

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ

МАНТА

ФИЗИОЛОГИЯ

Танака Эцуро
Кояма Кэйко



Ohmsha

DMK
издательство

Занимательная физиология

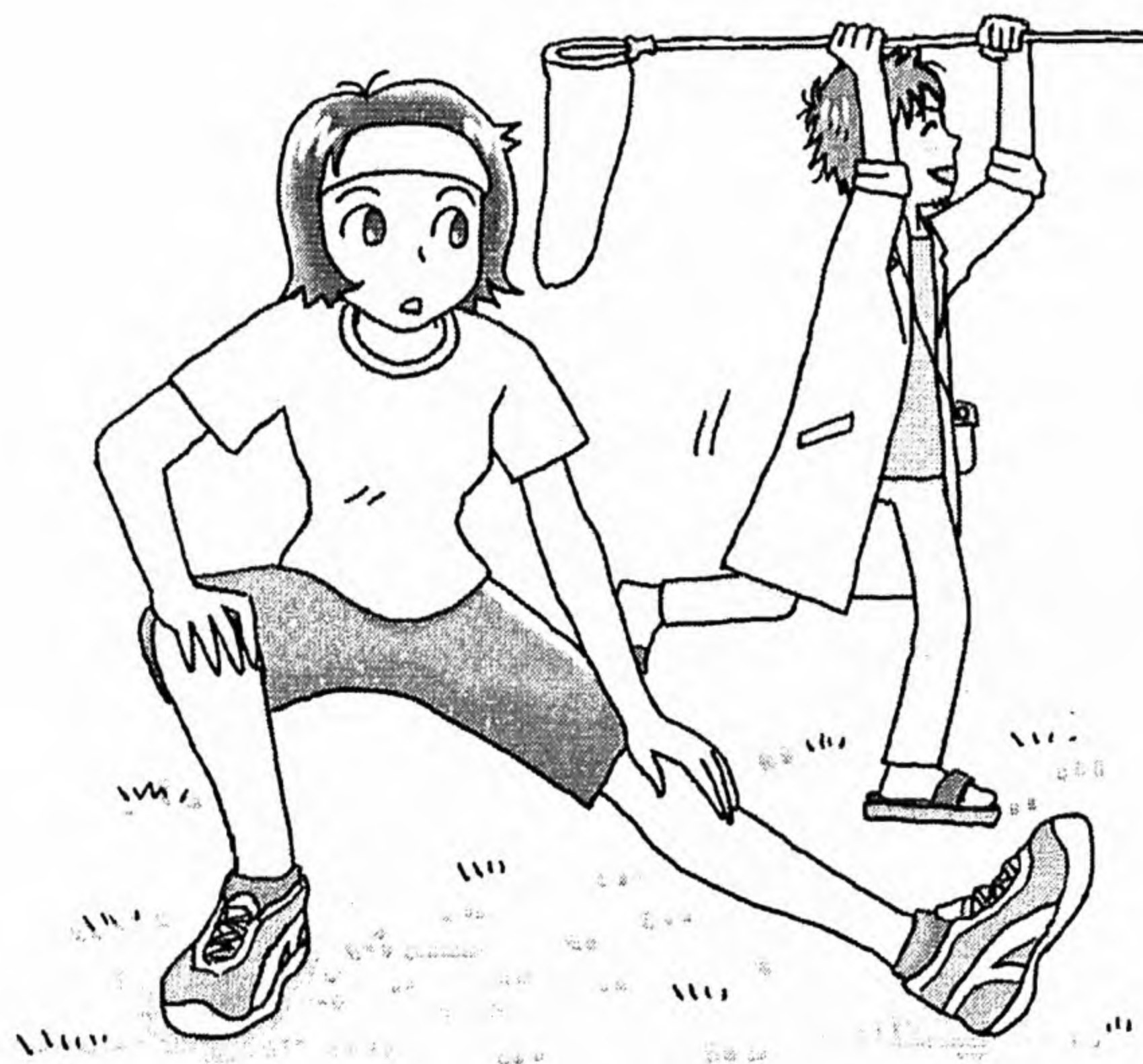
Манга

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ МАНГА

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Танака Эцуро
Кояма Кэйко

Перевод
Сенниковой Т. И.



Москва
ДМК Пресс, 2018

УДК 612
ББК 28.707.3
Э93

Танака Эцуро

Э93 Занимательная физиология / Танака Эцуро (автор), Кояма Кэйко (худож.); Перевод Сенниковой Т. И. – М. : ДМК Пресс, 2018. – 234 с. : ил. – (Серия «Образовательная манга»).

ISBN 978-5-97060-562-2

В предлагаемой читателю манге в интересной и увлекательной форме рассказано о всем великолепии человеческого тела. Читатель вместе с первокурсницей Кумико узнаёт, что, оказывается устройство человеческого организма очень напоминает организацию человеческого общества. Пищеварительный тракт очень похож на фабрику по переработке сырья, кровеносная система имеет много общего с рисовой плантацией, а нервная система – с линией скоростной связи, сообщающей о необходимости реакции в ответ на внешние воздействия.

Простота изложения и занимательный сюжет о необычной подготовке Кумико к переэкзаменовке поможет читателю получить базовые знания по физиологии.

Книга будет полезна школьникам старших классов, учащимся медицинских колледжей и студентам младших курсов вузов, впервые знакомящихся с физиологией человеческого организма, а также наверняка заинтересует любознательных людей, желающих познать самих себя.

УДК 612
ББК 28.707.3

Original Japanese edition
Manga de Wakaru Kiso Seirigaku (Manga Guide: Physiology)
By Etsuro Tanaka (Author), Keiko Koyama (Illustrator) and
Becom Co., Ltd. (Producer)
Published by Ohmsha, Ltd.
3-1 Kanda Nishikicho, Chiyodaku, Tokyo, Japan
Russian language edition copyright © 2017 by DMK Press

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.

Книга «Занимательная физиология» Танака Эцуро и Кояма Кэйко подготовлена и издана по договору с Ohmsha Ltd.

ISBN 978-4-274-06871-3 (яп.) Copyright © 2011 by Etsuro Tanaka and Becom Co., Ltd.
ISBN 978-5-97060-562-2 (рус.) © Перевод, оформление, издание, ДМК Пресс, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Если вас заинтересовала эта книга, вы, скорее всего, – любознательный старшеклассник либо учащийся медицинского ВУЗа или колледжа, и вам знакомо насколько запутанной может показаться дисциплина, в основе 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**

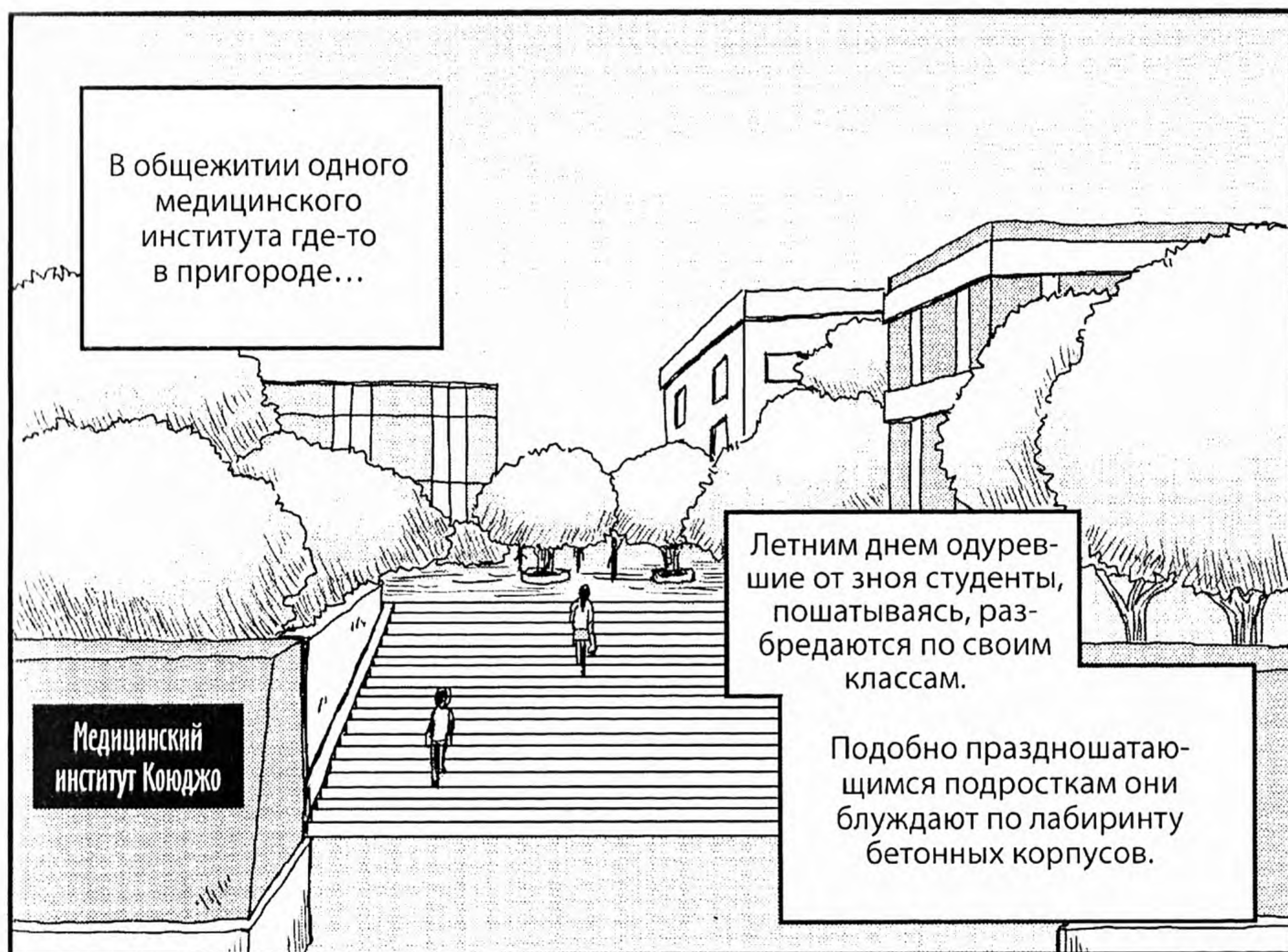
Послесловие	215
Предметный указатель	216

ОБ АВТОРЕ

Танака Эцуро – доктор медицины, специалист в области физиологии и диетологии, профессор сельскохозяйственного факультета Токийского университета. Он также является автором 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.



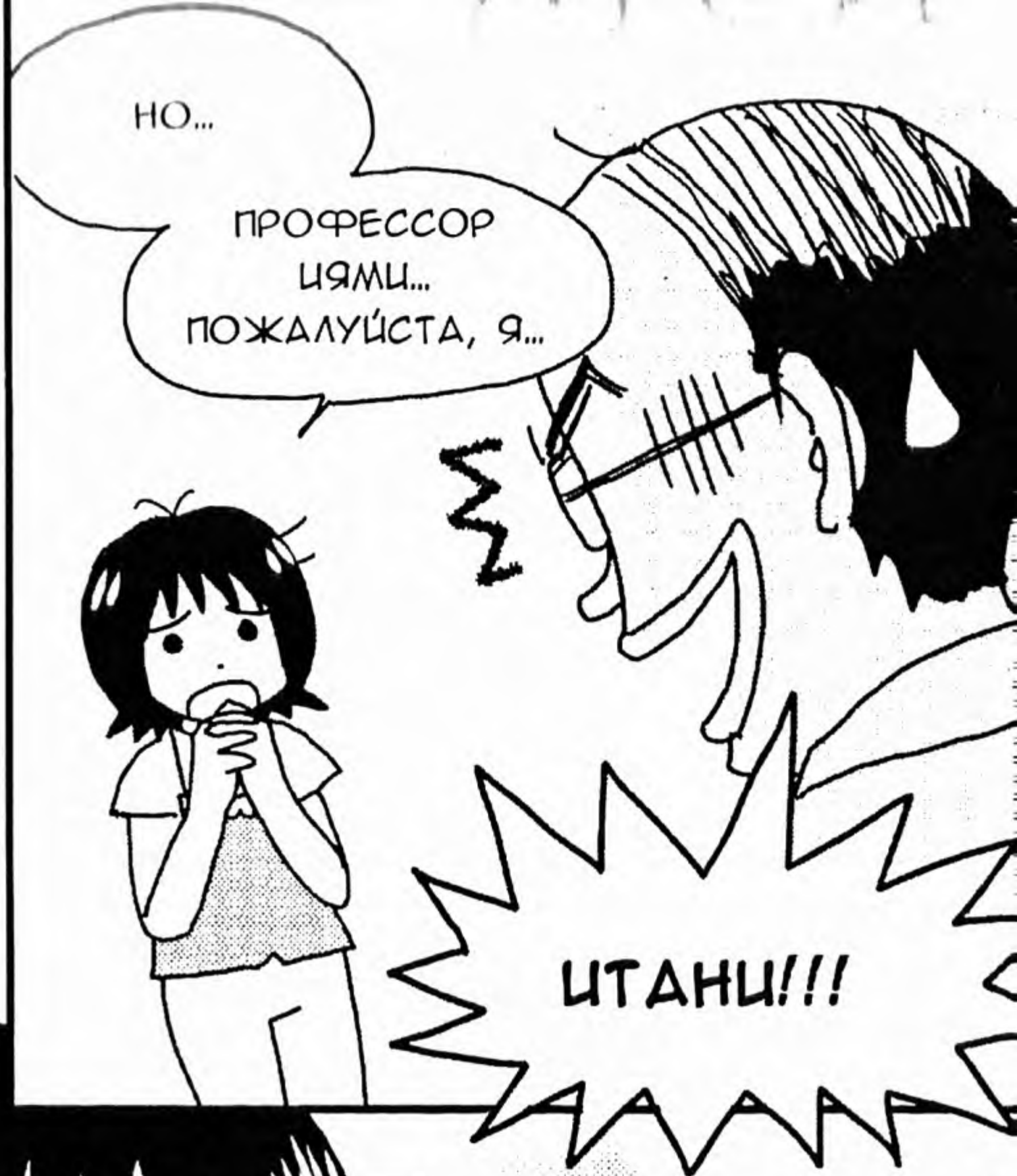
Кабинет преподавателя

ВЫ ЕДИНСТВЕННАЯ В МОЕЙ ГРУППЕ ПРОВАЛИЛИ ЭКЗАМЕН!

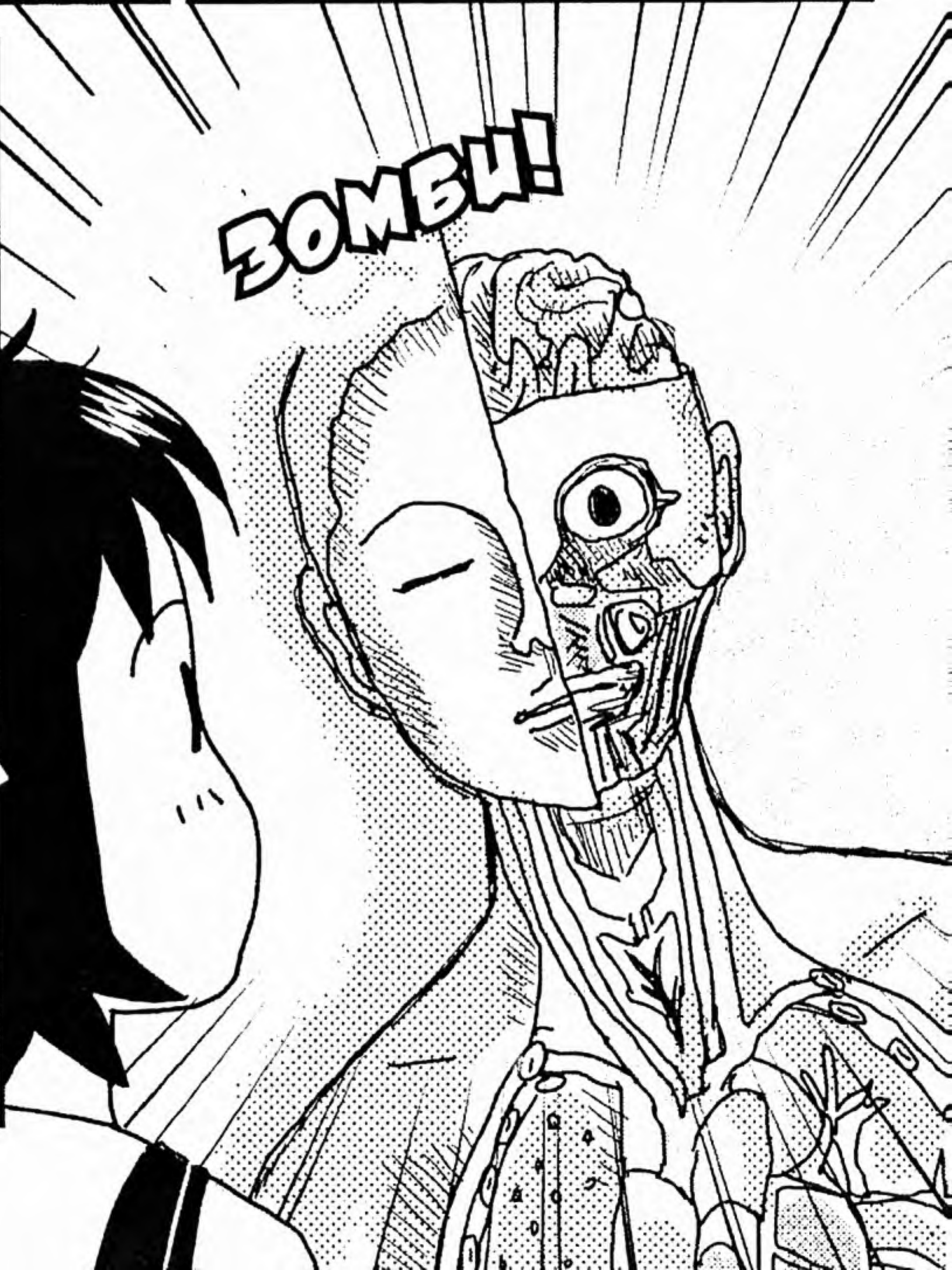
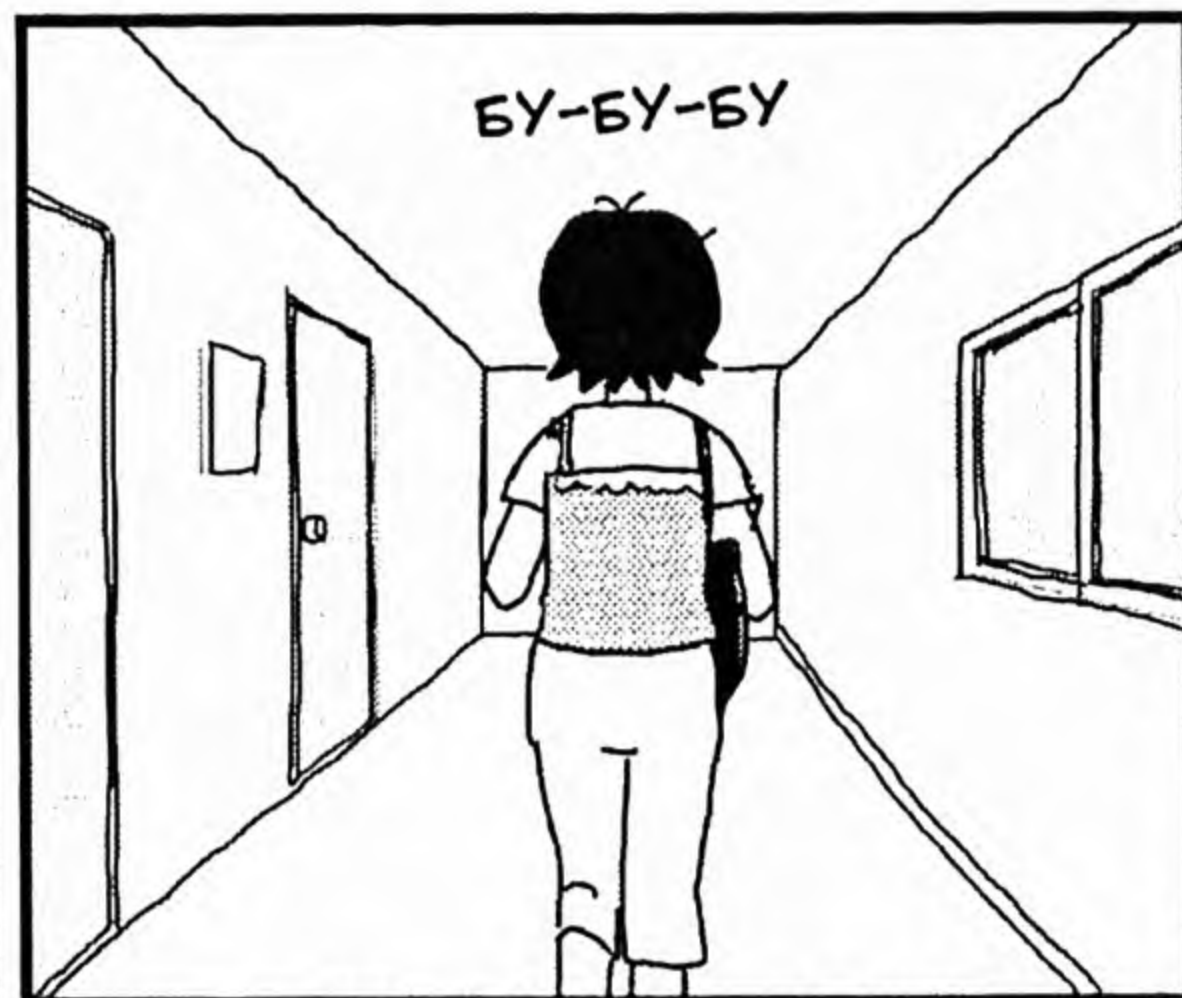
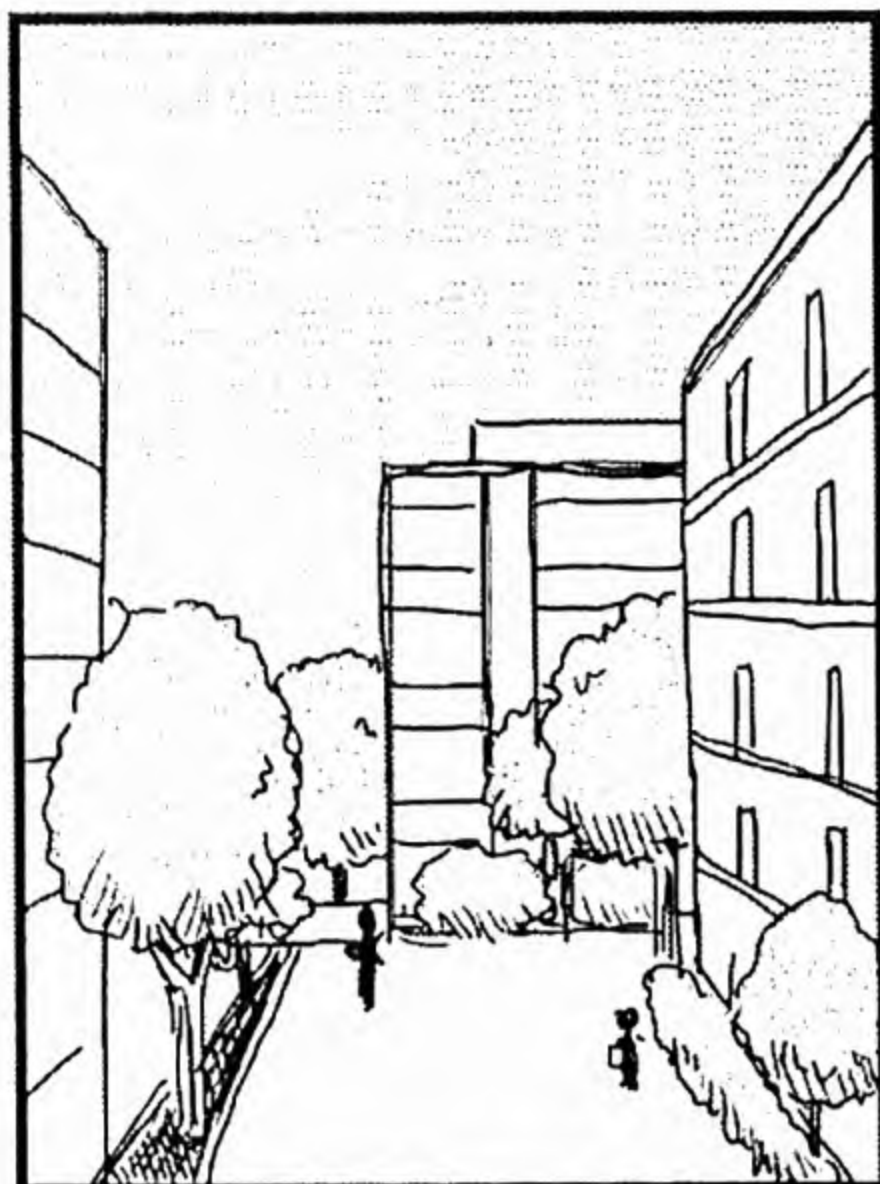


