ТО, ЧТО ПРОИЗНОСИШЬ?

НО МНЕ СКАЗАЛИ, ЧТО В ФИЗИОЛОГИИ ГЛАВНОЕ ЗАПОМНИТЬ!



ЭТО ПРОФЕССОР ИТАКИ ТАК СКАЗАЛ?

Кивает

ХИ-ХИ



ХМ...



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА СОСТОИТ ИЗ СЕРДЦА И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ.

СЕРДЦЕ - ЭТО МОЩНЫЙ НАСОС, КОТОРЫЙ ГОНИТ КРОВЬ ПО СЕТИ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ НАПОДОБИЕ ТРУБ.

**Кровеносная система**



ВЫ И ВПРАВДУ ХОТИТЕ НАЧАТЬ С САМЫХ АЗОВ?

КОНЕЧНО!  
КРОВЬ НУЖНА ДЛЯ  
ТОГО, ЧТОБЫ ДОСТАВ-  
ЛЯТЬ КИСЛОРОДА И ПИ-  
ТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА...

...И ЕСЛИ КРОВЬ  
ПЕРЕСТАНЕТ ТЕЧЬ,  
ЧЕЛОВЕК УМРЕТ.

НАШЕ СЕРДЦЕ  
ЗАСТАВЛЯЕТ КРОВЬ  
ТЕЧЬ ПО СОСУДАМ.  
ВОТ ПОЧЕМУ ДЛЯ  
ПОДДЕРЖАНИЯ  
ЖИЗНИ ОНО ПРОСТО  
НЕОБХОДИМО.

О, БОЖЕ, Я ТАК  
ДАВНО ИЗУЧАЛА  
ОРГАНЫ КРОВО-  
ОБРАЩЕНИЯ.

ИТАК...

СУЩЕСТВУЮТ  
ДВА КОНТУРА  
КРОВООБРА-  
ЩЕНИЯ. ОДИН  
РАСПОЛОЖЕН В  
ЛЕГКИХ, А ДРУ-  
ГОЙ ПРОНИЗЫ-  
ВАЕТ ВСЕ ТЕЛО.

ИХ НАЗЫВАЮТ МАЛЫЙ  
ИЛИ ЛЕГОННЫЙ КРУГ  
КРОВООБРАЩЕНИЯ, И  
БОЛЬШОЙ ИЛИ СИСТЕ-  
МНЫЙ КРУГ КРОВО-  
ОБРАЩЕНИЯ, ТАК?

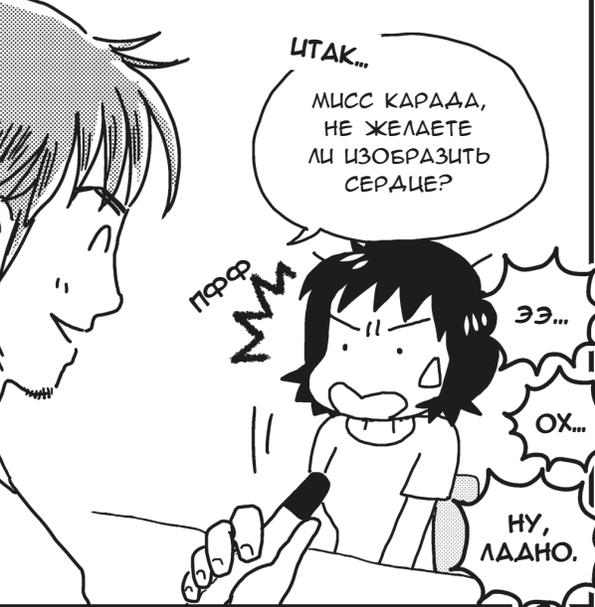
СОВЕРШЕННО  
ВЕРНО.

ДАВАЙ ЕЩЕ НЕМНОГО  
ПОРАЗМЫШЛЯЕМ.  
ТЫ, НАВЕРНОЕ, ЗНАЕШЬ, ЧТО  
СЕРДЦЕ СОСТОИТ ИЗ ДВУХ  
ЧАСТЕЙ: ЛЕВОГО ОТДЕЛА  
СЕРДЦА И ПРАВОГО ОТДЕЛА  
СЕРДЦА.

В ЛЕВОМ  
ОТДЕЛЕ НАХО-  
ДЯТСЯ ЛЕВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ  
И ЛЕВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК, В ПРА-  
ВОМ - ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ  
И ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК. ЭТО  
ЧЕТЫРЕ ОТДЕЛЬНЫЕ ПОЛОСТИ,  
НАЗЫВАЕМЫЕ КАМЕРАМИ.

ТАК,  
ТАК...

НУ, ХОТЬ ЭТО  
ОНА ЗНАЕТ  
НА ОТЛИЧНО.



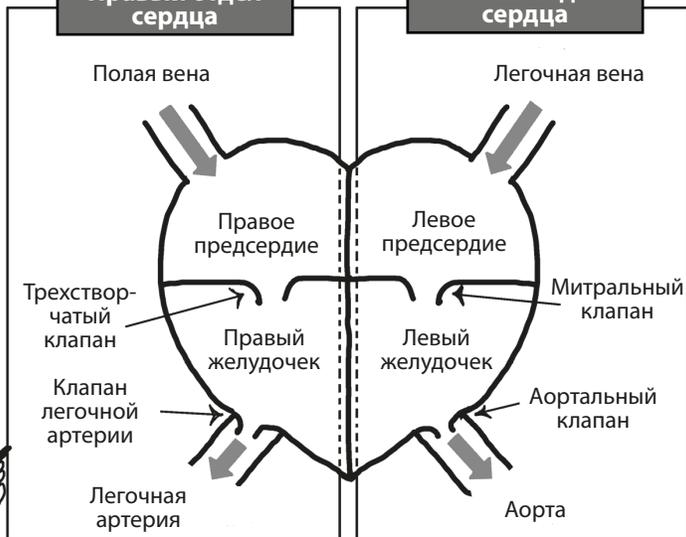
АРТЕРИИ И ВЕНЫ, СОЕДИНЕННЫ С СЕРДЦЕМ ВОТ ТАК, ВСЕ ВЕРНО. СЕРДЦЕ СОСТОИТ ИЗ ЧЕТЫРЕХ КАМЕР И ЧЕТЫРЕХ КЛАПАНОВ.

ПРАВУЮ И ЛЕВУЮ ЧАСТИ НАЗЫВАЮТ СООТВЕТСТВЕННО ПРАВЫМ ОТДЕЛОМ СЕРДЦА И ЛЕВЫМ ОТДЕЛОМ СЕРДЦА.



### Правый отдел сердца

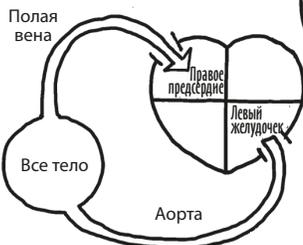
### Левый отдел сердца



ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЛЕВЫЙ ОТДЕЛ СЕРДЦА ПЕРЕКАЧИВАЕТ КРОВЬ ВО ВСЕ ЧАСТИ ТЕЛА.



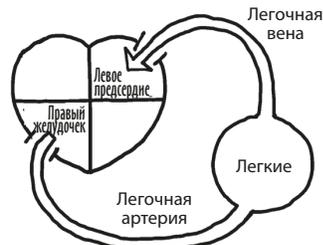
### Большой круг кровообращения



ПО БОЛЬШОМУ КРУГУ КРОВООБРАЩЕНИЯ КРОВЬ ЦИРКУЛИРУЕТ ОТ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА К ПРАВОМУ ПРЕДСЕРДИЮ, ПРОХОДЯ ЧЕРЕЗ ВСЕ ЧАСТИ ТЕЛА.

ПО МАЛОМУ КРУГУ КРОВЬ ЦИРКУЛИРУЕТ ОТ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА К ЛЕВОМУ ПРЕДСЕРДИЮ, ПРОХОДЯ ЧЕРЕЗ ЛЕГКИЕ.

### Малый круг кровообращения



ПРАВЫЙ И ЛЕВЫЙ ОТДЕЛЫ СЕРДЦА - ЭТО «НАСОСЫ», А БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ - ЭТО «ТРУБОПРОВОДЫ», ПОНЯТНО?

МОЖЕТ ВСЕ ЭТО НЕ ТАКИЕ УЖ И АЗЫ

ТАК, ДАВАЙ ДВИГАТЬСЯ ДАЛЬШЕ.

ТЫ УЖЕ ЗНАЕШЬ, ЧТО, СЕРДЦЕ СОКРАЩАЕТСЯ И РАССЛАБЛЯЕТСЯ В ХОРОШО ОТРЕГУЛИРОВАННОМ РИТМЕ, КОГДА МЫШЦА, НАЗЫВАЕМАЯ МИОКАРД, ПОЛУЧАЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИМПУЛЬС.

АГА, А ЭТОТ  
РЫТМ СОКРАЩЕНИЙ  
СОЗДАЕТСЯ СИСТЕМОЙ  
ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ  
ИМПУЛЬСА?



ВОТ  
ИМЕННО!



ИТАК...

**ФУТБОЛ**

СИСТЕМУ ЭЛЕКТРО-  
ПРОВОДИМОСТИ  
ИМПУЛЬСА МОЖНО  
ПРЕДСТАВИТЬ КАК  
ЦЕЛУЮ ФУТБОЛЬ-  
НУЮ КОМАНДУ!



КАК ЭТО?

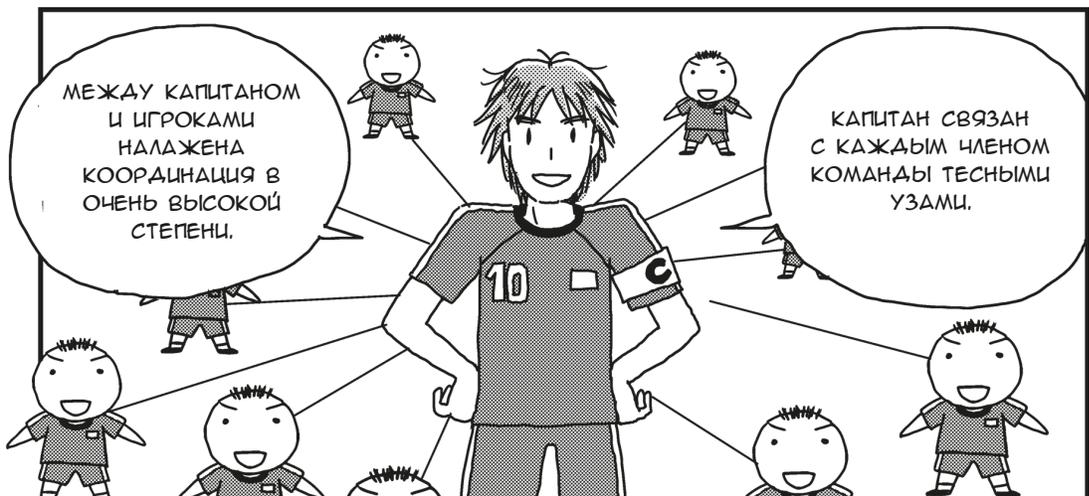


ГЛАВНЫЙ ЧЕЛОВЕК  
ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ  
ИМПУЛЬСАМ, КОТОРЫЕ  
ЯВЛЯЮТСЯ ИСТОЧНИКОМ  
СЕРДЕЧНОГО РИТМА,  
ЭТО ТРЕНЕР.



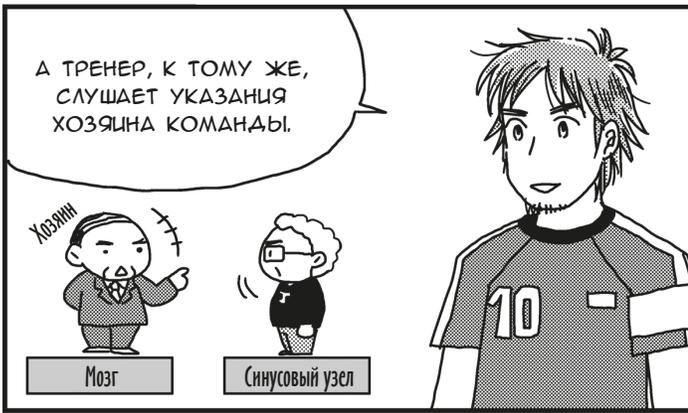
ИМПУЛЬСЫ  
ПЕРЕДАЮТСЯ  
КАПИТАНУ...

...А ОТ НЕГО  
ПЕРЕДАЮТСЯ  
ИГРОКАМ.



МЕЖАУ КАПИТАНОМ  
И ИГРОКАМИ  
НАЛАЖЕНА  
КООРДИНАЦИЯ В  
ОЧЕНЬ ВЫСОКОЙ  
СТЕПЕНИ.