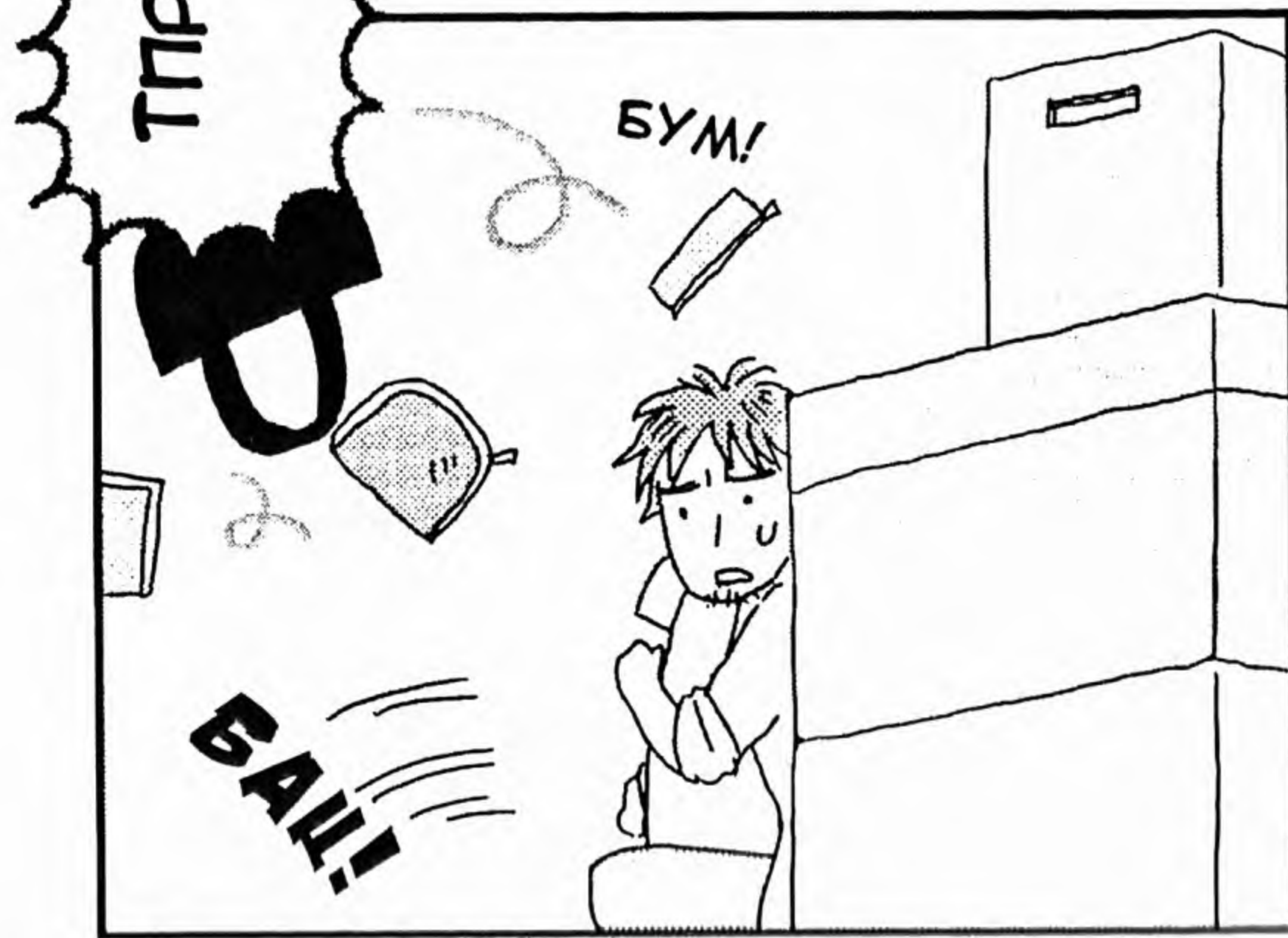
НЕ... НЕ МОЖЕТ БЫТЬ...

Первокурсница
сестринского
отделения
Кумико Карада









ГЛАВА

1

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

СОГЛАСОВАНО
РАБОТАЮЩИЕ НАСОСЫ



1. ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТЬ СЕРДЦА

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!

ЧИТАЮ
НОВУЮ ДИСЦИПЛИ-
НУ В ЭТОМ ГОДУ.
НАДО ПОДГОТО-
ВИТЬСЯ!



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 ЁЕН.*

ЭМ...М

ТЫ ЕЕ...
...ИСПОРТИЛА

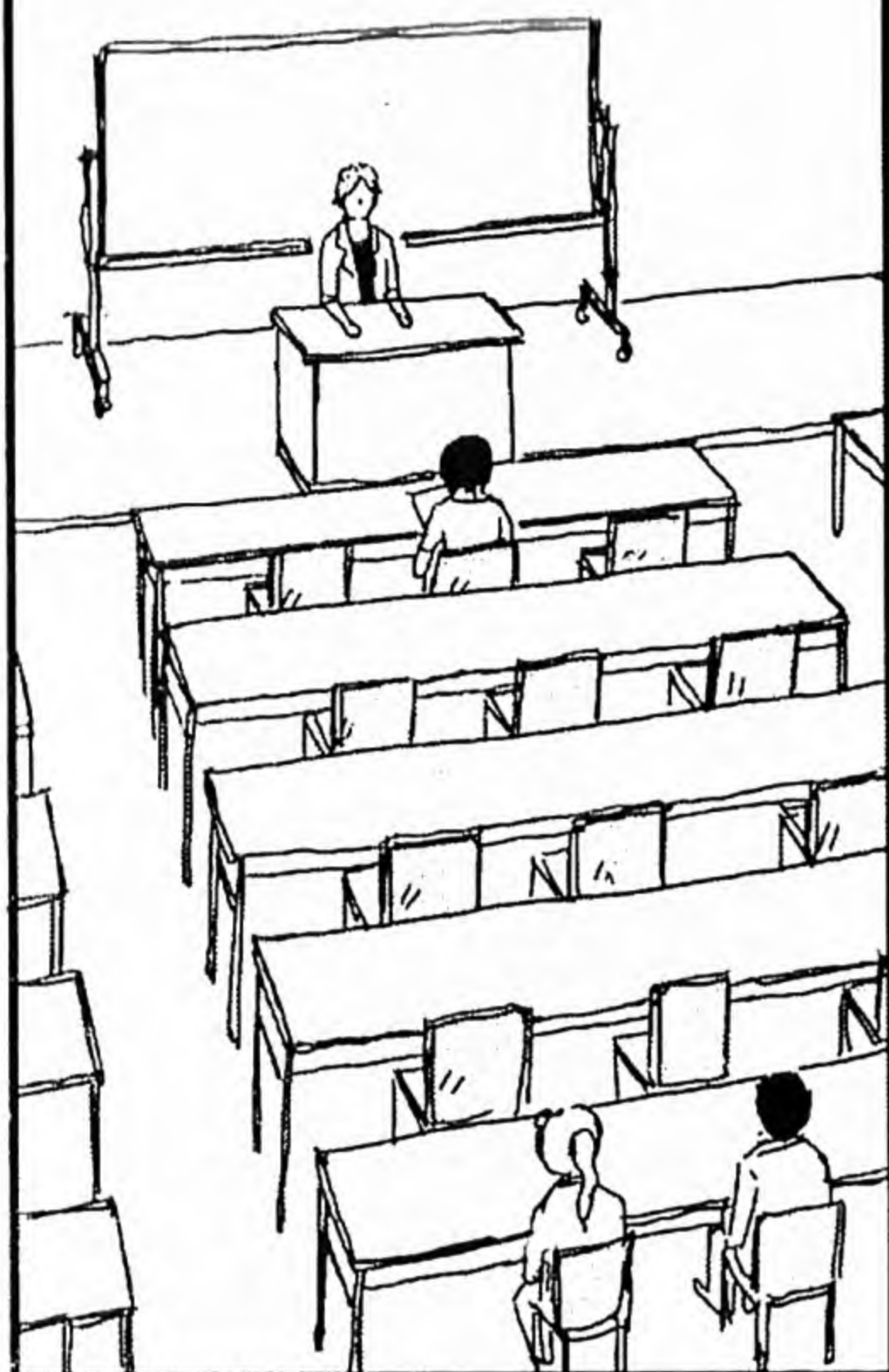
УХ!

НО, ЕСЛИ БЫ ТЫ
ПОМОГАЛА НАМ ПО НЕ-
СКОЛЬКО ЧАСОВ В НЕ-
ДЕЛЮ, Я БЫ СЧИТАЛ,
ЧТО ТЫ РАССЧИТА-
ЛАСЬ ЗА ЭТО.

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

* Почти семьсот тысяч рублей. Прим. перевод

На следующее
утро



ТРУДНО УДАТЬ, ЕСЛИ
ЗА ТОБОЙ ПОСТОЯННО
СЛЕДЯТ...

ледяной взгляд

НАЧНЕМ?

НУ,
ДАВАЙТЕ!

КОГДА ВЫ
СКАЗАЛИ
«ПОМОГУ»...

...ВЫ ИМЕЛИ В
ВИДУ, ЧТО Я БУДУ
БРАТЬ У ВАС
УРОКИ?

ДА,
МНЕ НАДО
ПОПРАКТИКОВАТЬСЯ...

...В СЛЕДУЮЩЕМ СЕ-
МЕСТРЕ Я БУДУ ВЕСТИ
КУРС КОРРЕКЦИИ, И РАЗ
У ТЕБЯ ТАКАЯ ПЛОХАЯ
ОЦЕНКА ПО ФИЗИОЛОГИИ,
ТО Я ПОДУМАЛ, ТЫ КАК
РАЗ, ЧТО НАДО.

RRRR

Я РАССКАЖУ
ТЕБЕ ОСНОВЫ
ФИЗИОЛОГИИ...

...И ТЫ ПОДГО-
ТОВИШЬСЯ К
СВОЕЙ ПЕРЕ-
ЭКЗАМЕНОВКЕ!

БОЛЬШОЕ СПАСИБО,
НО Я УЖЕ ЗНАЮ
ОСНОВЫ.

ДА НУ?!

ТОГДА
РАССКАЖИ ПРО
КРОВЕНОСНУЮ
СИСТЕМУ.
ОСНОВНОЕ.

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. СИ ПРЕДСЕРДНО-ВЫЙ УЗЕЛ... ЭЭЭ



СТОП!

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



НО МНЕ СКАЗАЛИ, ЧТО В ФИЗИОЛОГИИ ГЛАВНОЕ ЗАПОМНИТЬ!

ЭТО ПРОФЕССОР ИТАНИ ТАК СКАЗАЛ?

Кивает

ХЦ-ХЦ



ХМ...



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА СОСТОИТ ИЗ СЕРДЦА И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ.

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

Кровеносная система



ВЫ И ВПРАВДУ ХОТИТЕ НАЧАТЬ С САМЫХ АЗОВ?





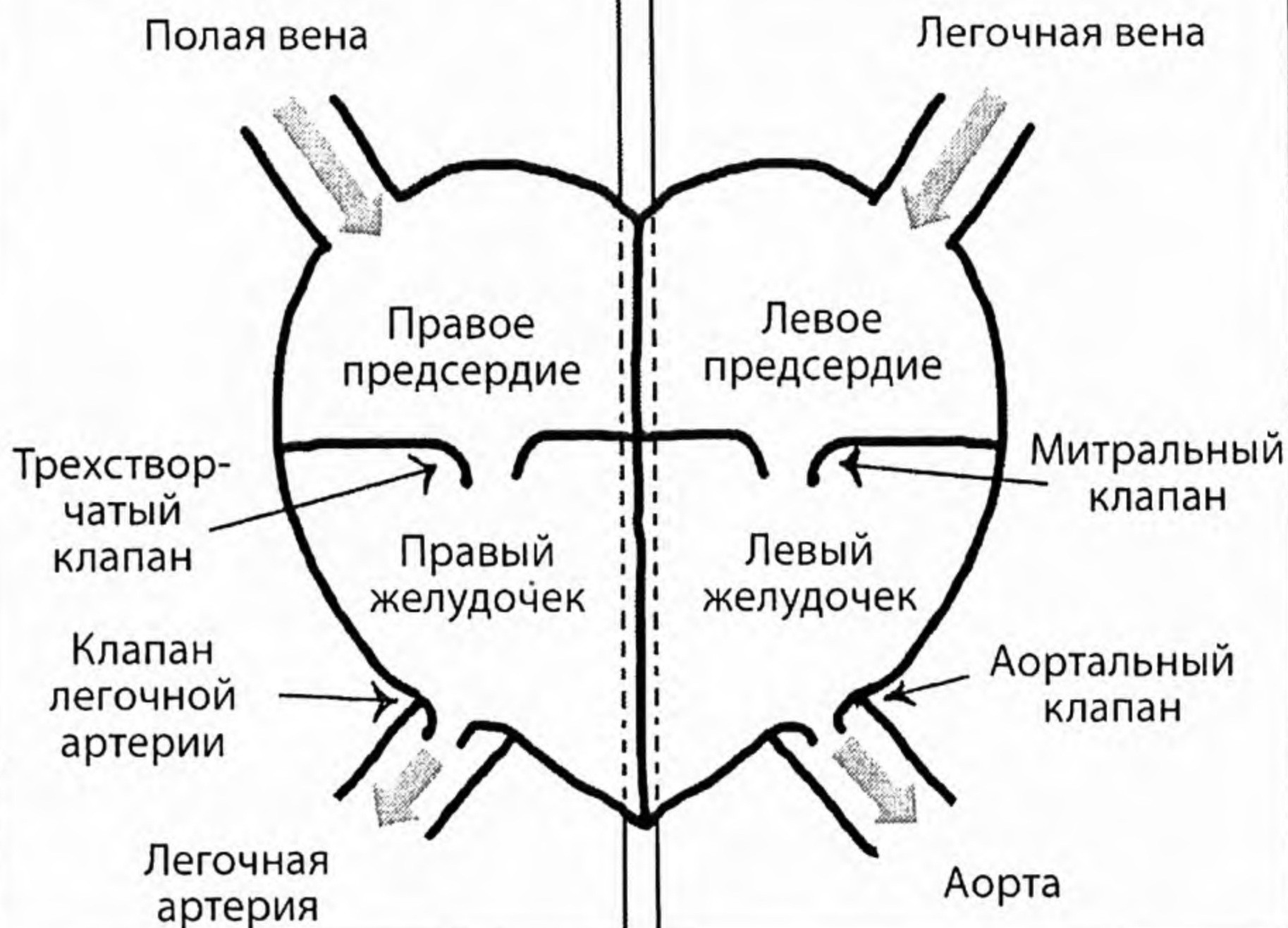


АРТЕРИИ И ВЕНЫ, СОЕДИНЕННЫ С СЕРДЦЕМ ВОТ ТАК, ВСЕ ВЕРНО. СЕРДЦЕ СОСТОИТ ИЗ ЧЕТЫРЕХ КАМЕР И ЧЕТЫРЕХ КЛАПАНОВ.

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.

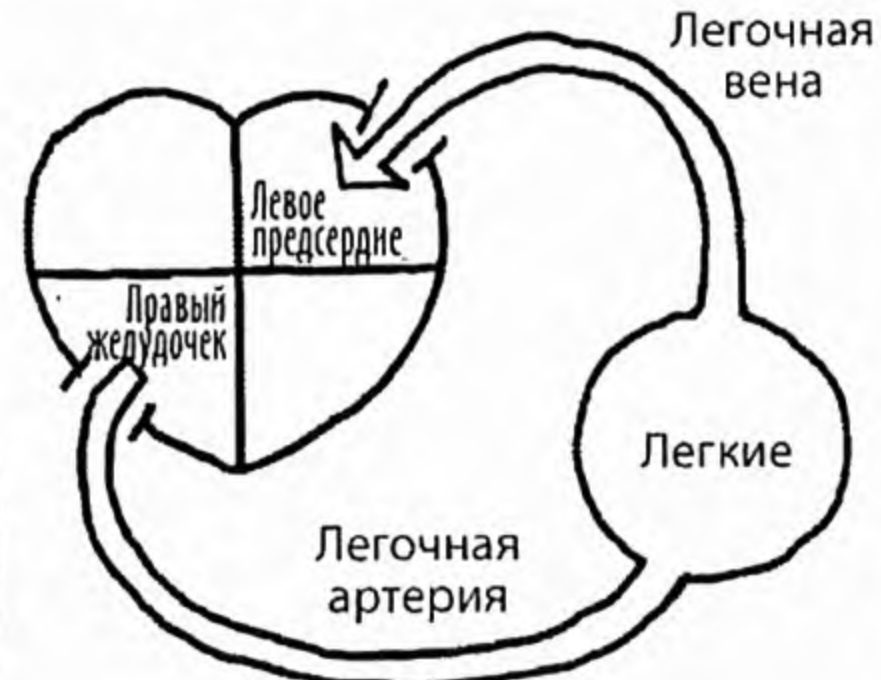
Большой круг кровообращения



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
РИТМ 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.

Тренер

Синусовый узел

Тренер

Синусовый узел

Предсердно-желу-
дочковый узел

Капитан
команды

Миокард

Игро-

-ки

Игро-

-ки

ИМПУЛЬСЫ
ПЕРЕДАЮТСЯ
КАПИТАНУ...

...А ОТ НЕГО
ПЕРЕДАЮТСЯ
ИГРОКАМ.

МЕЖДУ КАПИТАНОМ
И ИГРОКАМИ
НАЛАЖЕНА
КООРДИНАЦИЯ
В ОЧЕНЬ ВЫСОКОЙ
СТЕПЕНИ.

КАПИТАН СВЯЗАН
С КАЖДЫМ ЧЛЕНОМ
КОМАНДЫ ТЕСНЫМИ
УЗАМИ.

А ТРЕНЕР, К ТОМУ ЖЕ,
СЛУШАЕТ УКАЗАНИЯ
ХОЗЯИНА КОМАНДЫ.

Хозяин



Мозг



Синусовый узел



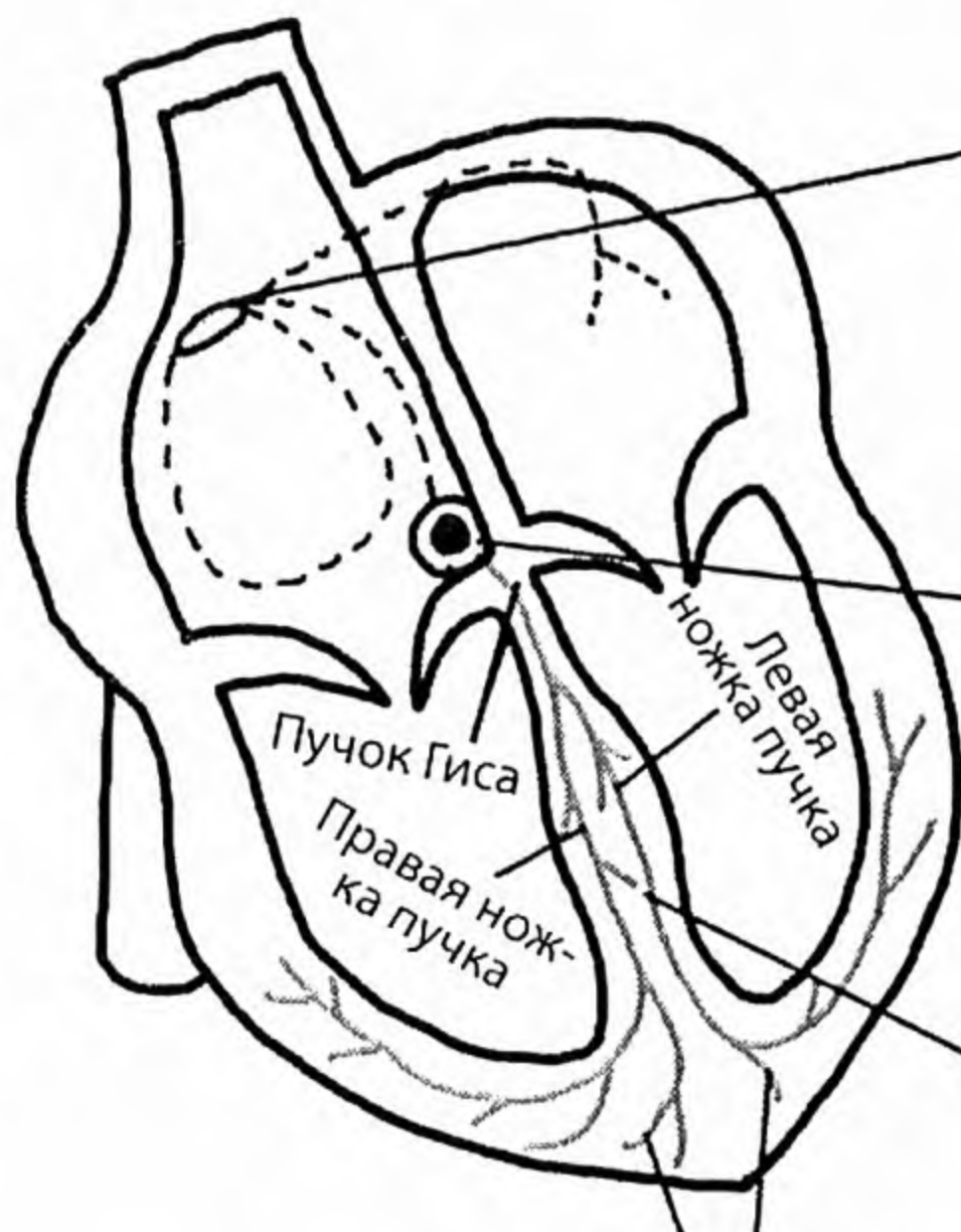
ОГО!



ЕСЛИ ИЗОБРА-
ЗИТЬ 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 ПУЧ-
КА, И ВОЛОКНАМ ПУРКИНЬЕ. А ИГРОКИ
КОМАНДЫ - ЭТО МИОКАРД.