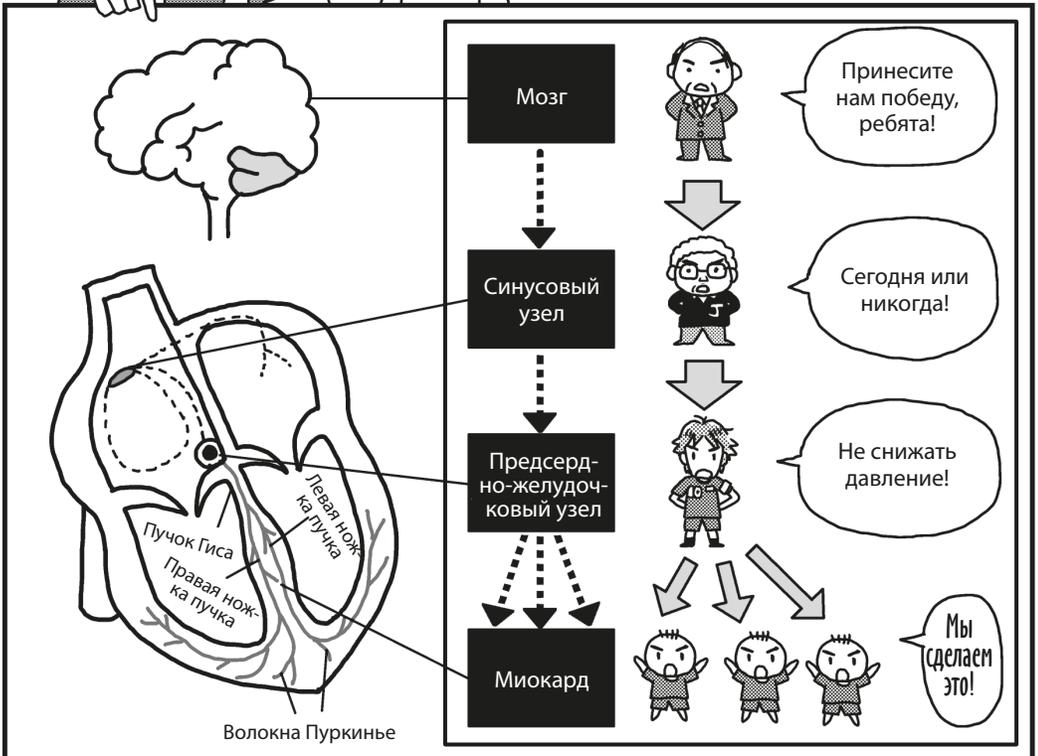
КАПИТАН СВЯЗАН  
С КАЖДЫМ ЧЛЕНОМ  
КОМАНДЫ ТЕСНЫМИ  
УЗАМИ.



ЕСЛИ ИЗОБРАЗИТЬ ВСЕ ЭТО НА СХЕМЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ ИМПУЛЬСА...



...ТО, ХОЗЯИН ЭТО - МОЗГ. ТРЕНЕР - ЭТО СИНУСОВЫЙ УЗЕЛ. КАПИТАН - ЭТО ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ УЗЕЛ. УКАЗАНИЯ КАПИТАНА КОМАНДЫ ПЕРЕДАЮТСЯ ПО ПУЧКУ ГИСА, ЛЕВОЙ НОЖКЕ ПУЧКА или ПРАВОЙ НОЖКЕ ПУЧКА, и ВОЛОКНАМ ПУРКИНЬЕ. А ИГРОКИ КОМАНДЫ - ЭТО МИОКАРД.



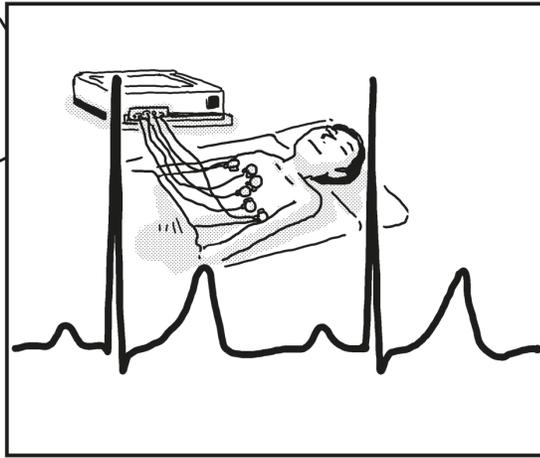
Мозг инициирует электрический импульс в синусовом узле, который передается в предсердно-желудочковый узел, а уже потом этот импульс передается клеткам миокарда.



## 2. ДВИЖЕНИЯ СЕРДЦА И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА



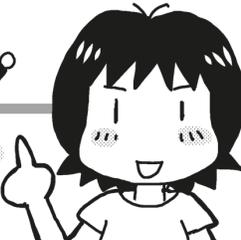
ДАВАЙ РАССМОТРИМ СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЭТИМ ВОЛНОБРАЗНЫМ ГРАФИКОМ И ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЕЙ СЕРЦА.



Я ОЧЕНЬ ХОРОШО ПОМНЮ СВОЮ ПЕРВУЮ КАРДИОГРАММУ.



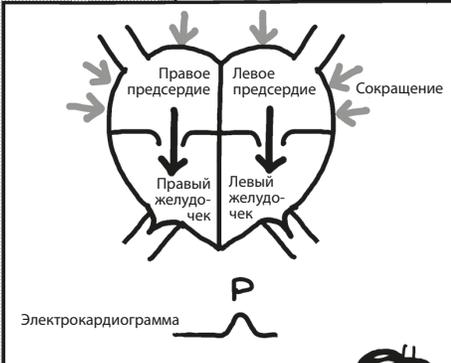
ВО-ПЕРВЫХ, ИМПУЛЬСЫ ПЕРЕДАЮТСЯ ОТ СИНУСОВОГО УЗЛА В ПРЕДСЕРДИЕ, ВЫЗЫВАЯ СОКРАЩЕНИЕ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЙ.



ЭТО СОЗДАЕТ ЗУБЕЦ Р, ТАК? ЭТО - САМЫЙ МАЛЕНЬКИЙ ЗУБЕЦ.



ВСЕ ВЕРНО. ЗАТЕМ СОКРАЩЕНИЕ ПРЕДСЕРДИЙ ОТПРАВЛЯЕТ НАХОДЯЩУЮСЯ В НИХ КРОВЬ В ЖЕЛУДОЧКИ.



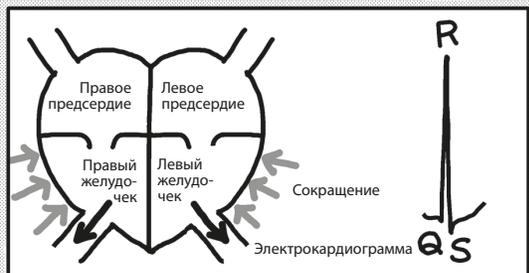
А ПОРЦИЯ КРОВИ ПЕРЕДАЕТСЯ В ЖЕЛУДОЧКИ, ДА?



ДАЛЕЕ КОМАНДЫ, ПОСТУПАЮЩИЕ ИЗ ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВОГО УЗЛА, ПРОХОДЯТ ЧЕРЕЗ ПУЧОК ГИСА, ЛЕВУЮ НОЖКУ ПУЧКА И ВОЛОКНА ПУРКИНЬЕ, И ПОСТУПАЮТ В МИОКАРД, СТИМУЛИРУЯ ЛЕВЫЙ И ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧКИ.



ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ КОМПЛЕКС ИЛИ КОМПЛЕКС QRS.



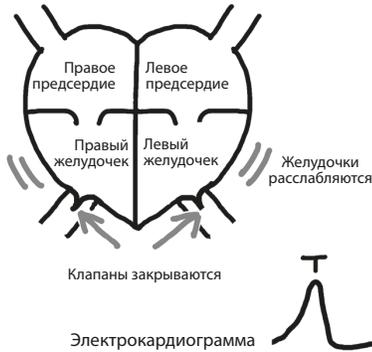
ЖЕЛУДОЧКИ СОКРАЩАЮТСЯ, И КРОВЬ ОТПРАВЛЯЕТСЯ В АОРТУ И ЛЕГОЧНУЮ АРТЕРИЮ.



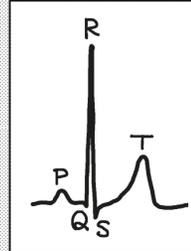
ВЕРНО.

И НАКОНЕЦ,  
ЗУБЕЦ Т...

ЗАЕСЬ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ СТИМУЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ И ОНИ РАССЛАБЛЯЮТСЯ.



ТАКИМ ОБРАЗОМ, ТЫ ПОЛУЧИЛА ХОРОШЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ТОМ, ЧТО ПРОИСХОДИТ!



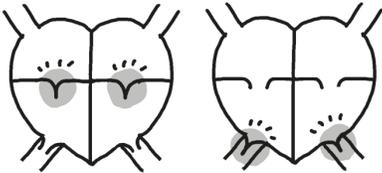
Я ПОНЯЛА!

КСТАТИ, ТЫ ЗНАЕШЬ, ЧТО ПРОИСХОДИТ, КОГДА ТЫ СЛЫШИШЬ СТУК СВОЕГО СЕРЦА?

ЭТО, КОГДА КЛАПАНЫ ЗАКРЫВАЮТСЯ?

ТОЧНО.

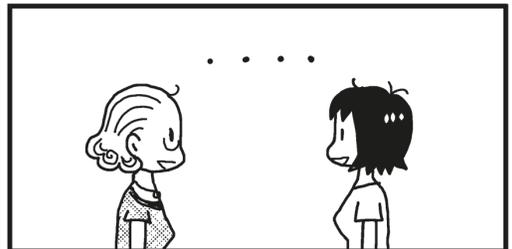
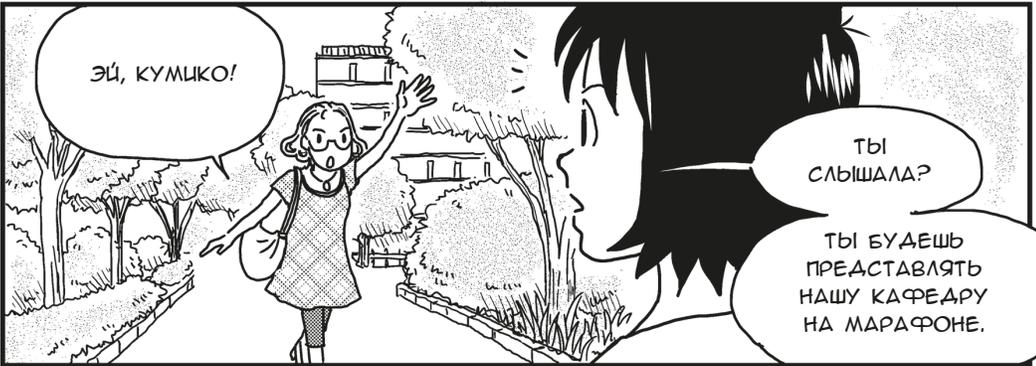
КАЖДЫЙ КЛАПАН В СЕРЦЕ ИЗДАЕТ ЗВУК ПРИ ЗАКРЫТИИ, КАК СТУК КАСТАНЕТ!



НА СЕГОДНЯ ХВАТИТ.

ЗАПОМНИ, ЕСЛИ ХОЧЕШЬ ПОМОЧЬ ПАЦИЕНТУ И ИСПОЛЬЗОВАТЬ СВОИ ЗНАНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ, МАЛО ПРОСТО ЗАПОМНИТЬ. ТЫ ДОЛЖНА ВИДЕТЬ КАРТИНУ ШИРЕ И ПОНИМАТЬ, КАК КАЖДАЯ ОТДЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ СООТНОСИТСЯ СО ВСЕМ ОСТАЛЬНЫМ!







Система кровообращения состоит из органов, по которым кровь, лимфа и другие жидкости, распространяются по всему телу. Сердце, кровеносные сосуды и лимфатические узлы переносят кислород, питательные вещества, гормоны и так далее, к тканям внутри нашего тела, и в то же время собирают продукты жизнедеятельности от различных частей тела.

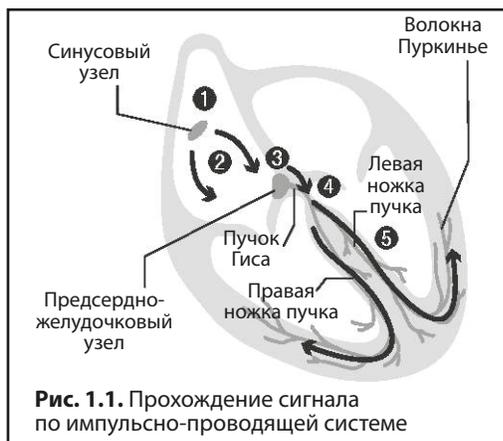
Давайте вместе с Кумико узнаем более подробно о том, как работает кровеносная система.

### 3. ЭЛЕКТРОАКТИВНОСТЬ СЕРДЦА

Когда в сердце приходит электрический импульс, мышцы, формирующие его стенки, сокращаются. Это сокращение происходит в результате работы системы электропроводимости импульса, показанной на **рис. 1.1**.