Волокна Пуркинье

Мозг



Принесите
нам победу,
ребята!

Синусовый
узел



Сегодня или
никогда!

Предсерд-
но-желудоч-
ковый узел



Не снижать
давление!

Миокард



Мы
сделаем
это!

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



ТАКИМ ВОТ ОБРА-
ЗОМ ПЕРЕДАЕТСЯ
ИНФОРМАЦИЯ О
ЗАДАННОМ РИТМЕ
И В РЕЗУЛЬТАТЕ
СЕРДЦЕ СОКРА-
ЩАЕТСЯ.



ЗНАЕТЕ...

...ХОТЯ Я ВАШ
ПЕРВЫЙ СЛУША-
ТЕЛЬ, УСЛЫШАВ-
ШИЙ ТАКОЕ ОБЪ-
ЯСНЕНИЕ, СМЫСЛ
ТОГО, ЧЕМУ ВЫ
ХОТИТЕ НАУЧИТЬ,
СТАЛ ДЛЯ МЕНЯ
ЯСЕН.

2. ДВИЖЕНИЯ СЕРДЦА И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА



ПРАВДА?



НУ
ЧТО Ж...

...ЭТО ВДОХ-
НОВЛЯЕТ, И ТЕ-
ПЕРЬ МЫ МО-
ЖЕМ ПЕРЕЙТИ
К ЭЛЕКТРОКАР-
ДИОГРАММЕ И
ДВИЖЕНИЯМ
СЕРДЦА.



ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА -
ЭТО ГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
СЕРДЦА.

ВЕРНО?

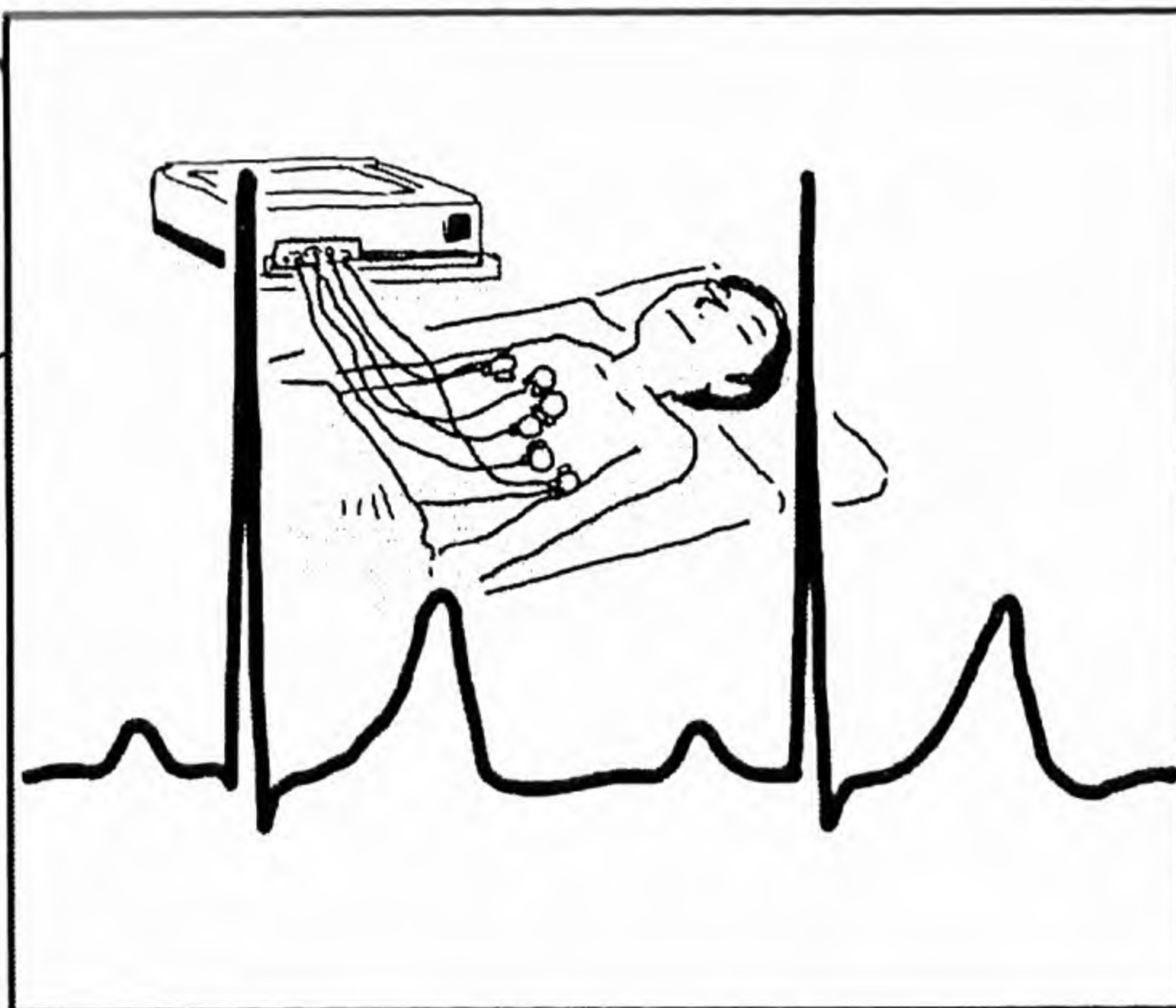
СКРИП

СКРИП

ТАК И ЕСТЬ.

ВСЕМ ЗНАКОМА
ТАКАЯ ВОТ КРИВАЯ!

ДАВАЙ РАС-
СМОТРИМ СООТ-
НОШЕНИЕ МЕЖДУ
ЭТИМ ВОЛНООБРАЗ-
НЫМ ГРАФИКОМ И
ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯ-
ЦИЕЙ СЕРЦА.



Я ОЧЕНЬ ХО-
РОШО ПОМНЮ
СВОЮ ПЕРВУЮ
КАРДИОГРАММУ.



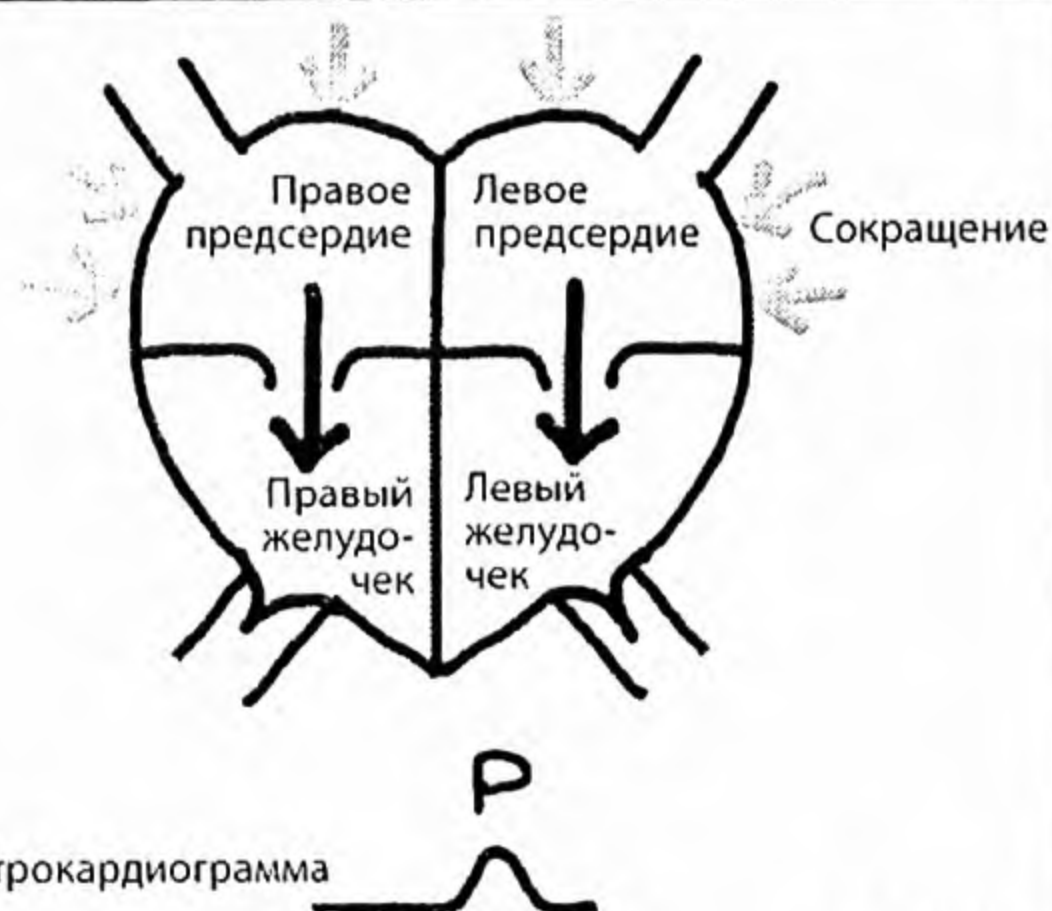
ВО-ПЕРВЫХ, ИМПУЛЬ-
СЫ ПЕРЕДАЮТСЯ ОТ
СИНУСОВОГО УЗЛА В
ПРЕДСЕРДИЕ, ВЫ-
ЗЫВАЯ СОКРАЩЕНИЕ
ЛЕВОГО И ПРАВОГО
ПРЕДСЕРДИЙ.



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



ВСЕ ВЕРНО. ЗАТЕМ
СОКРАЩЕНИЕ ПРЕД-
СЕРДИЙ ОТПРАВЛЯЕТ
НАХОДЯЩУЮСЯ В
НИХ КРОВЬ В ЖЕЛУ-
ДОЧКИ.



Электрокардиограмма

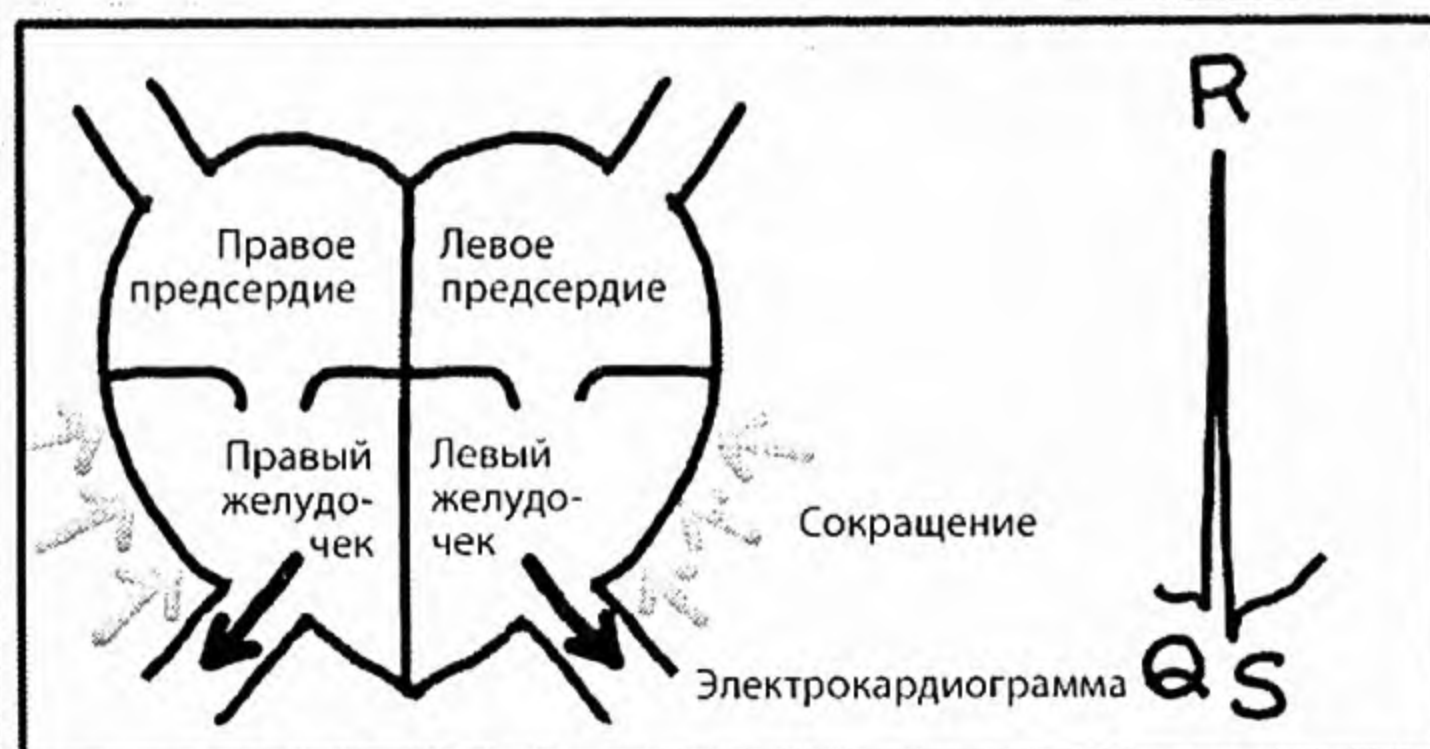
А ПОРЦИЯ КРОВИ
ПЕРЕДАЕТСЯ В
ЖЕЛУДОЧКИ,
ДА?



ДАЛЕЕ КОМАНДЫ, ПОСТУ-
ПАЮЩИЕ ИЗ ПРЕДСЕРД-
НО-ЖЕЛУДОЧКОГО УЗЛА,
ПРОХОДЯТ ЧЕРЕЗ ПУЧОК
ГИСА, ЛЕВУЮ НОЖКУ ПУЧ-
КА, ПРАВУЮ НОЖКУ ПУЧКА
И ВОЛОКНА ПУРКИНЬЕ, И
ПОСТУПАЮТ В МИОКАРД,
СТИМУЛИРУЯ ЛЕВЫЙ И
ПРАВЫЙ ЖЕЛУДОЧКИ.



ЭТО
НАЗЫВАЕТСЯ
ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ
КОМПЛЕКС ИЛИ
КОМПЛЕКС QRS.



Электрокардиограмма

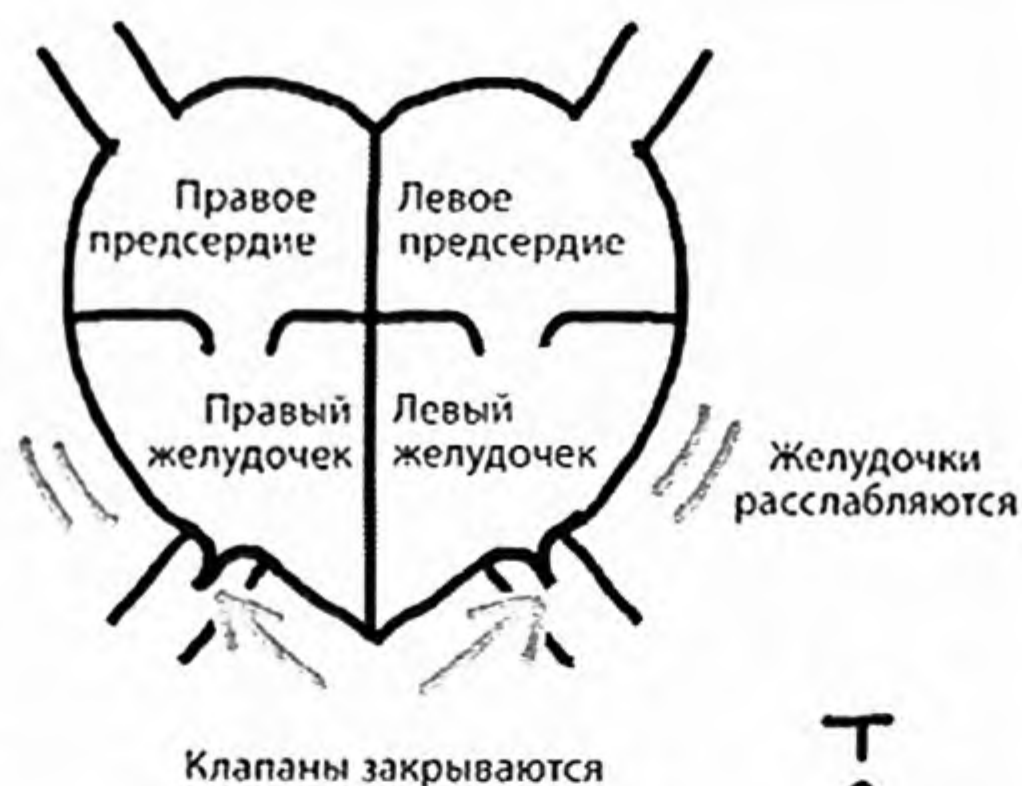
ЖЕЛУДОЧКИ СОКРА-
ЩАЮТСЯ, И КРОВЬ
ОТПРАВЛЯЕТСЯ В
АОРТУ И ЛЕГОЧНУЮ
АРТЕРИЮ.

ВЕРНО.



И НАКОНЕЦ,
ЗУБЕЦ Т...

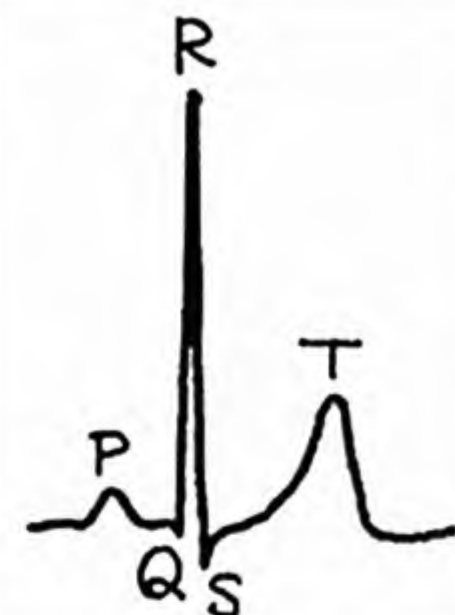
ЗДЕСЬ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ СТИМУЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ И ОНИ РАССЛАБЛЯЮТСЯ.



Электрокардиограмма



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



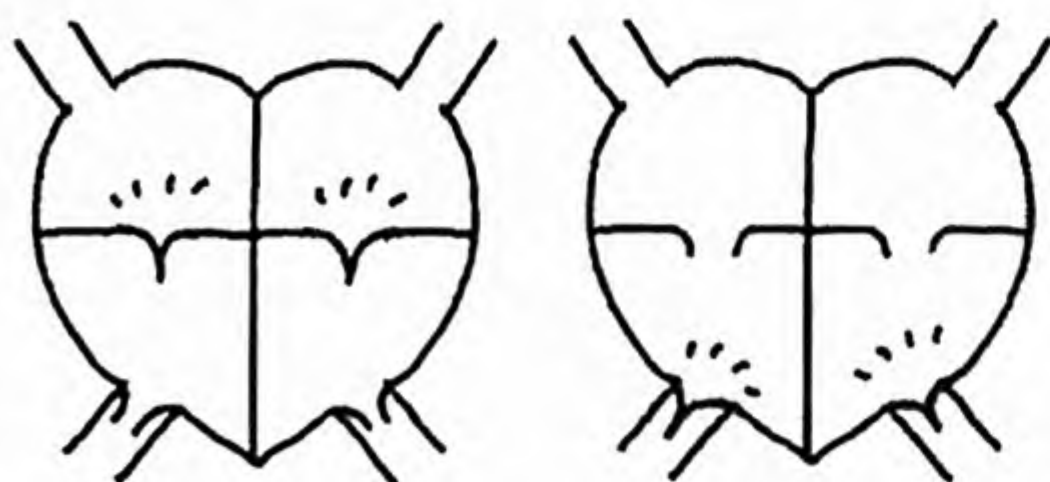
Я ПОНЯЛА!

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

ЭТО, КОГДА КЛАПАНЫ ЗАКРЫВАЮТСЯ?

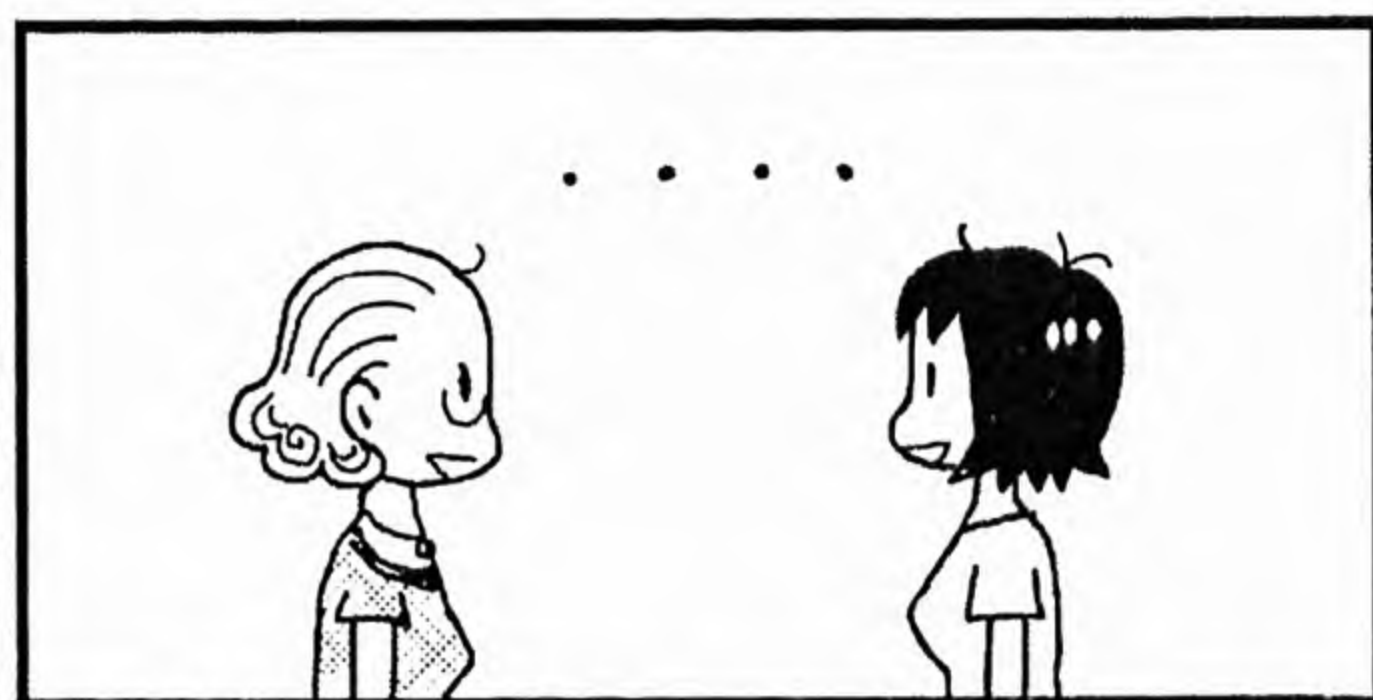
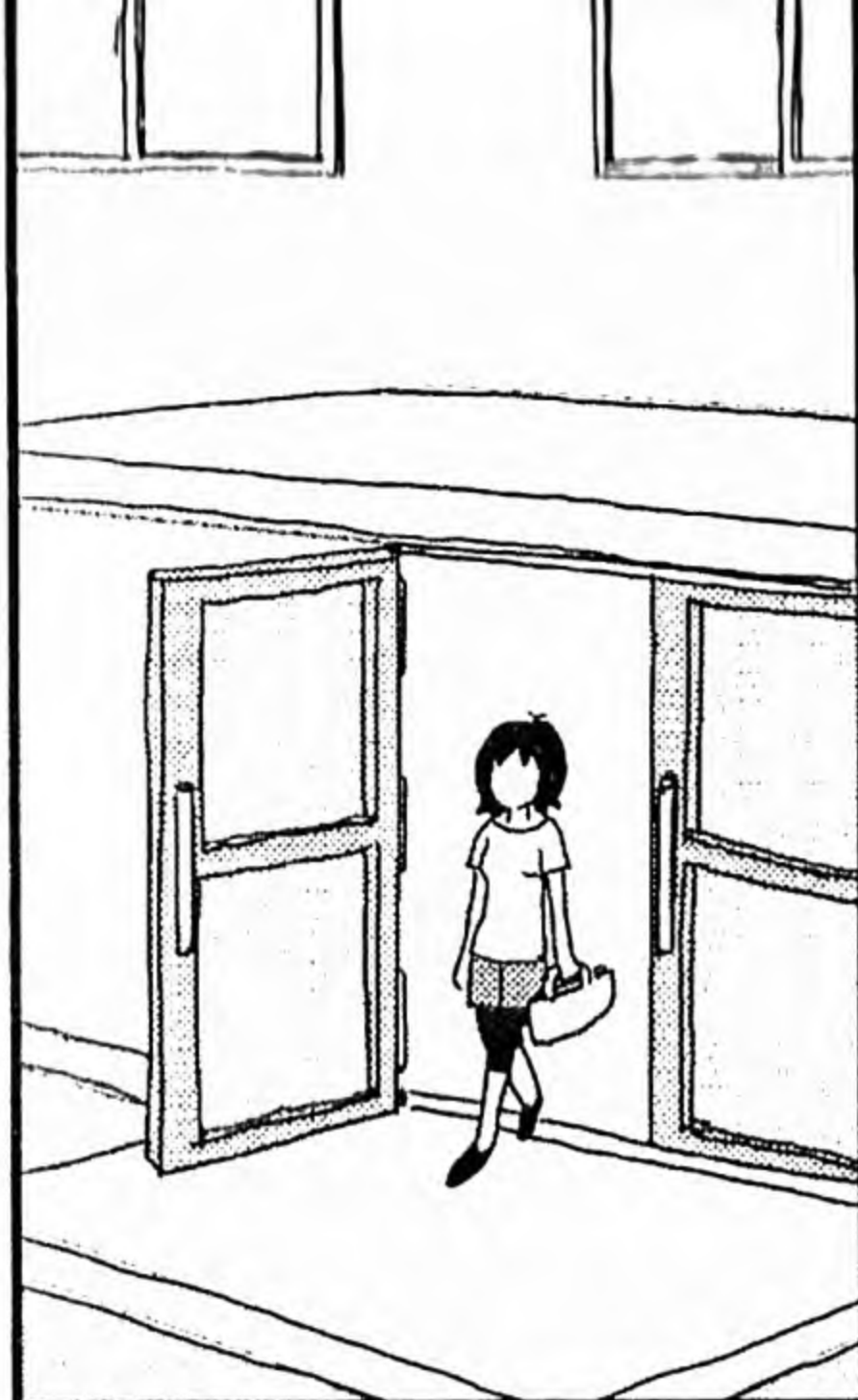
ТОЧНО.