Импульс, исходящий из синусового узла **1**, распространяется подобно волне по всем предсердиям, вызывая их сокращение. Затем импульс доходит до предсердно-желудочкового узла **2**, который находится между левым и правым предсердиями, и передается в пучок Гиса **3**. Пучок Гиса делится на два ответвления **4**, левую ножку пучка и правую ножку пучка. Левая и правая ножки далее разделяются на более мелкие ножки

в левом и правом желудочках соответственно. Эти более мелкие ножки называются волокнами Пуркинье **5**. Импульсная проводящая система расположена в особой мышечной ткани, называемой сердечной мышцей или миокардом.



**Рис. 1.1.** Прохождение сигнала по импульсно-проводящей системе



Синусовый узел автоматически генерирует импульс, так?

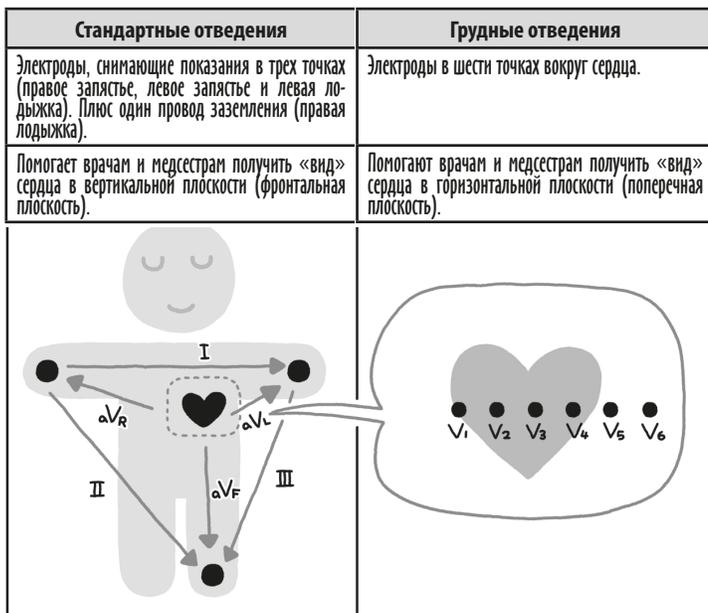


Верно. Он производит от 60 до 80 импульсов в минуту, даже если не получает никаких команд от центральной нервной системы. Иными словами синусовый узел генерирует нормальный сердечный ритм и, следовательно, является природным кардиостимулятором.

Импульсы также генерируются другими кардиоволокнами – теми, что расположены в предсердно-желудочковом узле. Однако сердечный ритм задает синусовый узел, потому что он разряжает импульсы быстрее, чем другие части сердца. Если синусовый узел работает неправильно, кардиостимулятором становится предсердно-желудочковый узел. Но так как он генерирует импульсы реже, частота сердечных сокращений уменьшается.

## КАК СНИМАЮТ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММУ

Электрокардиограмма – это графическое изображение электрических импульсов, проходящих от системы электропроводимости импульса ко всему миокарду. Обычно к груди пациента крепятся шесть электродов, и еще четыре электрода крепятся на запястья и лодыжки. (Электроды, прикрепленные к запястьям и одной лодыжке, снимают электрокардиограмму, а закрепленный на правой лодыжке присоединен к нейтрали, или, как говорят, к «земле», чтобы заземлить всю цепь.) В результате мы снимаем электрокардиограмму с помощью 12 проводов.



Шесть проводов, обозначенные I, II, III,  $V_1$ ,  $V_2$  и  $V_6$ , называются стандартными отведениями, а шесть проводов, обозначенные от  $V_1$  до  $V_6$ , называются грудными отведениями.



Почему нужно 12 электродов? Многова-то как-то.



Представим себе, что провода – это что-то вроде видеокамер, смотрящих на сердце из точек, куда прикреплены электроды. Имея так много углов обзора, у вас складывается полная 3D-картинка, и пропустить что-то вряд ли возможно.

Если сердце сокращается в хорошо отрегулированном ритме, форма сигнала будет идти в непрерывном цикле. Однако, если в миокарде или проводящей импульс системе имеется отклонение, в соответствующем месте кардиограммы будут видны различные изменения. Например, если имеет место *аритмия* – сердечные сокращения происходят с необычной частотой – форма сигнала будет неправильной. К другим видам аритмии относятся *тахикардия* – слишком частое биение сердца, и *брадикардия* – слишком медленное.



Какое количество крови, по-твоему, переносится к аорте каждый раз, как сердце сокращается?



Хмм... Примерно размером с банку газировки?

Ух ты... подожди. Сердце размером примерно с кулак. Оно никак не может вмещать 350 мл. Так называемый ударный объем сердца равен примерно 70 мл. Это приблизительно размер баночки из-под духов или йогурта.

Сердечный выброс за минуту можно посчитать так:

$$\text{Сердечный выброс (мл/мин)} = \text{Ударный объем сердца (мл/удар)} \times \text{Частота сердцебиений (удар/мин)}$$

### Знаете ли вы, что...

*Частота сердцебиения у младенца выше, чем у взрослого; она снижается по мере взросления. Большинство взрослых людей имеют пульс в спокойном состоянии примерно 60–80 ударов в минуту. Пожилые люди обычно имеют пульс ниже, чем молодые или люди среднего возраста.*

*Так как объем циркулирующей по организму крови равен примерно 5 литрам, вся кровь проходит полный цикл по телу примерно за одну минуту.*

## 4. КАК НЕРВНАЯ СИСТЕМА ВЛИЯЕТ НА СИСТЕМУ КРОВООБРАЩЕНИЯ



Когда вы бываете удивлены, выступаете публично, занимаетесь спортом или находитесь в любой другой стрессовой ситуации, частота сердцебиения растет. Этот рост вызван деятельностью вашей *вегетативной нервной системы* (см. стр.134). Если в результате стресса или напряжения требуется больший кровоток, вегетативная нервная система приходит в возбуждение, синусовый узел стимулируется, и пульс растет. С другой стороны, когда вы расслаблены, ваша парасимпатическая нервная система замедляет ваш пульс.



*А разве импульсы в синусовом узле автоматически не генерируются, не получая команд от мозга?*



*Хороший вопрос! Синусовый узел конечно может генерировать импульсы автоматически, но частота таких импульсов регулируется вегетативной нервной системой.*

Вегетативная нервная система управляет физиологической реакцией, начиная от кровяного давления и пульса и заканчивая расширением зрачков. Вегетативную нервную систему делят на *симпатическую* (которая генерирует реакцию «бей–беги») и *парасимпатическую* (которая генерирует реакцию «ешь–спи»).