КАЖДЫЙ КЛАПАН В СЕРДЦЕ 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!





ЕЩЕ НЕМНОГО О СИСТЕМЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ!



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. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ 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, распространяется подобно волне по всем предсердиям, вызывая их сокращение. Затем импульс доходит до предсердно-желудочкового узла, который находится между левым и правым предсердиями, и передается в пучок Гиса. Пучок Гиса делится на два ответвления, 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. 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?

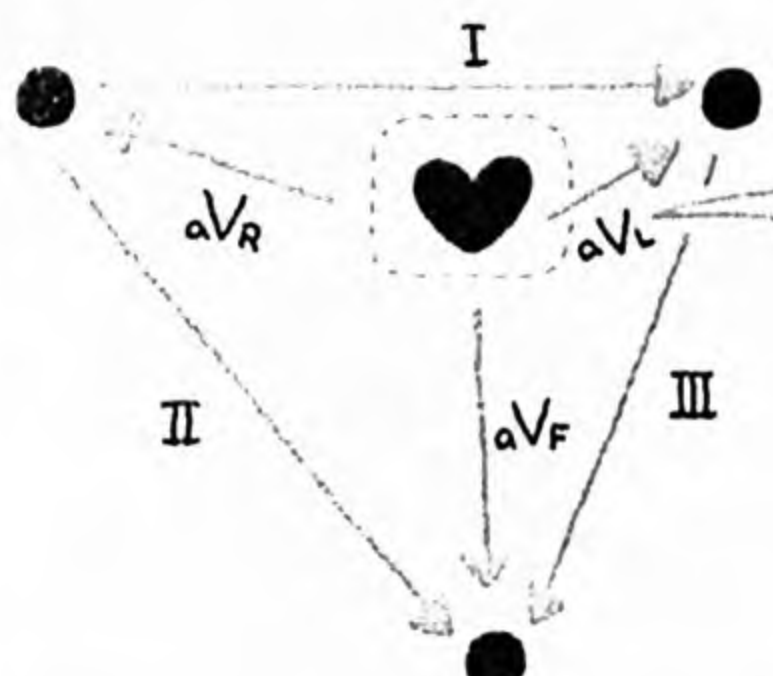
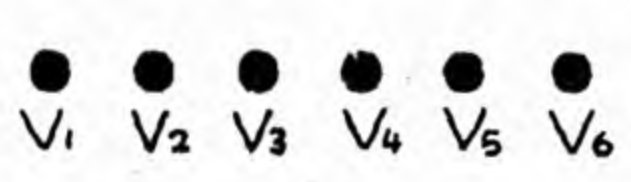


Верно. Он производит от 60 до 80 импульсов в минуту, даже если не получает никаких команд от центральной нервной системы. Иными словами синусовый узел генерирует нормальный сердечный ритм и, следовательно, является природным кардиостимулятором.

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 нейтралю, или, как говорят, к «земле», чтобы заземлить всю цепь.) В результате мы снимаем электрокардиограмму с помощью 12 проводов.

Стандартные отведения	Грудные отведения
Электроды, снимающие показания в трех точках (правое запястье, левое запястье и левая лодыжка). Плюс один провод заземления (правая лодыжка).	Электроды в шести точках вокруг сердца.
Помогает врачам и медсестрам получить «вид» сердца в вертикальной плоскости (фронтальная плоскость).	Помогают врачам и медсестрам получить «вид» сердца в горизонтальной плоскости (поперечная плоскость).
	

Шесть проводов, обозначенные I, II, III, aV_R , aV_L и aV_F , 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.

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 коронования 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.

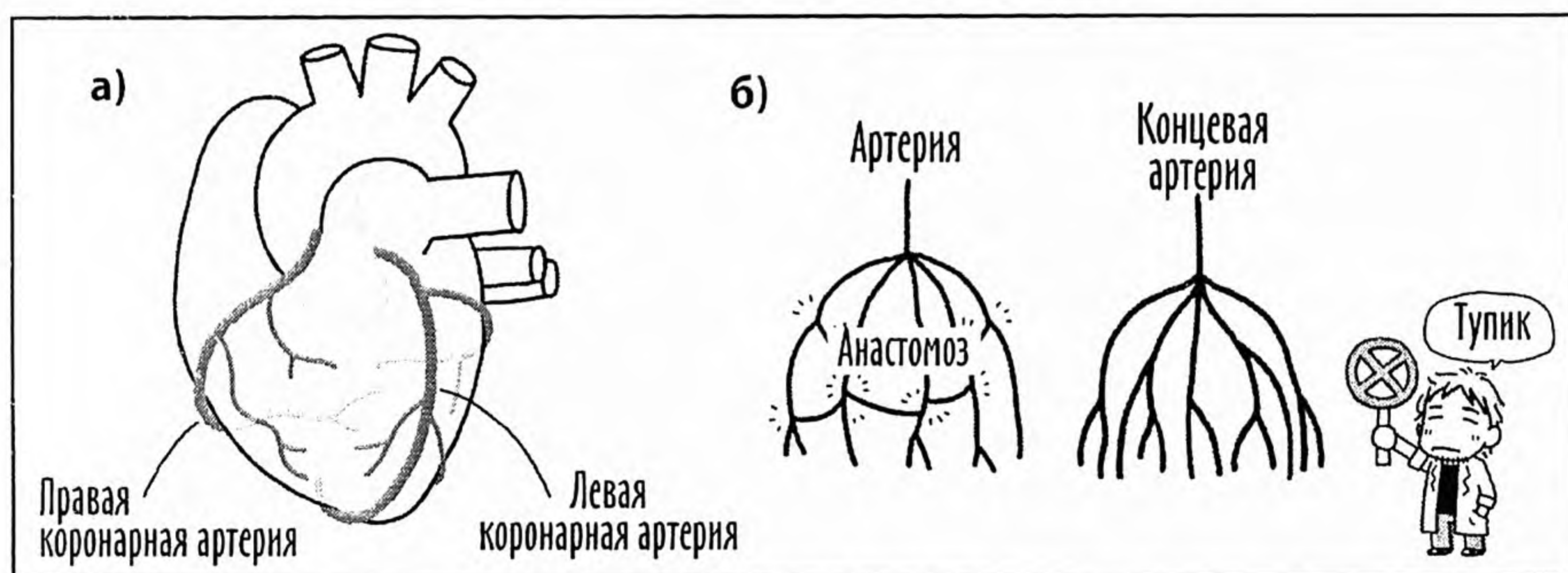


Рис. 1.2. Коронарные артерии (а) и концевые артерии (б)

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.



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?



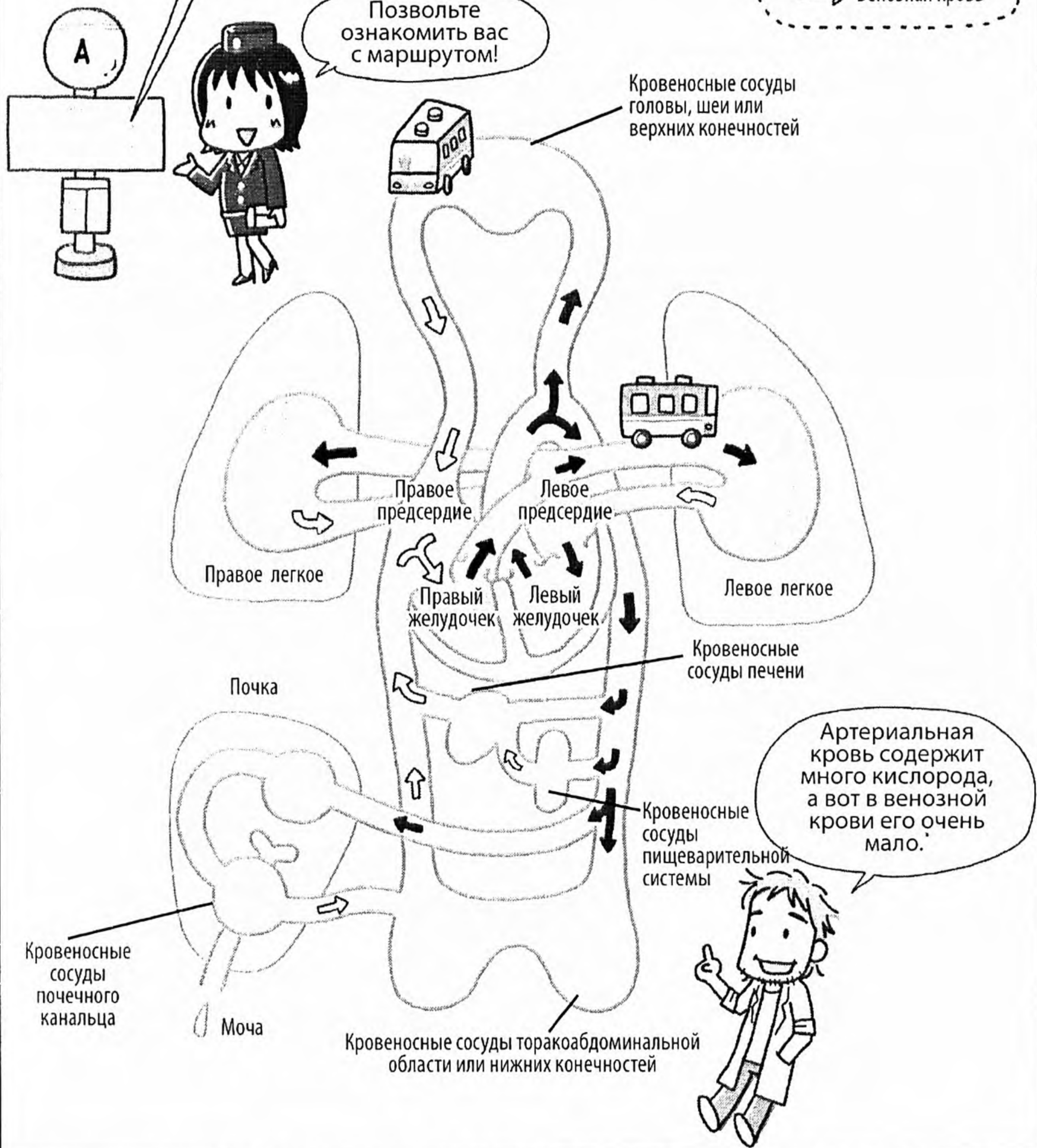
Верно. На приеме у врача твой пульс обычно измеряют на лучевой артерии запястья или на сонной артерии на шее..

СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Схема маршрута автобуса Кровообращение

Левый желудочек → Аорта → Каждая часть тела → Полая вена → Правое предсердие
 ↑
 Левое предсердие ← Легочная вена ← Легкие ← Легочная артерия ← Правый желудочек

[] Большой круг кровообращения
 [] Малый круг кровообращения
 ➡ Артериальная кровь
 ➡ Венозная кровь



* 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.

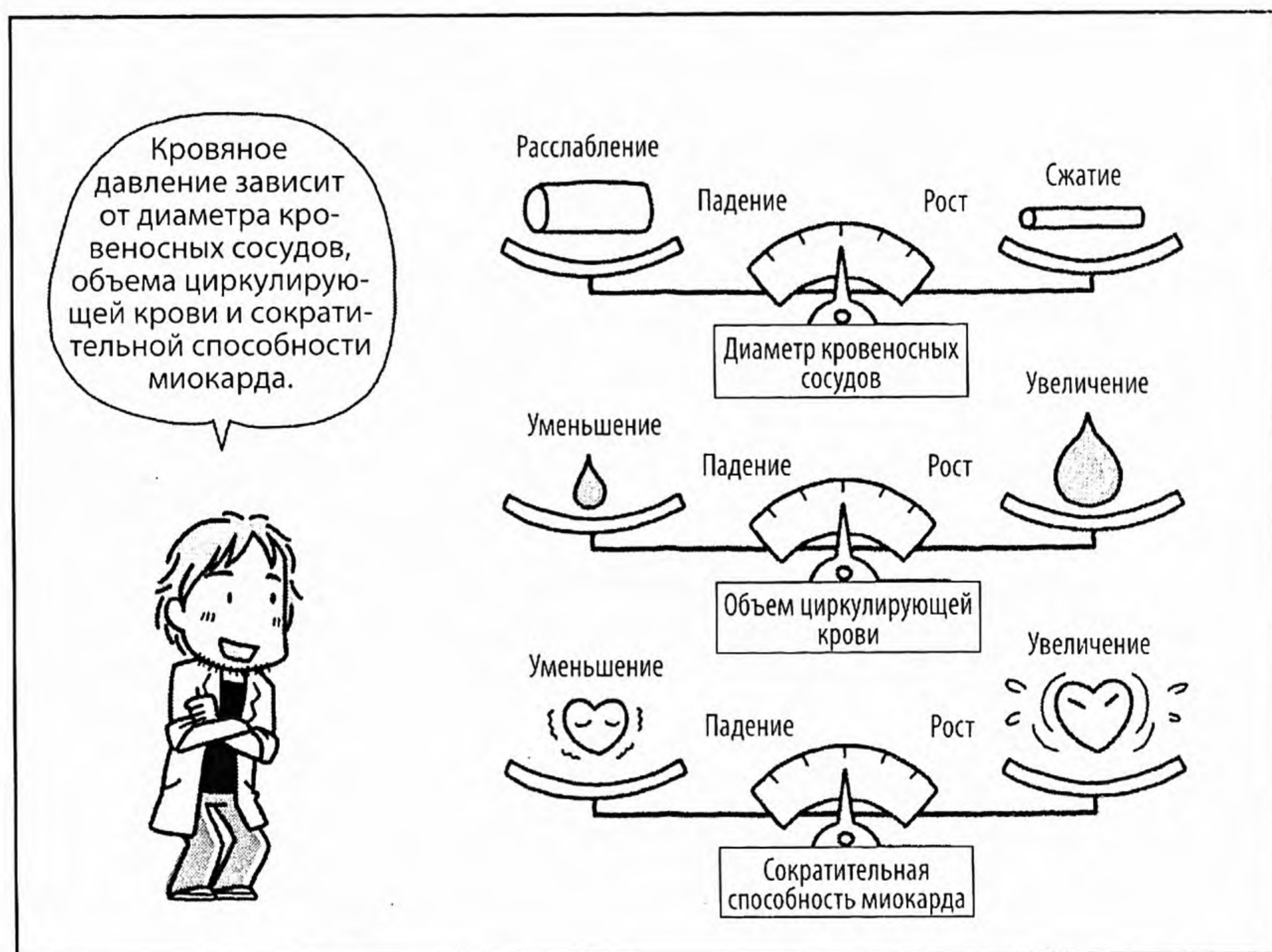


Рис. 1.4. Факторы, влияющие на кровяное давление

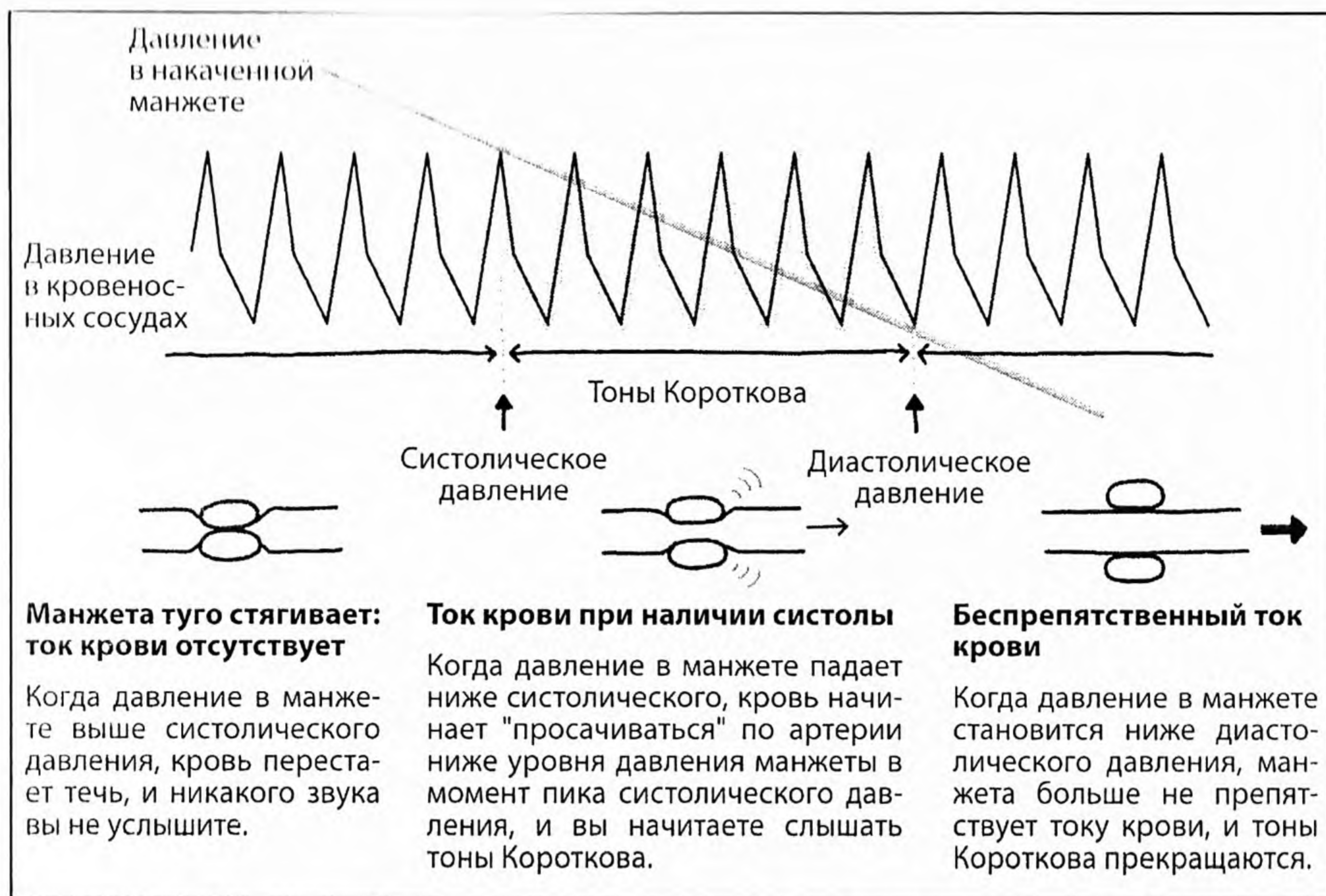


Рис. 1.5. Измерение кровяного давления аускультативным методом



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.

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 углы, 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.

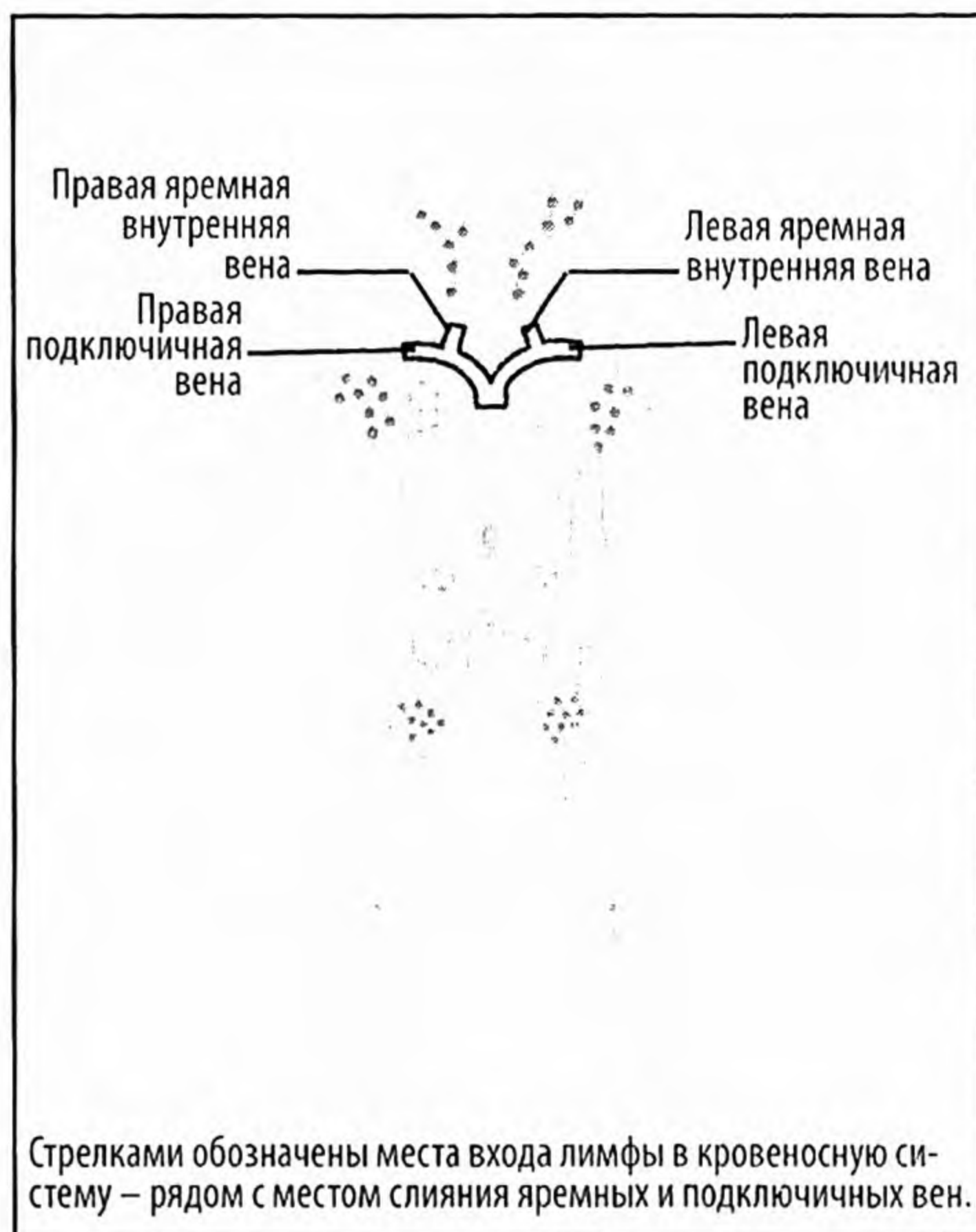


Рис. 1.6. Лимфатическая система



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.

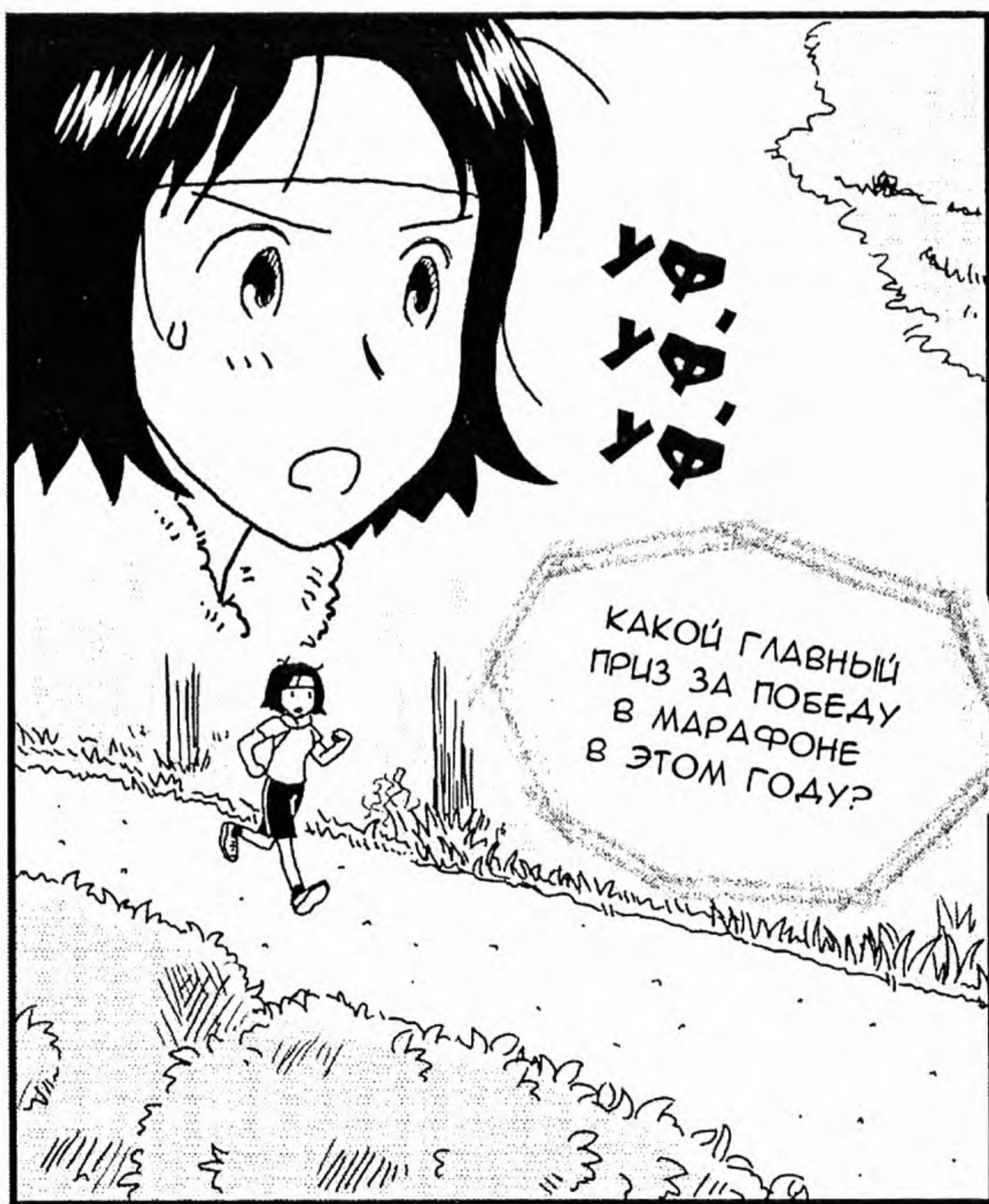
Знаете ли вы, что...

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.

ГЛАВА
2

СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

ЕСТЬ ЛИ СВЯЗЬ МЕЖДУ
СЕРДЦЕМ И ЛЕГКИМИ?





ПОЛУЧИЛОСЬ!



Я ЗАПИСАЛАСЬ
НА УЧАСТИЕ
В МАРАФОНЕ.

А ВЫ ЗНАЕТЕ
КАКОЙ-НИБУДЬ
МЕТОД УСКО-
РЕННОЙ ПОД-
ГОТОВКИ?

ХММ..., ДАЙ
ПОДУМАТЬ..



УСКОРЕННЫЙ,
ЭЭ?



ДАВАЙ НЕ-
МНОГО ПО-
БЕСЕДУЕМ
ОБ ОРГАНАХ
ДЫХАНИЯ.



И ЗДЕСЬ
ФИЗИОЛОГИЯ,
НЕ ТАК ЛИ?

ВЧЕРА
ГОВОРИЛИ
О СЕРДЦЕ...
СЕГОДНЯ О
ДЫХАНИИ?



БЕЗ ЭТИХ
ОРГАНОВ
НЕВОЗМОЖНО
ПОДДЕРЖИВАТЬ
ЖИЗНЬ В ТЕЛЕ.

Я ПОЛАГАЮ, ТЫ ЗНА-
ЕШЬ, КАК ВАЖНО ДЫХА-
НИЕ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ
ЭНЕРГИИ, КОТОРАЯ
ДАЕТ ТЕБЕ ВОЗМОЖ-
НОСТЬ ДВИГАТЬСЯ И
ПОДДЕРЖИВАТЬ ТЕМПЕ-
РАТУРУ ТЕЛА.

ЗНАЮ, КОНЕЧНО.
НАШЕ ТЕЛО ПОЛУЧАЕТ
ЭНЕРГИЮ, ПЕРЕРАБА-
ТЫВАЯ ПИЩУ И КИСЛО-
РОД. ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ
МЕТАБОЛИЗМОМ ИЛИ
ОБМЕНОМ ВЕЩЕСТВ.
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭТОГО
ПРОЦЕССА ОБРАЗУЕТСЯ
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ (CO_2),
ВЫДЫХАЕМЫЙ НАМИ



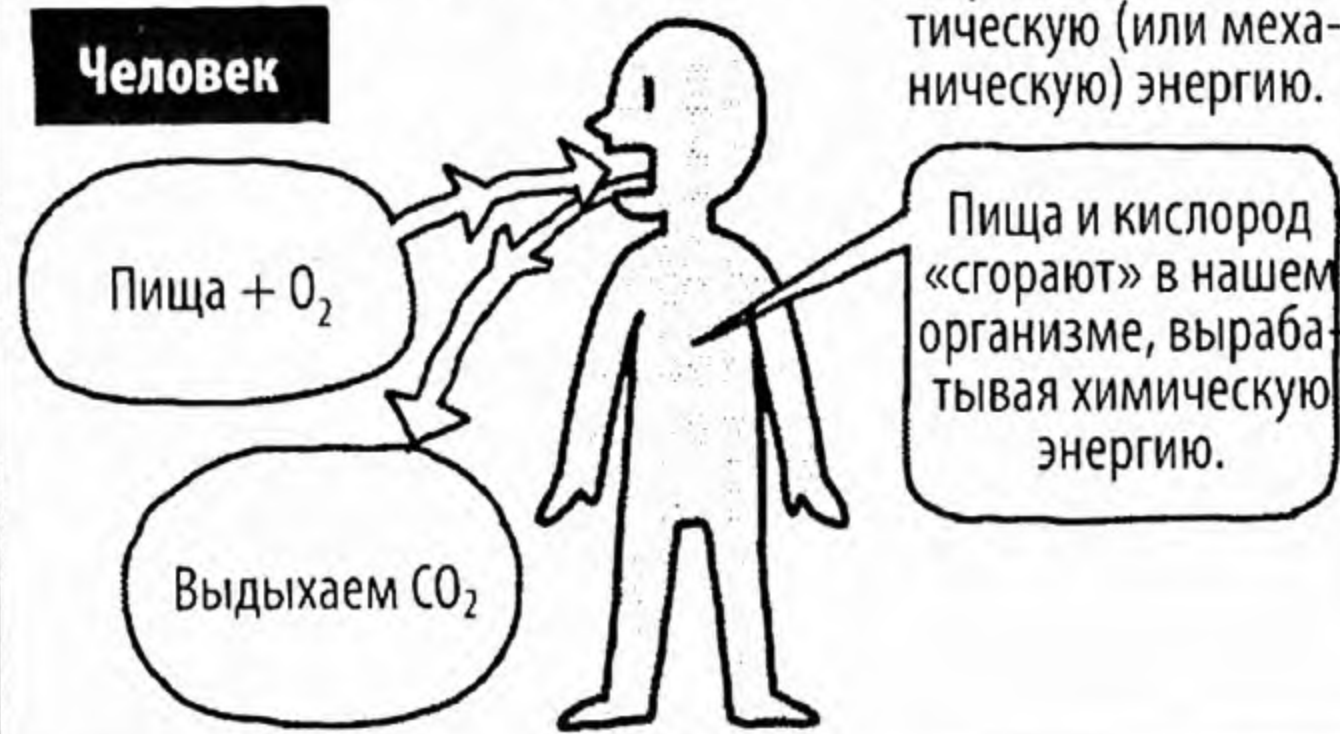
Автомобиль



Наш обмен веществ можно сравнить со
сгоранием топлива в двигателе автомобиля.

Бензин и кислород
сгорают в двигателе,
вырабатывая кине-
тическую (или меха-
ническую) энергию.

Человек



ТЫ ПРАВИЛЬНО
ВСЕ ГОВОРИШЬ.
КИСЛОРОД
НУЖЕН КАК
ЛЮДЯМ, ТАК И
МАШИНАМ.





КСТАТИ, ТЫ НЕ ЗАБЫЛА, ЧТО ВЧЕРА МЫ ГОВОРИЛИ О ТОМ, ЧТО КРОВЬ, КРОМЕ ВСЕГО ПРОЧЕГО, СНАБЖАЕТ ОРГАНЫ КИСЛОРОДОМ?



НАПОМНИ, ЧТО ПРОИСХОДИТ С КРОВЬЮ, КОГДА К НЕЙ ИЗ ЛЕГКИХ ПОДХОДИТ КИСЛОРОД?



НУ...

ВРОДЕ, ВОТ ТАК.

КРОВЬ НАСЫЩАЕТСЯ КИСЛОРОДОМ, ПОСТУПАЮЩИМ ИЗ ЛЕГОЧНЫХ АЛЬВЕОЛ.



И В ЭТО ЖЕ ВРЕМЯ АЛЬВЕОЛА ПРИНИМАЕТ УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ИЗ КРОВИ.



ВСЕ ВЕРНО.



ИТАК...

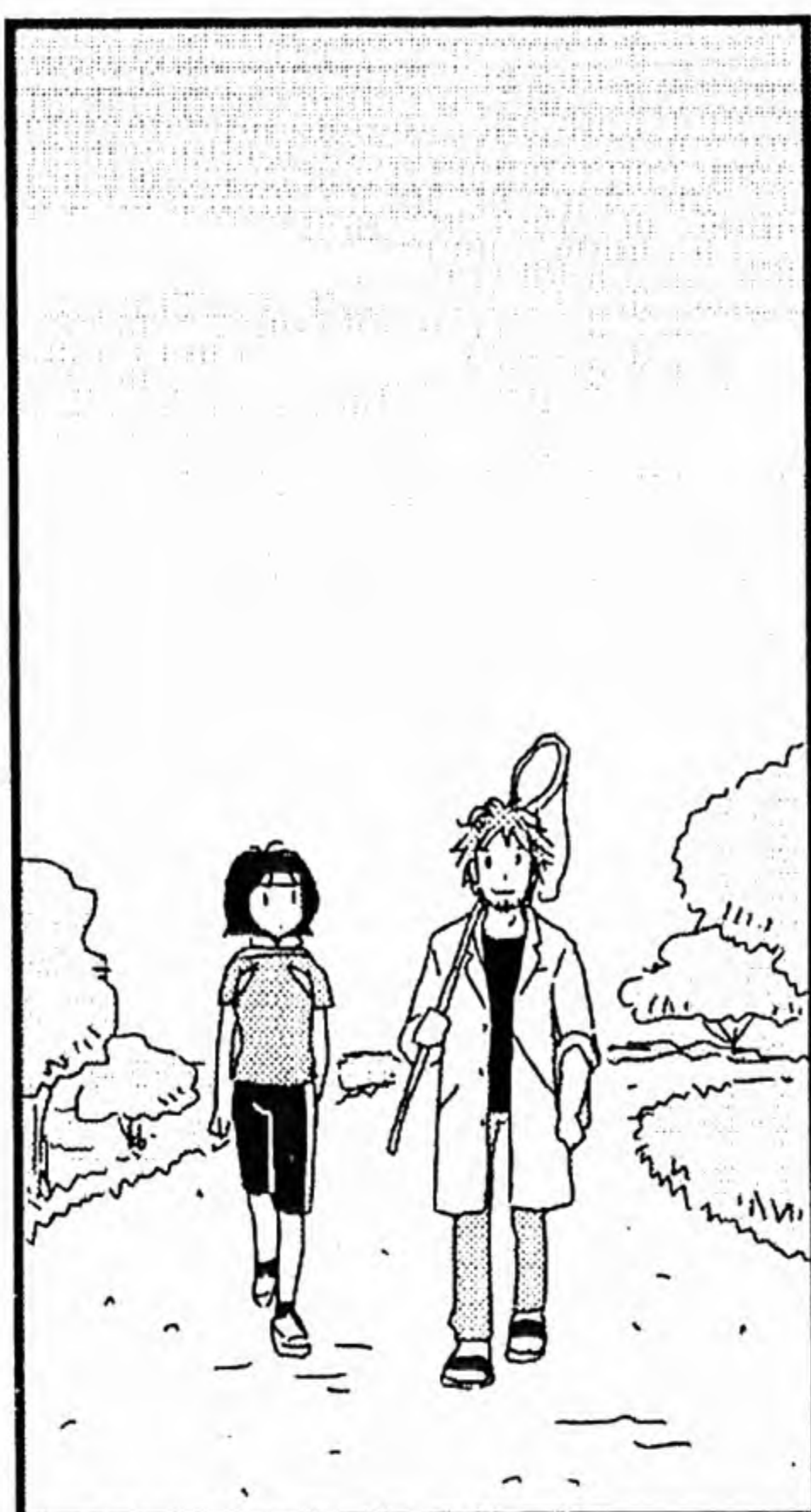
ПРОИСХОДЯЩАЯ В АЛЬВЕОЛЕ ЗАМЕНА КИСЛОРОДА УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ НАЗЫВАЕТСЯ ГАЗООБМЕНОМ.



ТАК... В ВОЗДУХЕ ЗАПАХЛО ЛЕКЦИЕЙ...



ДАВАЙ ПРОЙДЕМСЯ, И, ПОКА ТЫ ПРИХОДИШЬ В СЕБЯ, ПОГОВОРИМ ОБ ЭТОМ.



МММ...
ПРОФЕССОР...
Я ЖЕ ПРОСИ-
ЛА ОБ ЭФ-
ФЕКТИВНОМ
СРЕДСТВЕ ДЛЯ
ПОДГОТОВКИ К
МАРАФОНУ.



АХ, АА...



ТЫ ВЕДЬ
ЗНАЕШЬ,
КАК ВОЗДУХ
ПОПАДАЕТ
В ЛЕГКИЕ?



УГУ.
ЛЕГКИЕ РАЗ-
ДУВАЮТСЯ И
САДУВАЮТСЯ.



А МОЖЕШЬ
ПОТОЧНЕЕ
ОПИСАТЬ?



КОНЕЧНО,
МОГУ.



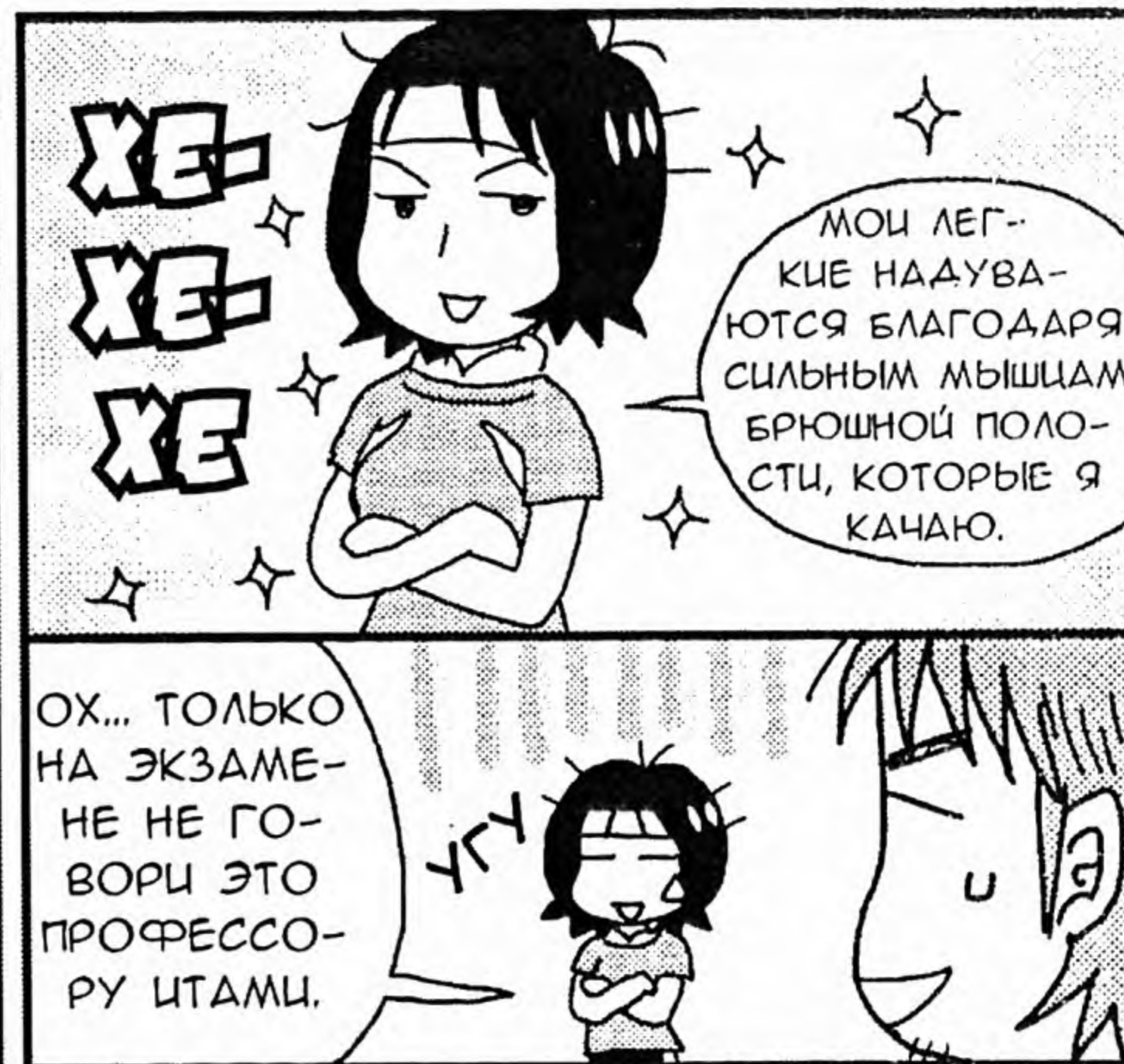
НУ...

ЛЕГКИЕ РАСПОЛО-
ЖЕНЫ В ГРУДНОЙ
ПОЛОСТИ, ОБРАЗО-
ВАННОЙ ДИАФРАГМОЙ
И СТЕНКАМИ ГРУДНОЙ
КЛЕТКИ. ОНИ НАДУВАЮТ-
СЯ И САДУВАЮТСЯ ПРИ
ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ В
ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ.



МОЛОДЕЦ...
ВСЕ ПРАВИЛЬНО.

НО ЛЕГКИЕ НЕ
МОГУТ НАДУТЬСЯ
САМИ ПО СЕБЕ. ИМ
НУЖНА ПОМОЩЬ
МЫШЦ.