Вегетативная нервная система отвечает за рост частоты сердечных сокращений и стимуляцию сужения кровеносных сосудов. В свою очередь парасимпатическая нервная система отвечает за снижение частоты сердечных сокращений, а активация этой нервной системы ведет к снижению кровяного давления.

## 5. КОРОНАРНЫЕ АРТЕРИИ

Перед тем, как начать разговор о кровообращении, мы должны понять, как само сердце получает кислород и питательные вещества.



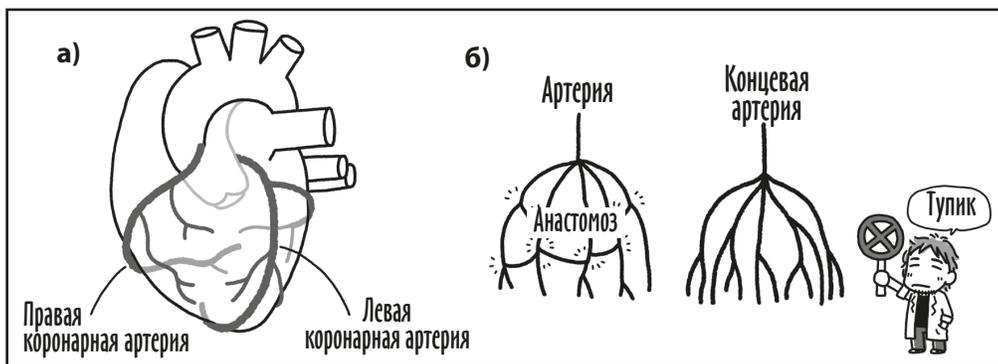
Ты знаешь, по каким кровеносным сосудам к миокарду переносятся кислород и питательные вещества?



По коронарным артериям?

Верно. Эти артерии называют *коронарными* потому, что они окружают сердце в форме короны. Представь себе церемонию коронавания новой королевы, когда ей возлагают на голову корону.

Коронарные артерии в общем можно поделить на правую коронарную артерию и левую коронарную артерию (**рис. 1.2(а)**). Более мелкие ответвления коронарных артерий пронизывают поверхность сердечной мышцы, и, следовательно, служат основным источником кислорода и питательных веществ для миокарда.



**Рис. 1.2.** Коронарные артерии (а) и концевые артерии (б)

Можно подумать, что сердце способно получать весь необходимый кислород и питательные вещества из крови, которую оно постоянно перекачивает через свои камеры. Но на самом деле сердце способно поглощать только мизерное количество кислорода и питательных веществ таким вот способом. Поэтому коронарные артерии нужны для того, чтобы доставить кровь глубоко в мышечную ткань сердца.

Артерии большинства внутренних органов разветвляются и вновь соединяются (анастомозируют). Следовательно, даже если какой-то кровеносный сосуд стал непроходим в каком-то месте, кровь потечет по другому маршруту. Однако коронарные артерии вокруг сердца называются *концевыми артериями*, так как их ответвления не анастомозируют (**рис. 1.2(б)**). Значит, если где-то в них имеется непроходимость, кровь перестает течь в этом месте, за чем следует инфаркт.

### Знаете ли вы, что...

*Коронарные артерии – это не единственные концевые артерии. Такие артерии есть еще в мозгу. Непроходимость (или окклюзия сосуда) в таких концевых артериях в мозгу очень серьезная вещь. Полная непроходимость приводит к инсульту.*

## 6. КРОВООБРАЩЕНИЕ



Мы теперь знаем, что есть два круга кровообращения: большой круг и малый или легочный круг. Ты думаешь, что сможешь объяснить, как они работают?



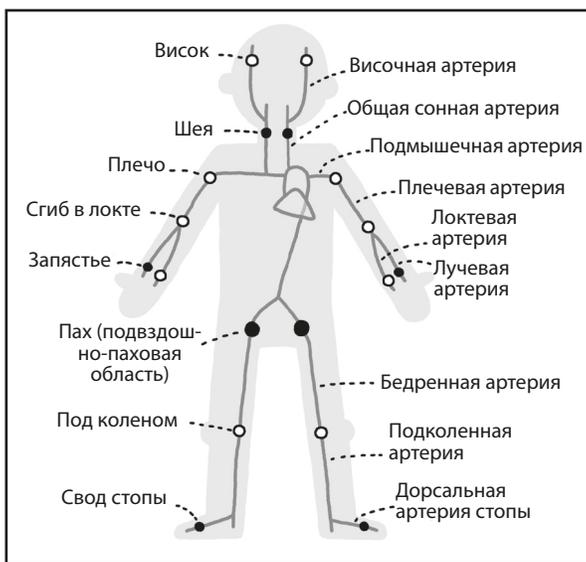
**Малый круг** начинается от правого желудочка, проходит через легкие, где обогащается кислородом перед тем, как вернуться в левое предсердие. А **большой круг** начинается от левого желудочка, проходит через все ткани тела, снабжая их кислородом и питательными веществами перед тем, как вернуться в правое предсердие.

Совершенно верно! На схеме (см. стр. 27) показаны большой и малый круги кровообращения. Так как дальше эти базовые вещи необходимы нам для изучения каждого внутреннего органа, убедись, что понимаешь все на этом рисунке.

Следует затронуть тему артерий и вен. Запомните, что *артерии* – это кровеносные сосуды, по которым кровь движется от сердца, а *вены* – это кровеносные сосуды, по которым кровь движется к сердцу, проходя через капилляры.

Так как в артерии поступает кровь, которую сердце выталкивает под большим давлением, стенки этих сосудов толстые, и их эластичность и внутреннее давление велики. У вен стенки тонкие и снабжены клапанами в разных местах, чтобы кровь не потекла в обратном направлении. Внутреннее давление в них низкое, и току крови помогают окружающие мышцы. Некоторые вены проходят прямо под кожей, поэтому их называют поверхностными венами. Забор крови для анализа часто производят из срединной локтевой вены на сгибе руки. Это тоже поверхностная вена.

Хотя артерии в основном проходят в глубине тела, имеются места, где их легко нащупать и измерить пульс (**рис. 1.3**).