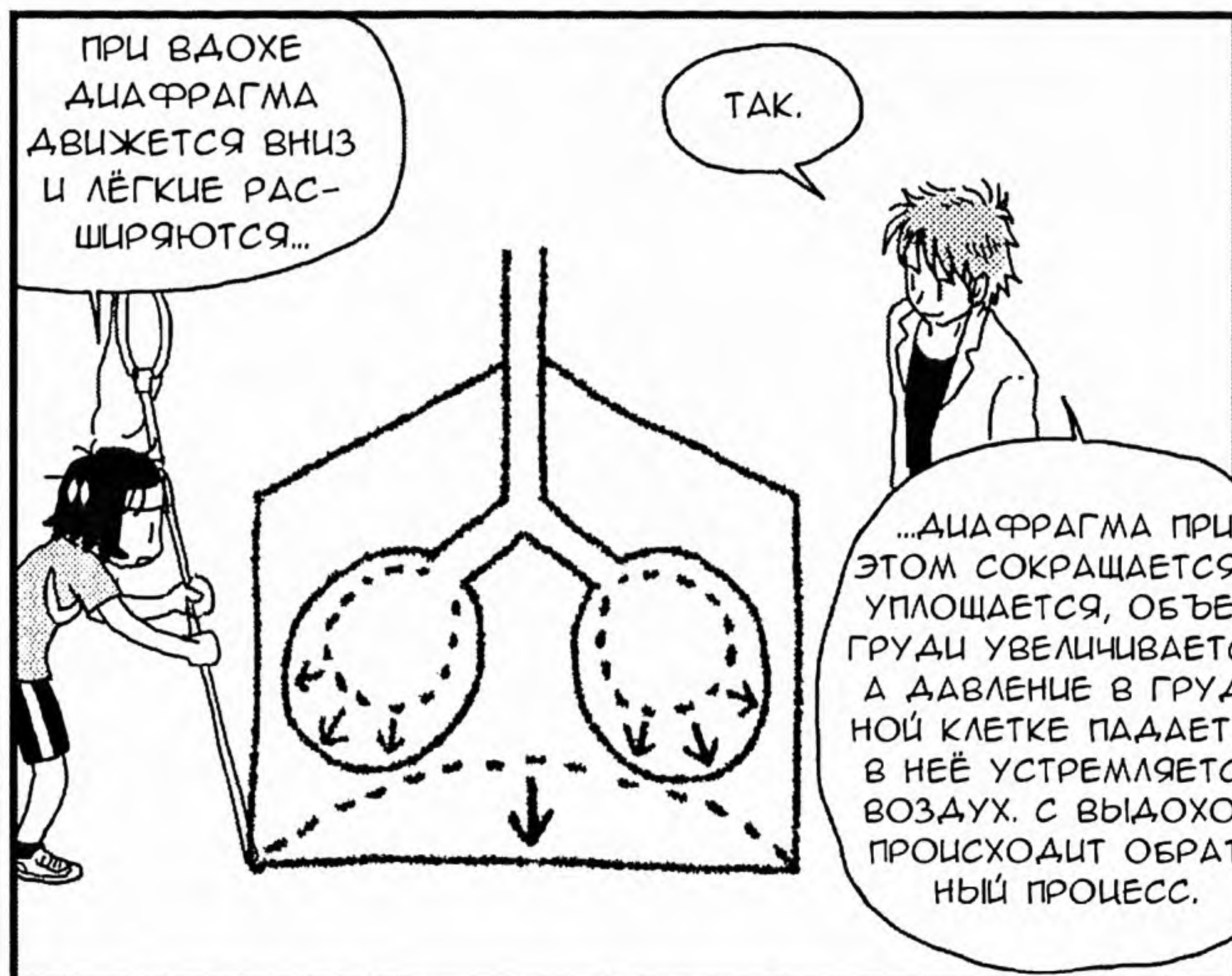
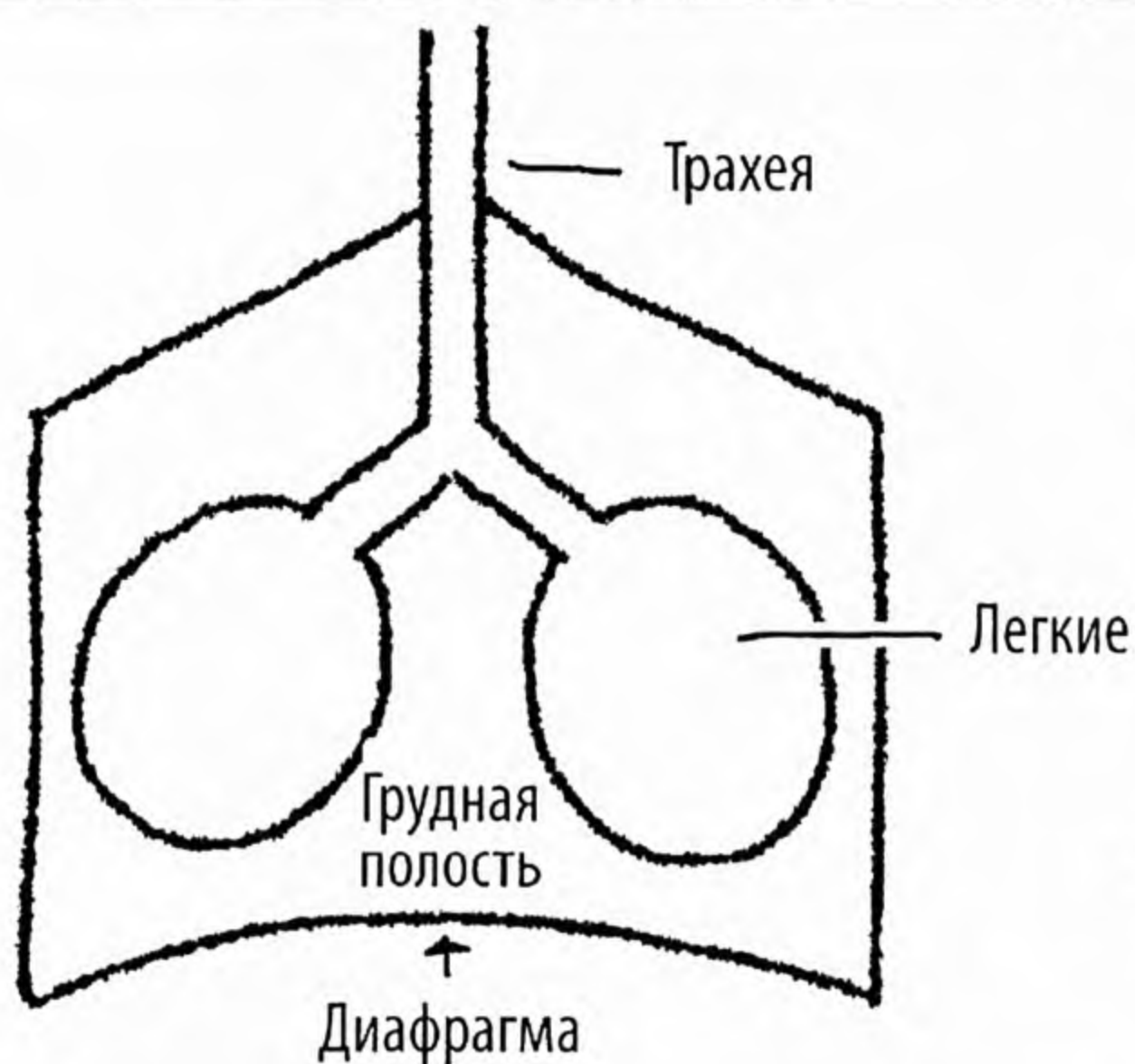
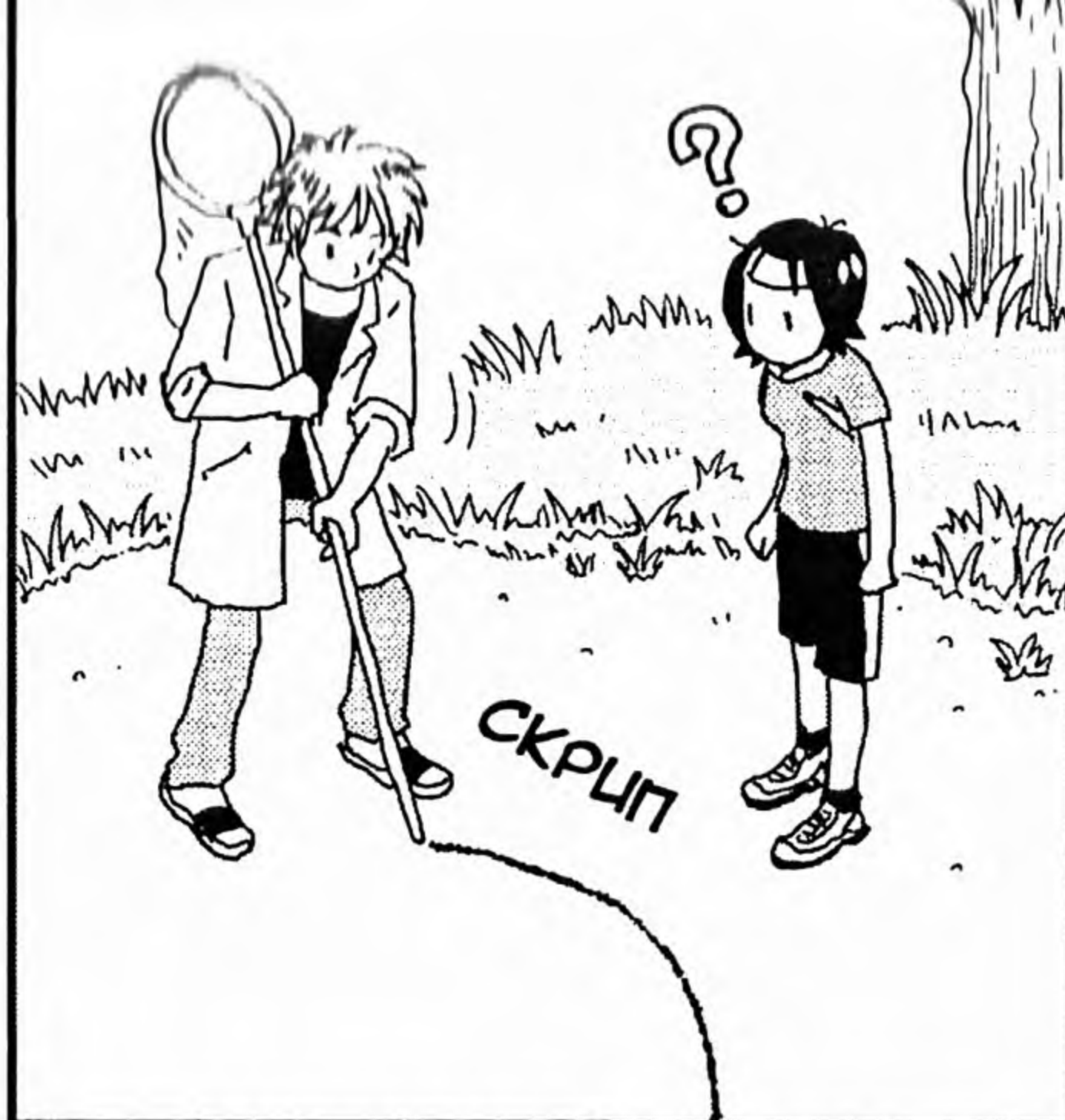


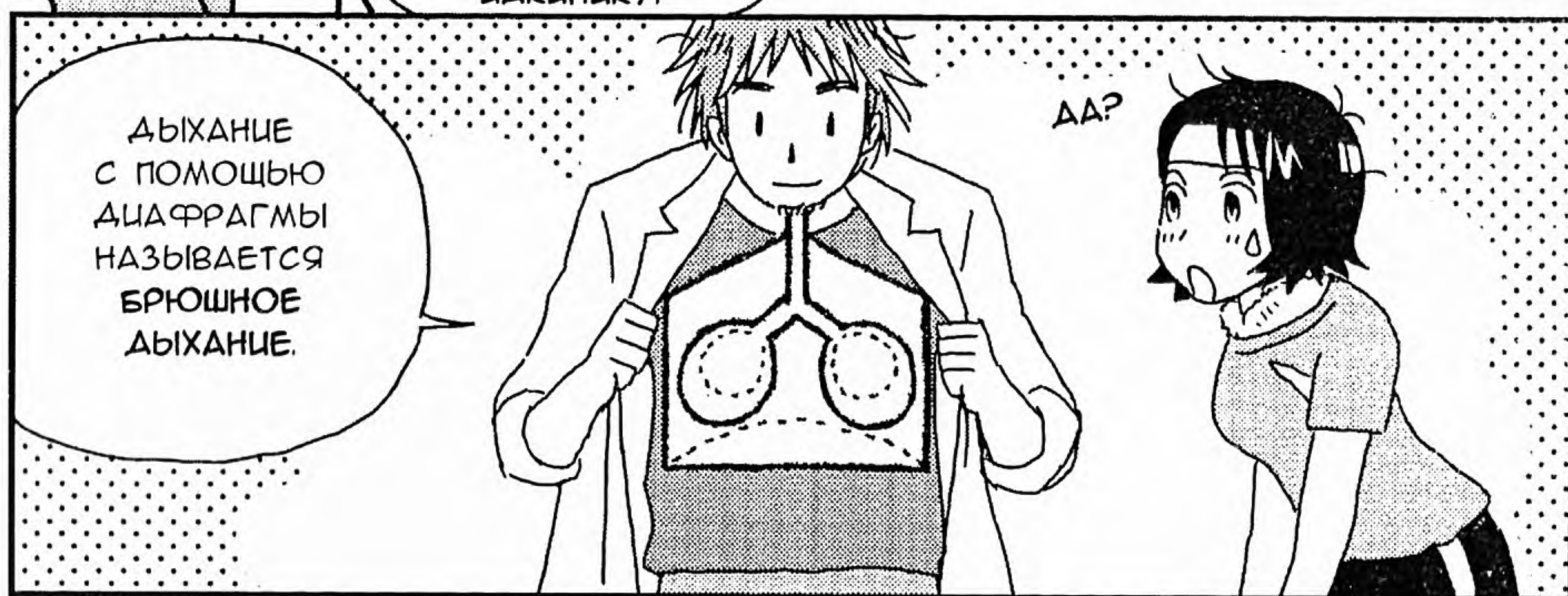
ХЕ-
ХЕ-
ХЕ

МОИ ЛЕГ-
КИЕ НАДУВА-
ЮТСЯ БЛАГОДА-
РЯ СИЛЬНЫМ МЫШЦАМ
БРЮШНОЙ ПОЛО-
СТИ, КОТОРЫЕ Я
КАЧАЮ.

ОХ... ТОЛЬКО
НА ЭКЗАМЕ-
НЕ НЕ ГО-
ВОРИ ЭТО
ПРОФЕССО-
РУ ИТАКИ.

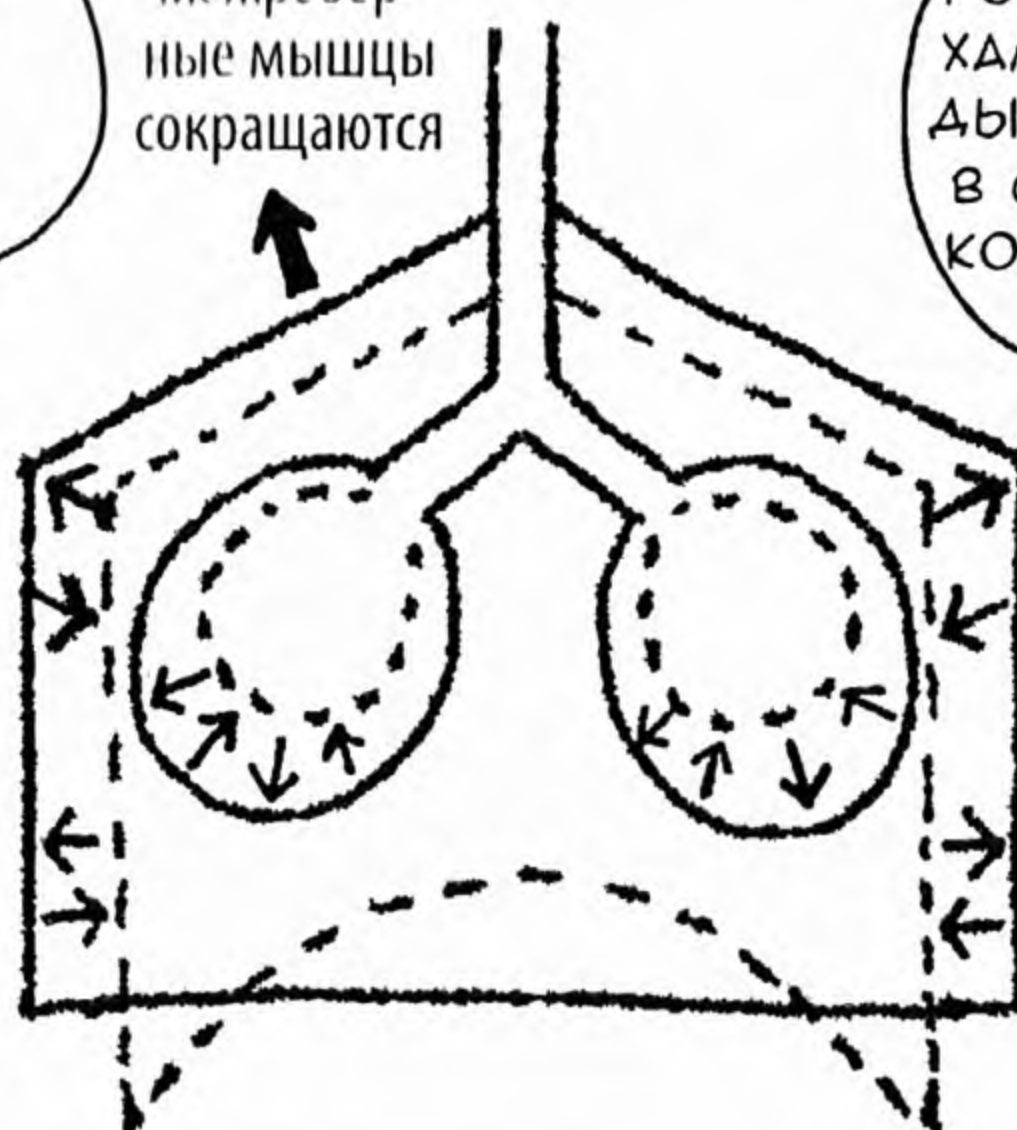
УГУ





А МЫШЦЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ГРУДНОМ ДЫХАНИИ НАЗЫВАЮТСЯ МЕЖРЕБЕРНЫМИ МЫШЦАМИ?

Внешние межреберные мышцы сокращаются



ДА, ОНИ ПОМОГАЮТ ДЫШАТЬ УЧАЩЕННО, КОРОТКИМИ НЕГЛУБОКИМИ ВДОХАМИ И ВЫДОХАМИ. ГРУДНОЕ ДЫХАНИЕ МОЖЕТ ВОЗНИКАТЬ В СТРЕССОВЫХ СИТУАЦИЯХ, КОГДА БЫСТРО ТРЕБУЕТСЯ БОЛЬШЕ КИСЛОРОДА.

СОКРАЩЕНИЕ ВНЕШНИХ МЕЖРЕБЕРНЫХ МЫШЦ УВЕЛИЧИВАЕТ ПРОСТРАНСТВО ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ВДОХЕ. ПРИ ВЫДОХЕ ОНИ ВОЗВРАЩАЮТСЯ К СВОЕМУ ОБЫЧНОМУ СОСТОЯНИЮ.

Интересный факт! У беременных женщин увеличивающаяся матка сокращает подвижность диафрагмы, и дыхание учащается, чтобы уровень вентиляции легких оставался на прежнем уровне.

А ЧТО НАСЧЕТ ВНУТРЕННИХ МЕЖРЕБЕРНЫХ МЫШЦ?

ОНИ ВТЯГИВАЮТСЯ ВОВНУТРЬ...

МЫ ИХ ТОЖЕ ИСПОЛЬЗУЕМ, КОГДА ЧАСТО ДЫШИМ.

ОНИ МОГУТ ПОМОЧЬ ВЫТОЛКНУТЬ ВОЗДУХ ПРИ ВЫДОХЕ. ПРИ ВДОХЕ МОЖНО ПОЧУВСТВОВАТЬ СВОИ ВНЕШНИЕ МЕЖРЕБЕРНЫЕ МЫШЦЫ...

...А ПРИ ВЫДОХЕ - ВНУТРЕННИЕ МЕЖРЕБЕРНЫЕ МЫШЦЫ.

ТЕПЕРЬ МНЕ ВСПОМНИЛИСЬ РЕБРЫШКИ КАЛЕЦ.

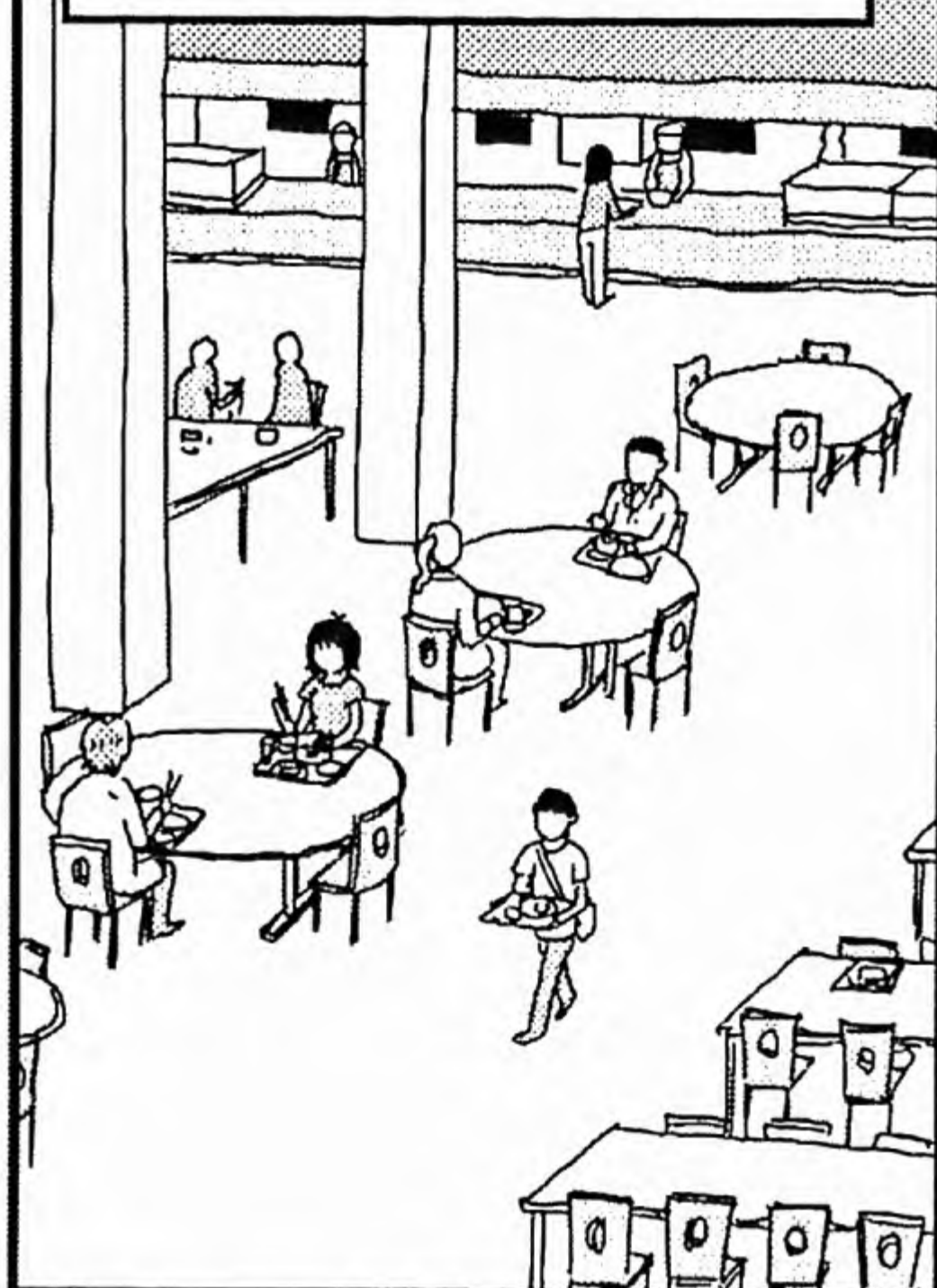
ТЫ УСВОИЛА, ЧТО Я СКАЗАЛ?

ЭТО ВООБЩЕ-ТО МЫШЦЫ МЕЖДУ РЕБРАМИ, НУ...

КАК МЫЛО!

...НУ А ТЕПЕРЬ, КАК НАСЧЕТ ЗАВТРАКА?

Институтское кафе



Я ТУТ ПОДУ-
МАЛ О ТОМ, ЧТО
БРЮШНОЕ ДЫ-
ХАНИЕ МОЖЕТ
БЫТЬ ПРОДУК-
ТИВНО ДЛЯ
МАРАФОНА.

НЕМНОГО
ПОПРАКТИКО-
ВАВШИСЬ, ТЫ,
ВОЗМОЖНО,
СМОЖЕШЬ УВЕ-
ЛИЧИТЬ СВОЙ
ДЫХАТЕЛЬНЫЙ
ОБЪЕМ
ИЛИ «ОБЪЕМ
СПОКОЙНОГО
ВДОХА».

БОЛЬШЕ КИСЛО-
РОДА ОЗНАЧАЕТ
БОЛЬШЕ ЭНЕР-
ГИИ ДЛЯ МОИХ
НАГРУЖЕННЫХ
МЫШЦ!

ХРУМ,
ХРУМ



ПРАВИЛЬНО.

ТВОИ ВДОХИ
И ВЫДОХИ СТА-
НОВЯТСЯ ДОЛЬ-
ШЕ, КОГДА ТЫ
ДЫШИШЬ ДИА-
ФРАГМОЙ.



ХРУМ,
ХРУМ

ЯСНО...
ПОЛЕЗНАЯ
ШТУКА.

ХРУМ, ХРУМ



В ЛЮБОМ СЛУЧАЕ,
АППЕТИТ У ТЕБЯ
ОТМЕННЫЙ...

...ЖУЕШЬ БЕЗ
ПРОДЫХА.
ВСЕ МЫШЦЫ НАДО
ТАК ЖЕ НАТРЕНИ-
РОВАТЬ!



ДА, ПИЩУ Я МОГУ
ВДЫХАТЬ!

ХА ХА ХА





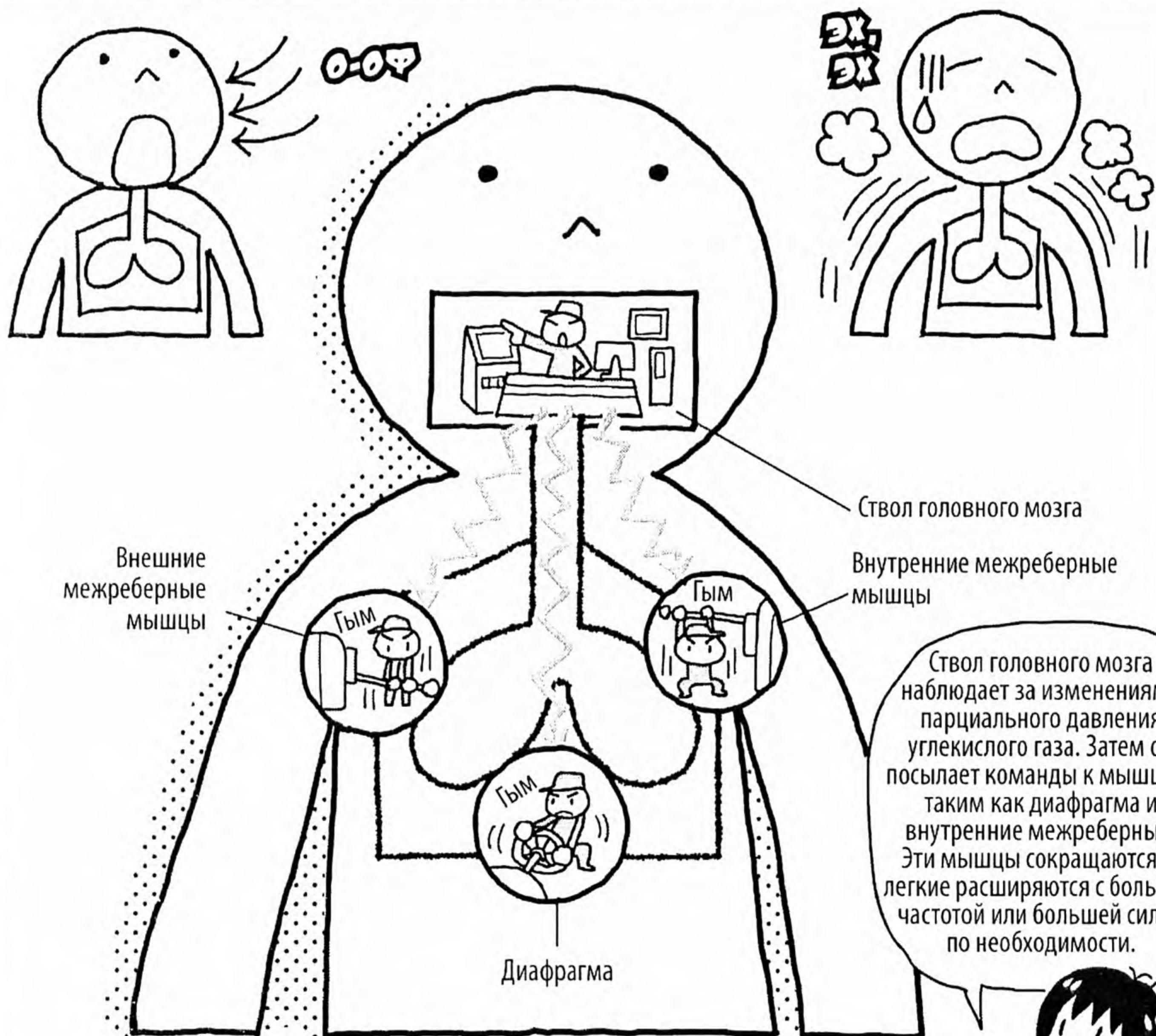


ЗАМЕРЯЕМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В КРОВИ
НАЗЫВАЕТСЯ ПАРЦИАЛЬНЫМ
ДАВЛЕНИЕМ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА.*

* Когда уровень CO_2 растет, это сочетается с тем, что кислород создает в теле более кислую среду (так как больше H^+ ионов водорода находится вокруг). Медулла ствола головного мозга чувствительна к этим изменениям CO_2 и уровню кислотности, и, соответственно, управляет ритмом дыхания.

КОГДА УГЛЕКИСЛОГО
ГАЗА БОЛЬШЕ НОРМЫ,
ДЫХАНИЕ УЧАЩАЕТСЯ.
ЕСЛИ ЕГО УРОВЕНЬ НИЖЕ,
ДЫХАНИЕ СТАНОВИТСЯ
РЕЖЕ!

Углекислый газ и дыхательное движение



ЕЩЕ НЕМНОГО О СИСТЕМЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



Органы дыхания человека образуют систему, которая поглощает кислород для производства энергии и возвращает на выходе углекислый газ. Поговорим чуть больше о легких, играющих главную роль в этой системе.

4. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ (КЛЕТОЧНОЕ) ДЫХАНИЕ

Пока что мы разобрались с вентиляцией, при которой воздух входит и выходит из легких. Далее мы рассмотрим, как кислород, попавший внутрь со вдохом, перемещается внутри тела, и как углекислый газ в это же самое время из него выводится.

Этот процесс называется *газообменом*. В нашем организме газообмен происходит двумя путями: посредством внешнего и внутреннего дыхания. Внешнее дыхание совершается в легких, где обмен газов идет между клетками крови и альвеолами (**рис. 2.1**). Альвеолы это микроскопические пузырьки в конце дыхательных путей (или бронхиол). Вот таким образом кровь получает кислород из воздуха, который мы вдыхаем, и одновременно избавляется от углекислого газа.

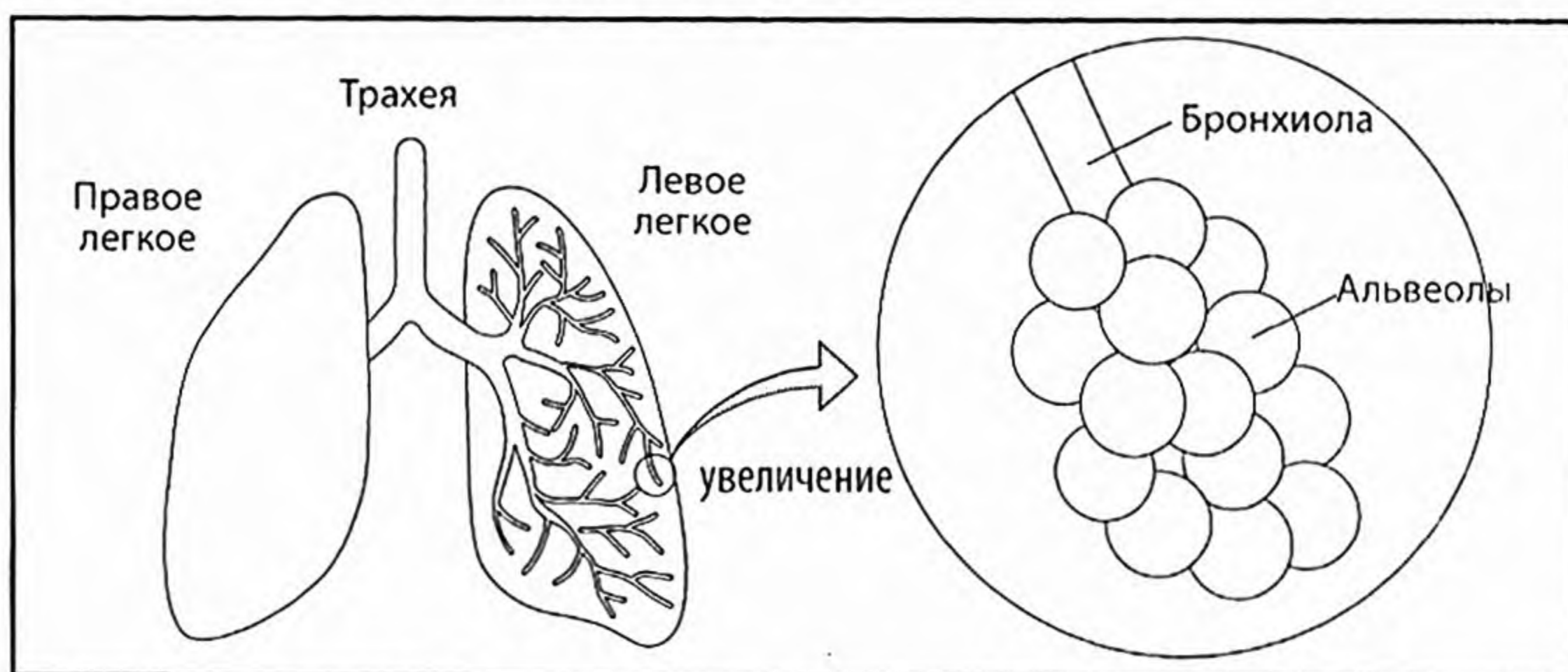
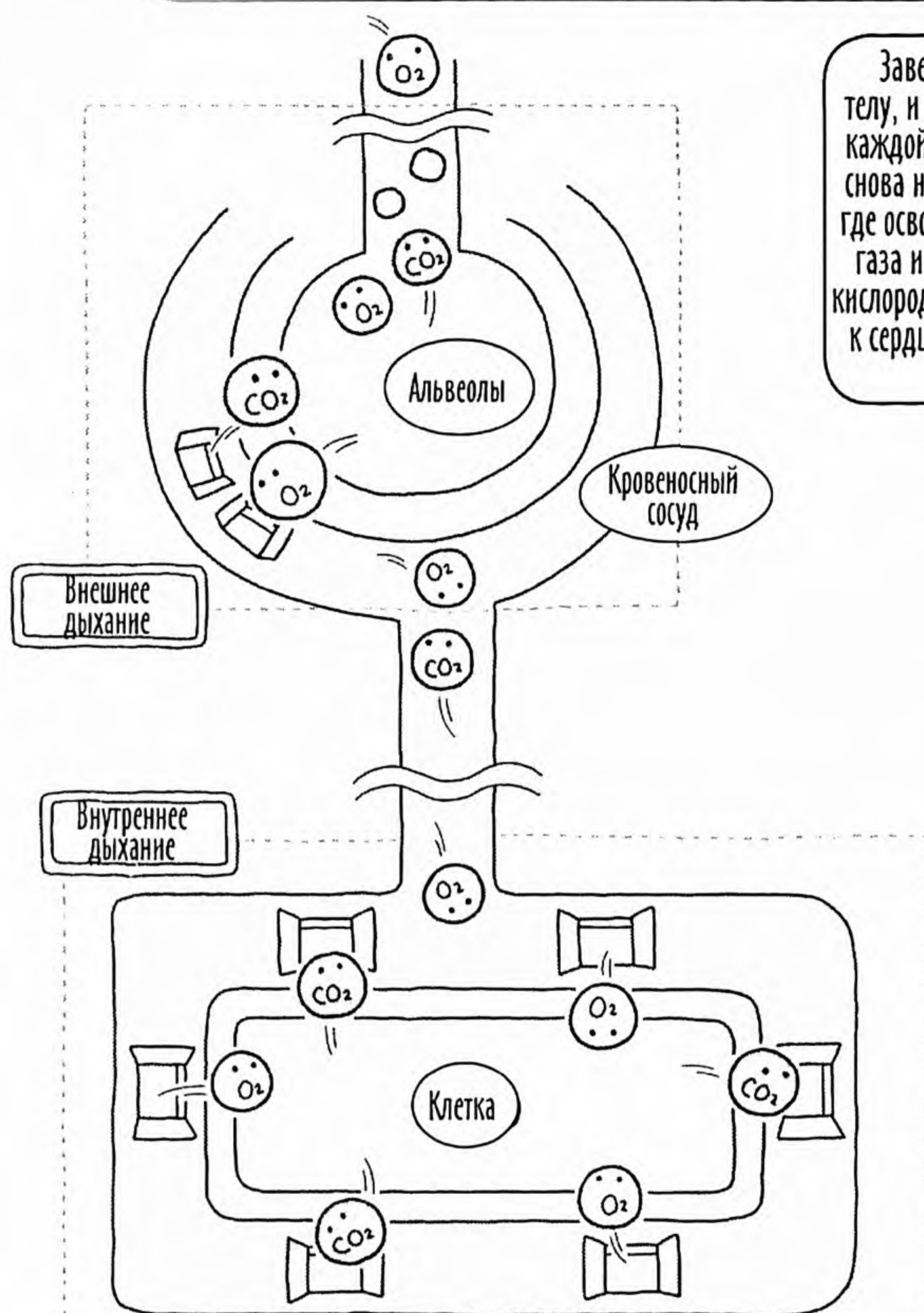


Рис. 2.1. Альвеолы легких

Внутреннее или клеточное дыхание – это газообмен, который происходит в каждой клетке по мере того, как кровь циркулирует по тканям всего тела. Этим способом клетки крови доставляют кислород к клеткам органов, нуждающимся в энергии. На следующей странице можно увидеть полную схему того, как кровь циркулирует по телу, осуществляя внешнее и внутреннее дыхание.

СХЕМА ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ДЫХАНИЯ



Завершив полный цикл по телу, и собрав углекислый газ от каждой отдельной клетки, кровь снова направляется к альвеолам, где освобождается от углекислого газа и забирает новую порцию кислорода. Затем она возвращается к сердцу и вновь повторяет свой цикл по телу.



Газообмен внешнего дыхания выполняется каждой отдельной альвеолой?



Верно. Хотя отдельно взятая альвеола очень мала, их огромное количество: примерно 700 миллионов в обоих легких. Если их всех расположить на плоскости, они бы покрыли площадь, равную ста квадратным метрам или площади корта для игры в бадминтон. Человеческому телу требуется много места для газообмена!

Знаете ли вы, что...

Газообмен при внешнем и внутреннем дыхании происходит благодаря процессу, называемому диффузией (см. стр. 103). Во время диффузии газ переходит из области с наибольшей концентрацией газа в область с меньшей концентрацией до тех пор, пока концентрация не выровняется.

3. ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗОВ В КРОВИ

А сколько примерно кислорода и углекислого газа содержится в крови, и как меняется их соотношение во время газообмена? Чтобы ответить на этот вопрос, нам нужно больше узнать о парциальном давлении газов.

Когда у нас имеется газовая смесь, парциальное давление одного газа – это давление, которое этот газ имел бы, если бы занял весь объем, занятый газовой смесью. Например, воздух вокруг нас состоит из смеси кислорода, азота, углекислого газа и некоторых других газов. Парциальное давление кислорода это то, что вы получите, если избавитесь от всех газов, кроме кислорода, а затем измерите давление кислорода в том же объеме, который первоначально занимала газовая смесь. Парциальное давление обозначается буквой P (от англ. *Pressure* – давление), а химическая формула газа добавляется в качестве нижнего индекса. Например, парциальное давление кислорода – это P_{O_2} , а парциальное давление углекислого газа – P_{CO_2} .

Парциальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба или мм рт. ст. Если взять некий объем воздуха при нормальном атмосферном давлении (1 атм или 760 мм рт. ст.), парциальное давление кислорода в этом объеме будет равно 160 мм рт. ст., а парциальное давление азота – 600 мм рт. ст.

А теперь давайте сравним парциальное давление газов в крови с тем, какую часть каждый из них занимает в воздухе. Воздух – это газ, состоящий из кислорода (21%), углекислого газа (0,03%), и других газов, включая азот на долю которых приходится 79%, что показано на **рис. 2.2**. Однако человеческому организму азот, к примеру, не нужен, а количество углекислого газа в организме ничтожно. Стало быть единственное, что нам нужно знать, это парциальное давление кислорода.



Рис. 2.2. Компоненты атмосферы и их парциальное давление при атмосферном давлении в одну атмосферу (760 мм рт. ст.)

Так каково же парциальное давление кислорода в нашем теле? Все зависит от того, говорим ли мы о кислороде в венах или артериях. Парциальное давление кислорода в артериях обозначается P_{aO_2} , а парциальное давление углекислого газа – P_{aCO_2} . В венах, соответственно, P_{vO_2} и P_{vCO_2} , где а – это артерии, а v – это вены.

Теперь давайте посмотрим на **рис. 2.3**, где изображено изменение парциального давления в разных частях тела. Стандартное значение P_{aO_2} равно 100 мм рт. ст. Для P_{aCO_2} – это 40 мм рт. ст., и для P_{vO_2} – 40 мм рт. ст.

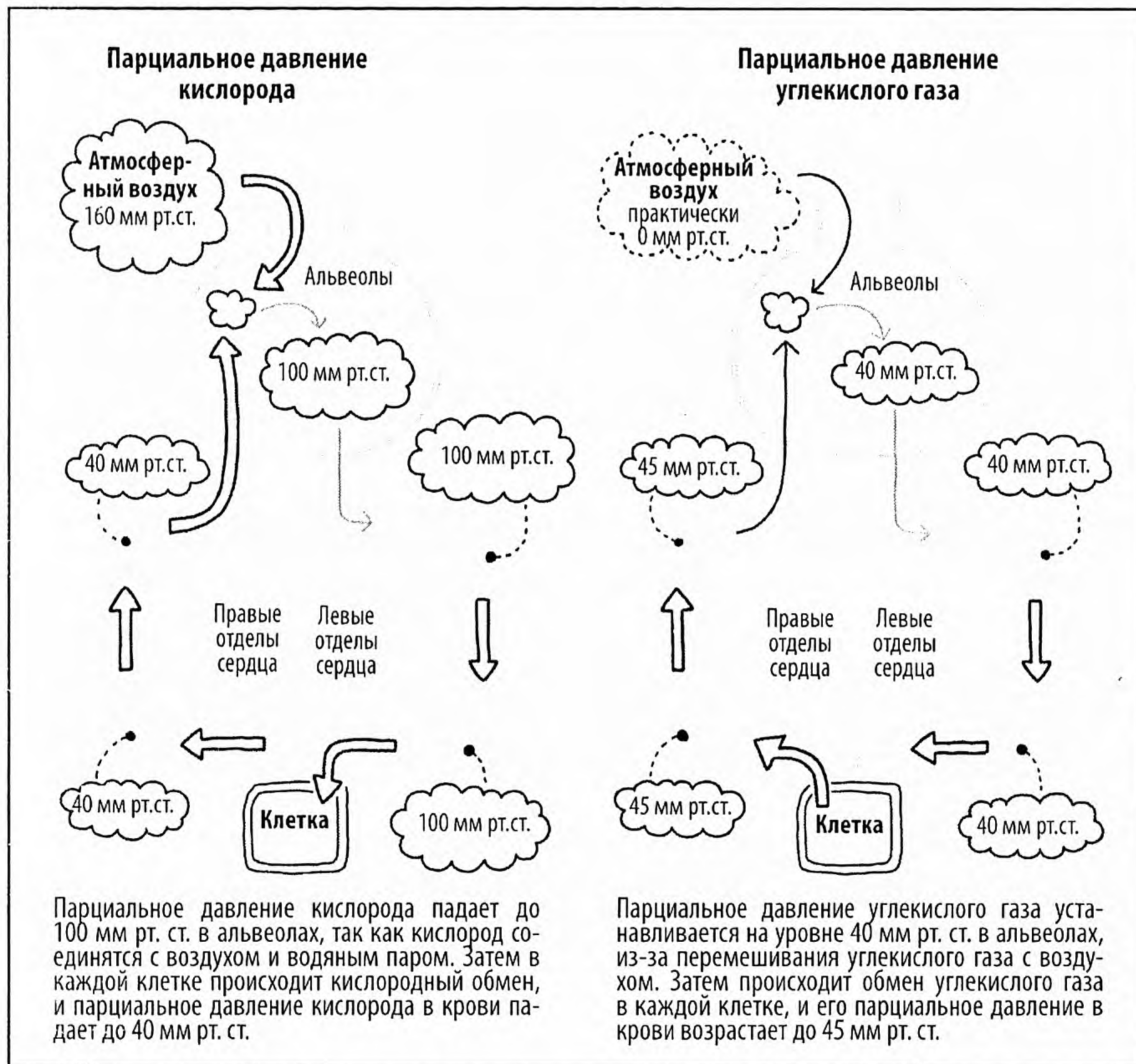


Рис. 2.3. Изменения парциального давления кислорода и углекислого газа в организме

Знаете ли вы, что...

Углекислый газ легко выходит из крови, потому что в атмосферном воздухе его практически нет, поэтому диффузия происходит быстро и легко. Высвобождение CO_2 (и следовательно понижение P_{aCO_2}) тесно связано с pH (водородный показатель) в теле (см. стр. 48).



pH (водородный показатель) – это единица измерения кислотности или щелочности жидкости. Как и любая другая жидкость, кровь также имеет свой pH, и его значение изменяется благодаря процессу дыхания. Вообще-то, парциальное давление газов – это ключ к пониманию того, как дыхание влияет на pH организма. Если уровень pH крови превышает стандартное значение, в организме начнутся проблемы. Так как же эта величина регулируется в теле?

pH равное 7 – это значение нейтральное для pH. По мере уменьшения этого значения, жидкость становится более кислотной. По мере увеличения – щелочной. Обычно pH человеческого тела равно примерно 7,4, что означает слегка щелочную среду. Такое значение поддерживается практически на постоянном уровне. Механизм, обеспечивающий постоянное значение pH нашего тела называется *гомеостазом*.

При возникновении какой-либо функциональной проблемы, уровень pH выходит из диапазона стандартных значений. Состояние, при котором уровень pH имеет тенденцию быть более кислотным нежели щелочным, называют *ацидоз*, а состояние, при котором уровень pH имеет тенденцию быть щелочным, называют *алкалоз*.