**Рис. 1.3.** Места, где можно нащупать пульс



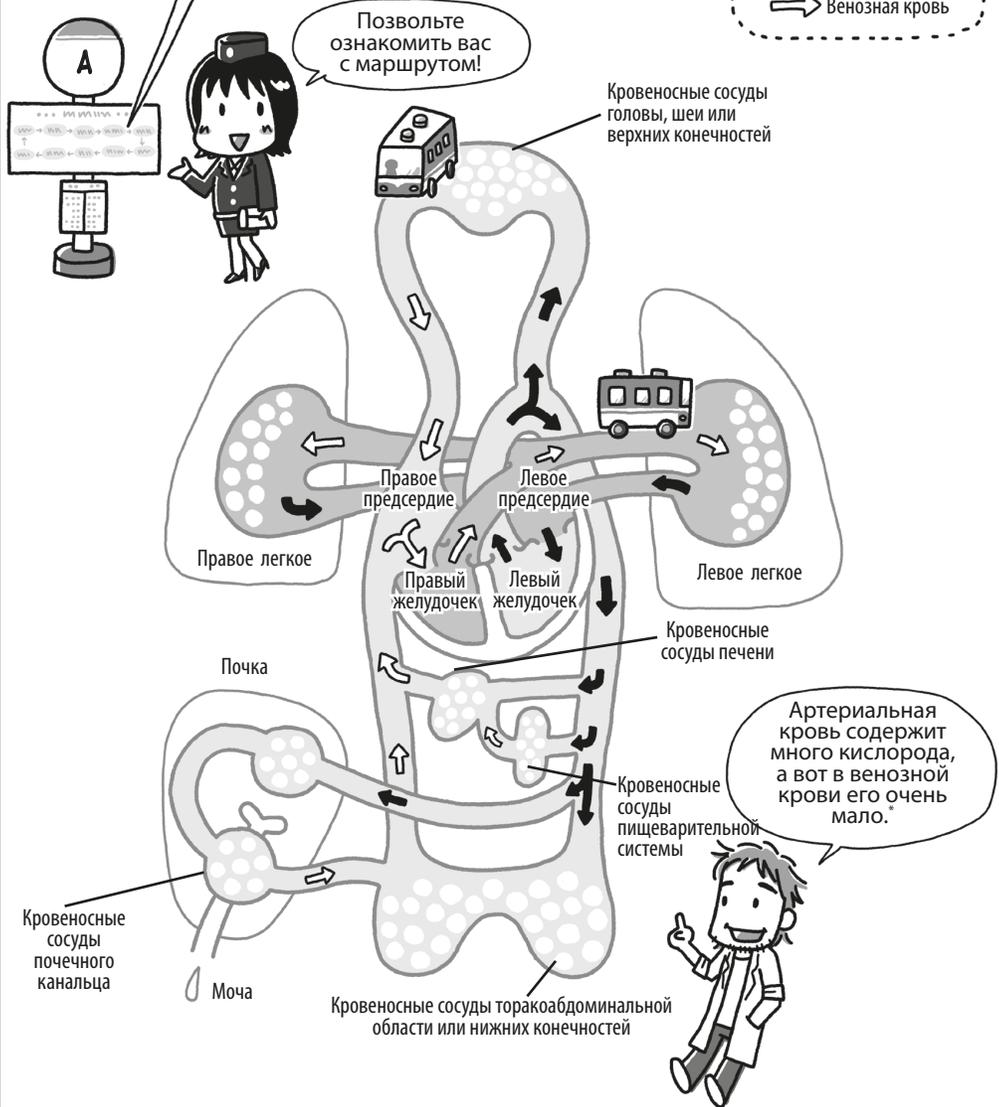
Это места относительно неглубокого залегания артерий, так?



Верно. На приеме у врача твой пульс обычно измеряют на лучевой артерии запястья или на сонной артерии на шее..

## СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ

### Схема маршрута автобуса Кровообращение



\* В целом артериальная (насыщенная кислородом) кровь течет по артериям, а венозная (с низким содержанием кислорода) кровь течет по венам. Конечно же, есть исключения. Бедная кислородом кровь течет в легочной артерии от сердца к легким, а легочные вены переносят насыщенную кислородом кровь от легких к сердцу.

## 7. КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Кровяное давление – это давление внутри сосудов, но этим термином обычно обозначают давление в крупных артериях рядом с сердцем, например, в плечах.



Каковы же факторы, определяющие кровяное давление?



Факторы? Ну... ээ... возраст, диета и...

Да. Кровяное давление обычно имеет тенденцию повышаться с возрастом, когда человек достигает средних лет и старше, но давайте рассмотрим физиологические факторы.

Три фактора, которые влияют на кровяное давление, – это диаметр кровеносных сосудов, объем циркулирующей крови и сократительная способность миокарда (см. **рис. 1.4**). Например, если объем циркулирующей крови (общий объем крови в артериях) и сократительная способность миокарда постоянны, то кровяное давление будет расти, если кровеносные сосуды сужаются. Давление будет падать при уменьшении объема крови из-за кровоизлияния или в случае, когда сжимающее давление сердца снижается при инфаркте.

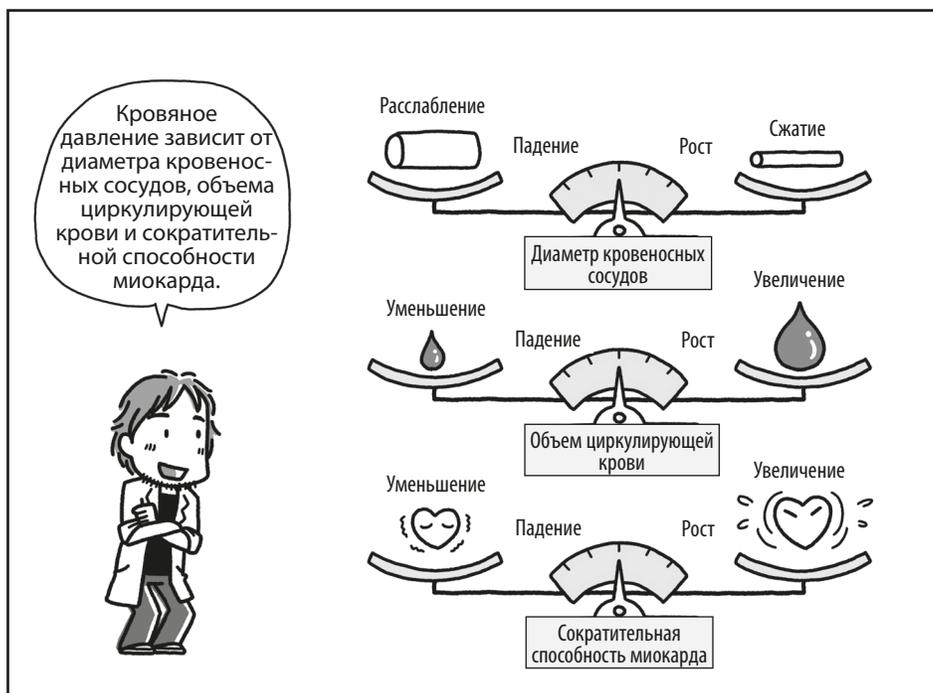
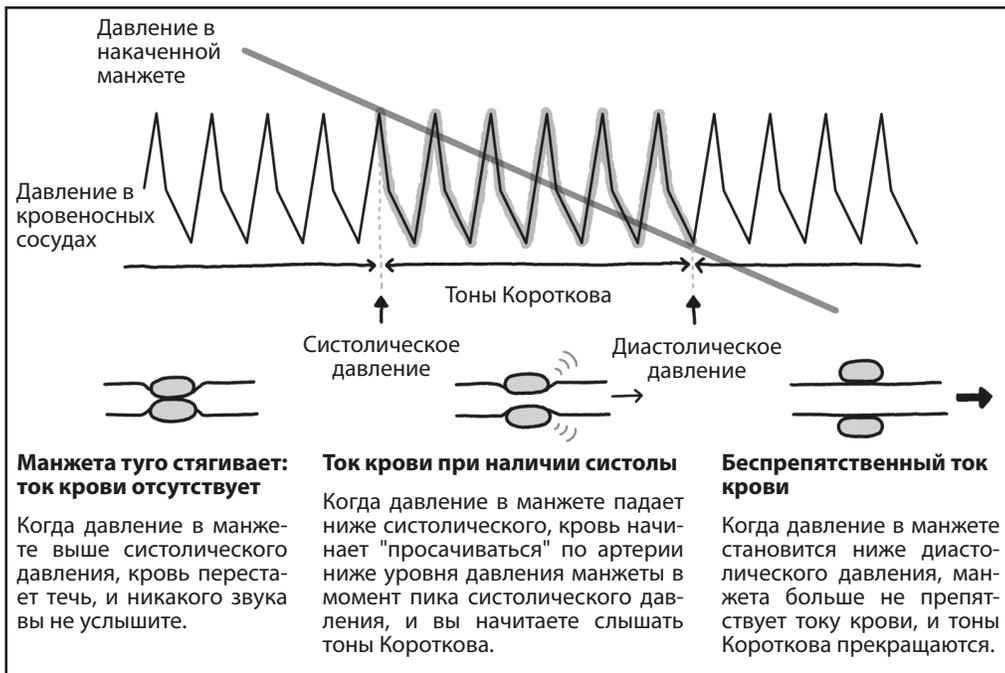


Рис. 1.4. Факторы, влияющие на кровяное давление



**Рис. 1.5.** Измерение кровяного давления аускультативным методом



Ты изучала принципы и приемы измерения кровяного давления?



Конечно. На занятиях по основам сестринского дела.

Кровяное давление изменяется волнообразно: когда предсердие сокращается, оно растет, а когда предсердие расслабляется, оно падает. Максимальное значение давления называется *систолическим* давлением, а минимальное – *диастолическим*.

Надо накачать манжету, надетую на руку пациента в верхней ее части. Таким образом создается препятствие кровотоку. Затем потихоньку спускаем воздух из манжеты, и в стетоскопе в это время слушаем артерию. Когда услышим стук (называемый тонами Короткова), – это систолическое давление. Далее продолжаем спускать воздух, и, когда звуки прекратятся, это и есть диастолическое давление. Показания давления в этих двух точках и являются кровяным давлением пациента (см. **рис. 1.5**).

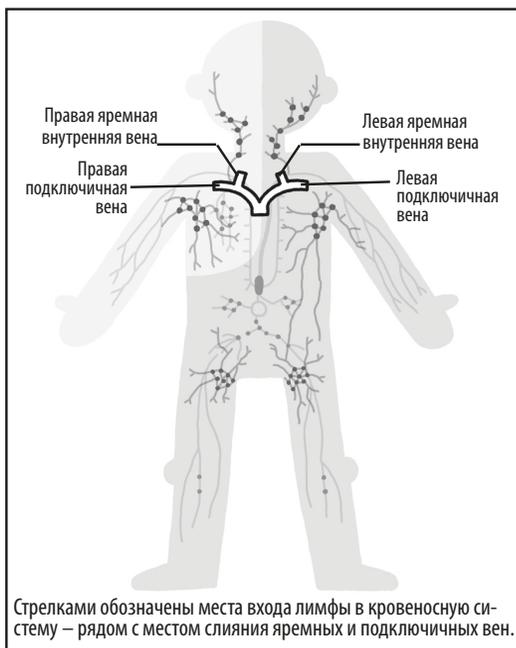
### **Знаете ли вы, что...**

*Единицы измерения кровяного давления – это миллиметры ртутного столба (мм рт. ст). Показанное при измерении число миллиметров ртутного столба соответствует числу миллиметров, на которое ртуть поднялась бы вверх по трубке под этим давлением.*

## 8. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Лимфатическая система – это часть кровеносной системы. Она собирает физиологические жидкости, которые просачиваются в ткани из капилляров, и возвращает их обратно в сердце. Она также поддерживает работу иммунной системы. Таким образом можно сказать, что органы лимфатической системы относятся как к кровеносной, так и к иммунной системам. В периферийных тканях происходит обмен внутритканевой жидкостью между капиллярами и тканью, но некоторая часть внутритканевой жидкости собирается в лимфатических сосудах. Внутритканевая жидкость в лимфатических сосудах называется лимфой. Лимфа течет примерно со скоростью от 2 до 3 литров в день.

Лимфатические сосуды берут начало от лимфатических капилляров, которые постепенно сходятся вместе, образуя крупные лимфатические сосуды. После прохождения многочисленных лимфатических узлов на своем пути, они, в конце концов, заходят в левый и правый венозные узлы, которые являются местом соединения подключичных вен и внутренних яремных вен (см. **рис. 1.6**). На внутренних стенках лимфатических вен есть клапаны, предотвращающие ток лимфы в обратном направлении.



**Рис. 1.6.** Лимфатическая система



*Лимфатические сосуды не симметричны с левой и правой стороны тела.*



*Зоркий глаз у тебя!*

Обрати внимание на светлую и темную тень на рисунке. Правый лимфатический ствол, в котором собираются вместе лимфатические сосуды верхней правой части тела, входит в правый венозный угол. В левый же угол входят лимфатические сосуды из левой верхней части тела плюс сосуды из всех частей тела, лежащих ниже точки входа.

### Знаете ли вы, что...

*Рак, который зарождается в лимфоузлах, называется лимфома. Чаще всего заболевание начинается где-то еще в теле, а затем распространяется на лимфоузлы. Когда опухоль растет или появляются метастазы, то часто ее клетки находят в лимфоузлах.*