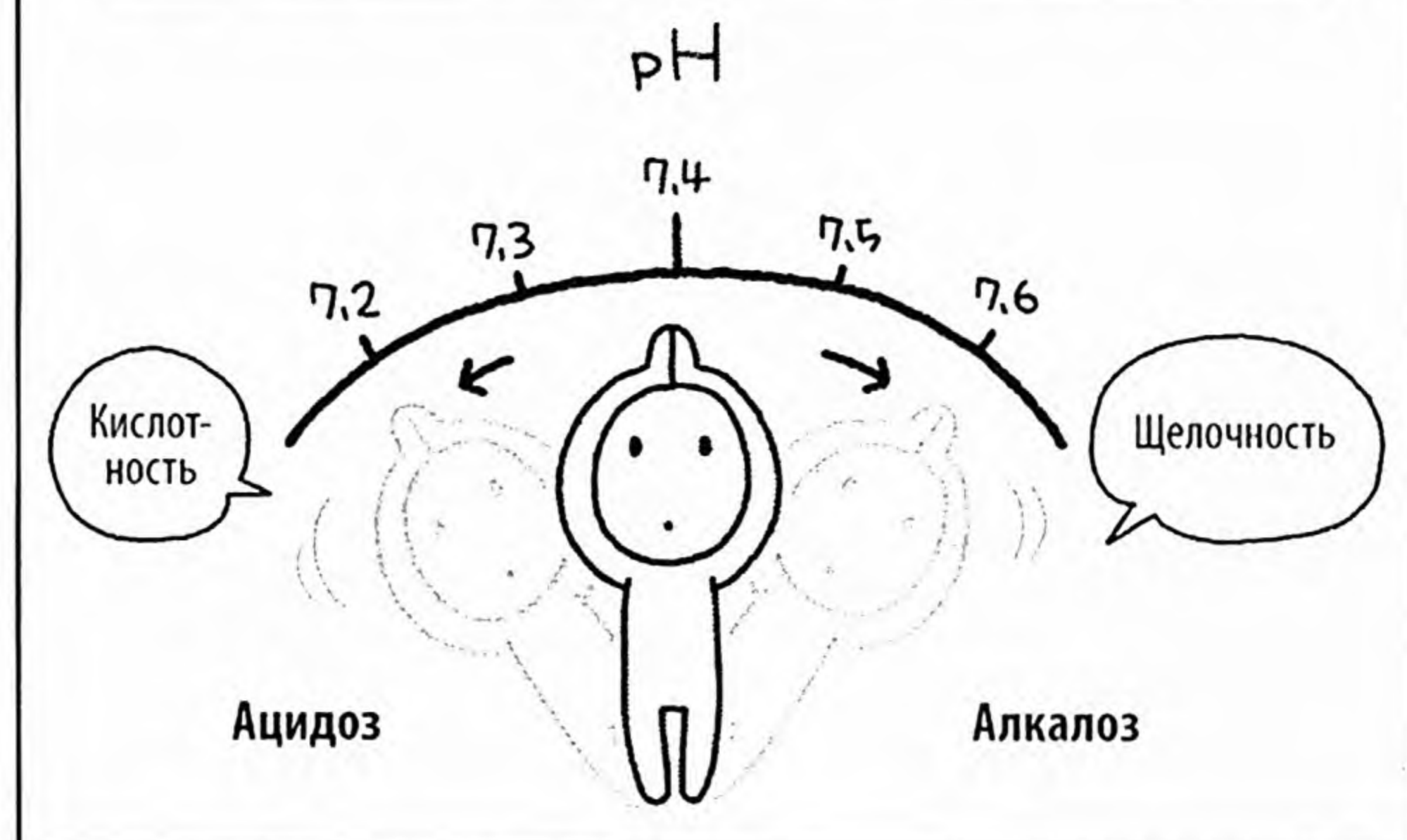


Если водородный показатель нейтрален, тело с pH 7,1 в состоянии алкалоза?



Нет, нет. Так как и ацидоз и алкалоз соотносятся со значением pH равным 7,4, значение 7,1 скорее будет означать повышение кислотности. Следовательно, мы говорим в данном случае об ацидозе (несмотря на то, что здесь уровень pH в целом по определению имеет слегка щелочное значение).

СХЕМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АЦИДОЗА И АЛКАЛОЗА



На схеме показаны ацидоз и алкалоз в применении к человеческому организму. Если pH падает ниже 7,35 или возрастает выше 7,45, возникает риск наступления смерти. Но, так как наш организм по природе слегка щелочной, его pH редко падает ниже 7, откуда, по определению pH, и начинается настоящая кислотная среда.

Так как же возникают ацидоз и алкалоз? pH тела может изменяться в зависимости от уровня P_{aCO_2} – эти параметра близко связаны. Когда P_{aCO_2} высоко, в теле образуется больше кислоты, и возникает ацидоз. И наоборот, когда P_{aCO_2} низкое, уровень кислотности тела падает, и возникает алкалоз. Почему кислотность растет с ростом P_{aCO_2} ? Потому что при растворении углекислого газа в воде продуцируются H^+ ионы, которые стимулируют процесс окисления.



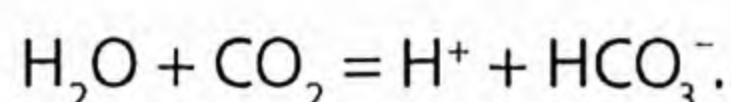
Углекислый газ растворяется в воде...?



Так, представь газированный напиток. Пузырики – это и есть углекислый газ, растворенный в воде.

Знаете ли вы, что...

Ниже дано химическое уравнение, описывающее, как углекислый газ растворяется в воде внутри тела:



Если концентрация ионов водорода (H^+) в водном растворе (например, крови) растет, pH стремится в сторону кислотного уровня.

Неполное дыхание (или **гиповентиляция**) приводит к слишком высокому уровню углекислого газа в теле. Излишек углекислого газа создает более кислую среду, что может привести к ацидозу.

Гипервентиляция – это состояние, при котором вентиляция чрезмерна. Так как она ведет к состоянию, в котором выгоняется много углекислого газа, давление P_{aCO_2} падает, что приводит к отклонению pH тела в сторону щелочного уровня. Ацидоз и алкалоз могут быть вызваны также нарушением обмена веществ (см. «АТФ и цикл лимонной кислоты» на стр. 70).

КАК РАБОТАЮТ ЛЕГКИЕ

А теперь рассмотрим легкие. При исследовании функции легких измеряется количество воздуха, которое вы можете вдохнуть и выдохнуть, и усилие, которое вам для этого нужно. Результат представлен в виде графика, называемого *спирограммой* (**рис. 2.4**). График показывает объем воздуха на разных этапах вдоха и выдоха. Начальная периодическая кривая обозначает интервал, когда человек дышит нормально. Максимальные значения функции показывают конец вдоха (объем при спокойном вдохе), а минимальные – это окончание выдоха (объем при спокойном выдохе). Разница этих уровней – это объем потока при нормальном вдохе/выдохе.

На рисунке помечены максимальные и минимальные значения объема легких. Максимум (там, где человек вдыхает изо всех сил) – это резервный объем вдоха, а минимум (где человек выдыхает изо всех сил) – это резервный объем выдоха. Как показано на рисунке, жизненная емкость легких – это объем между максимальным вдохом и полным выдохом.

Нельзя забывать и об остаточном объеме. Даже если человек выдыхает «что есть силы», легкие не становятся совсем плоскими, и трахея и бронхи тоже не уплощаются полностью, поэтому какой-то объем воздуха остается в этих местах. Этот объем и называется остаточным объемом.

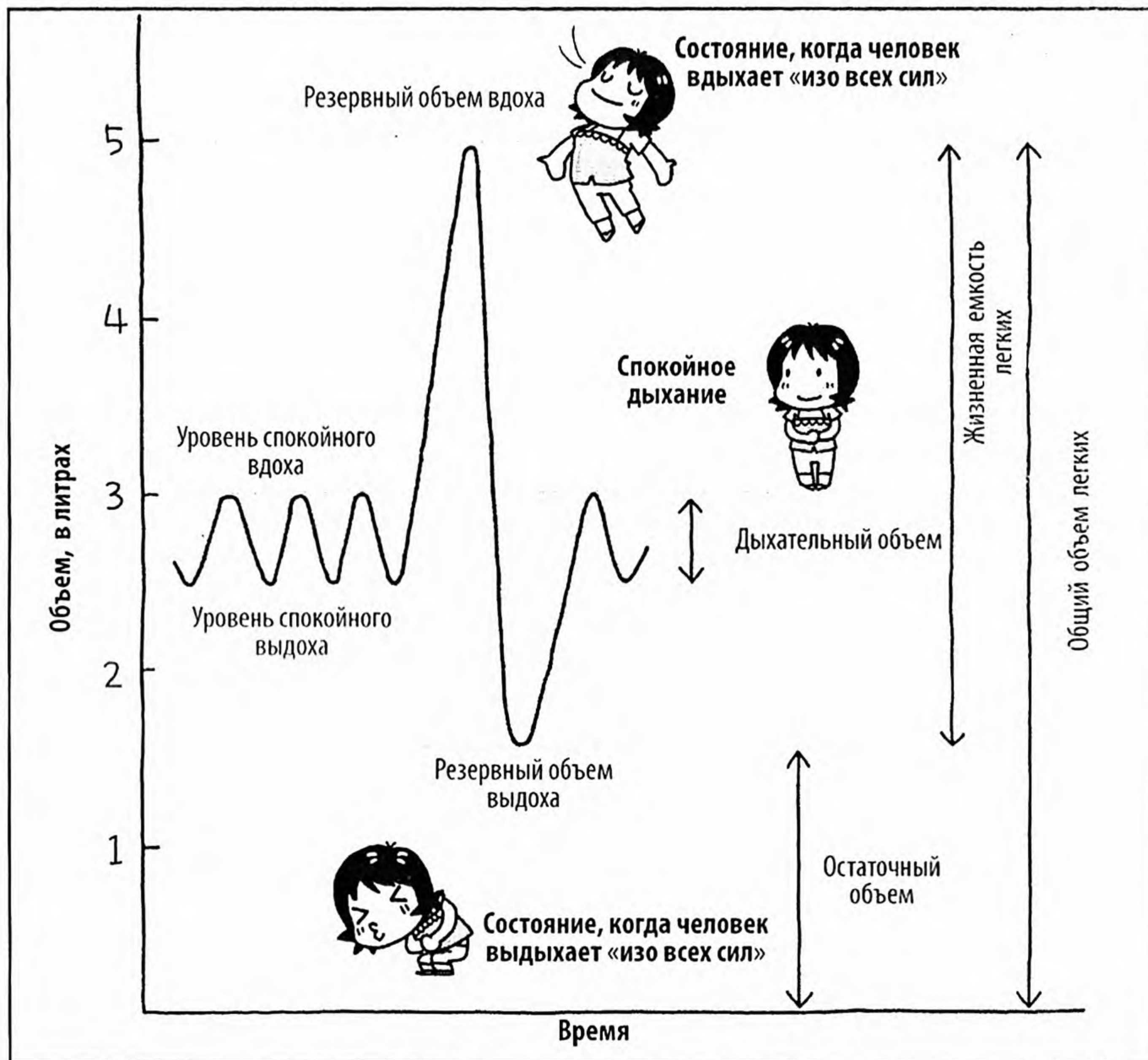


Рис. 2.4. Объяснение показаний спирограммы

Сумма остаточного объема и жизненной емкости легких называется **общим объемом легких**:

$$\text{Общий объем легких} = \text{Жизненная емкость} + \text{Остаточный объем}$$



У меня жизненная емкость равна 3500 миллилитров. Это ведь много, да?



Ты права. Типичная жизненная емкость у женщин – от 2000 до 3000 миллилитров. Твой объем отражает результат твоих занятий бегом. Жизненная емкость легких у мужчин составляет примерно от 3000 до 4000 миллилитров. Обычно у физически развитых людей жизненная емкость больше.

ГЛАВА

3

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

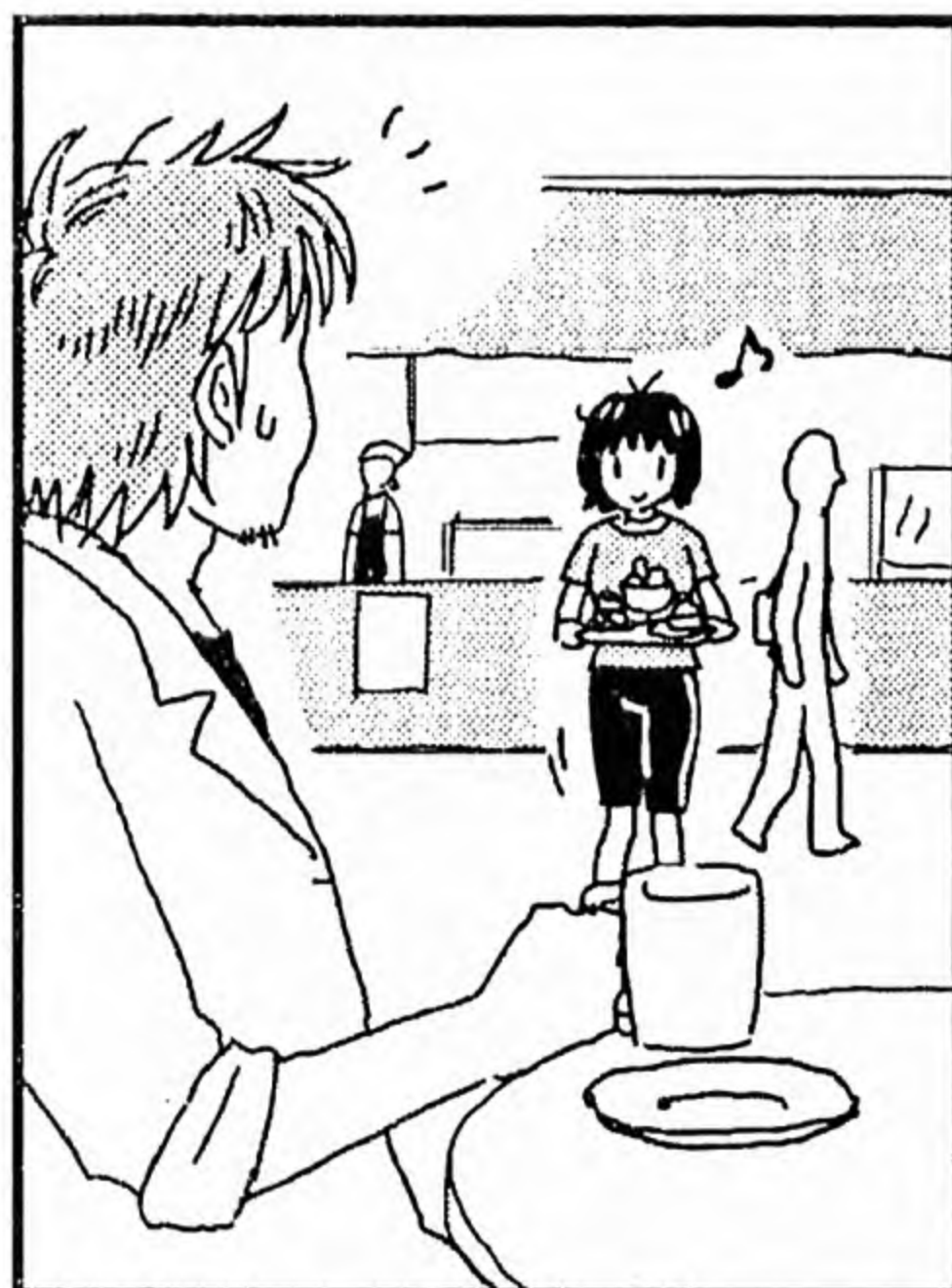
ПИЩЕВАРЕНИЕ,
ОБМЕН ВЕЩЕСТВ
И НЕОБЫКНОВЕННО
ОДАРЕННАЯ ПЕЧЕНЬ

ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ

Кафе
«Коюджо»

НЕ УДИВЛЯЙСЯ...

...ДЛЯ ДЕСЕРТА
ВСЕГДА МЕСТО
НАЙДЕТСЯ.



ЗНАЕШЬ ЛИ ТЫ,
ЧТО ПОБЕДИТЕЛЬ
МАРАФОНА...

...МОЖЕТ ПОЛУЧАТЬ
БЕСПЛАТНЫЕ ДЕСЕРТЫ
ЦЕЛЫЙ ГОД!

ПОЭТОМУ ТЫ
ТАК УСИЛЕННО
ТРЕНИРУЕШЬСЯ?

АГА.

ТЕБЕ БЫ ТАКЖЕ
СТАРАТЬСЯ, ЧТОБЫ
ПРОЙТИ ПЕРЕЭКЗАМЕ-
НОВКУ.

ЭХ-ХЕ-ХЕ

КСТАТИ, А ЧТО
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
ФИЗИОЛОГИИ
ОЗНАЧАЕТ
«ВСЕГДА ЕСТЬ
МЕСТО ДЛЯ
ДЕСЕРТА»?

ОУ!

ОТЛИЧНЫЙ
ВОПРОС!

НУ РАЗ УЖ ТЫ
САМА ЗАГОВОРИ-
ЛА ОБ ЭТОМ, МО-
ЖЕТ ПОГОВОРИМ
О ПИЩЕВАРЕНИИ?

ДА, Я ГОТОВА
ПОДУЧИТЬСЯ!

ИТАК,
ПРИСТУПИМ.

СНАЧАЛА
ПРОСТО ДАЙ
МНЕ ОПРЕ-
ДЕЛЕНИЕ,
ЧТО ТАКОЕ
ПИЩЕВАРЕНИЕ
И ВСАСЫВА-
НИЕ.

ПИЩЕВАРЕНИЕ - ЭТО
РАСЩЕПЛЕНИЕ ПИЩИ
ДО СОСТОЯНИЯ, ПОЗ-
ВОЛЯЮЩЕГО УСВОИТЬ
ПОЛУЧИВШИЕСЯ ПИТА-
ТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

ВСАСЫВАНИЕ -
ЭТО ВОСПРИЯТИЕ
ОРГАНИЗМОМ
ЭТИХ ПИТАТЕЛЬНЫХ
ВЕЩЕСТВ.

ЭТО ЖЕ
ОСНОВЫ.

ВЕРНО?

ВЕРНО, ПРИ ЭТОМ ПИЩЕВАРЕНИЕ И ВСАСЫВАНИЕ ПРОИСХОДЯТ В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ.

ЕГО ЕЩЕ НАЗЫВАЮТ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫМ ТРАКТОМ, И ОН НАПОМИНАЕТ ЕДИНУЮ ТРУБКУ, ИДУЩУЮ ОТО РТА К АНУСУ.

Не произноси слово «анус», пока я ем.

Тонкий
кишечник

Толстый
кишечник



ВО РТУ ПРОИСХОДИТ РАЗЖЕВЫВАНИЕ ПИЩИ, ИЛИ, ПО НАУЧНОМУ, МАСТИКАЦИЯ, ТАК?

ДА, ТАМ ВСЕ ХОРОШЕНЬКО ПЕРЕМАЛЫВАЕТСЯ.

ИНОГДА МЫ ГОВОРИМ «РАЗЖЕВАТЬ», КОГДА ИМЕЕМ В ВИДУ - «ОБЪЯСНИТЬ ЧТО-ТО ОЧЕНЬ ПОДРОБНО».

ЯПОНЦЫ ЕЩЕ ГОВОРЯТ - НОМИКОМИ ГА ХАЯДИ («БЫСТРО ПРОГЛОТИТЬ ЧТО-ТО», ТО ЕСТЬ БЫСТРО УСВОИТЬ ИНФОРМАЦИЮ).

ТЫ, Я ПОЛАГАЮ, НЕ РАЗ ЭТО СЛЫШАЛА. ВЕДЬ ТАК?

РОТ - ЭТО ОТПРАВНАЯ ТОЧКА В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ. ТЫ ЖЕ ЗНАЕШЬ, КАК ОН ДЕЙСТВУЕТ?

ТАМ ДЛЯ ПЕРЕЖЕВЫВАНИЯ ЕСТЬ ЗУБЫ, ЧЕЛЮСТЬ И ЯЗЫК...

А! И ЕЩЕ ВО РТУ ВЫДЕЛЯЕТСЯ СЛЮНА.

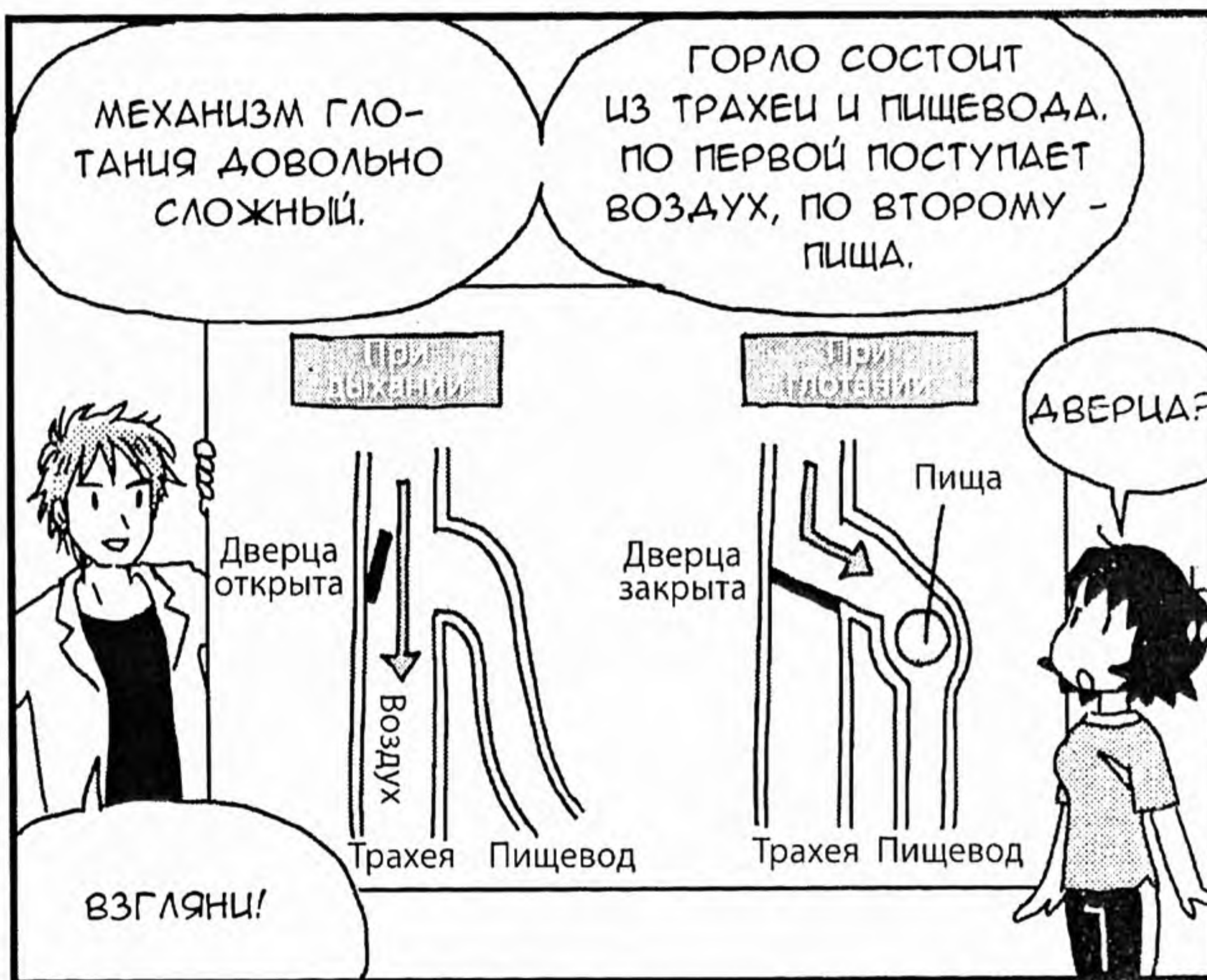
ВЕРНО. СЛЮНА ПЕРЕМЕШИВАЕТСЯ С ЕДОЙ, ЧТОБЫ ЕЕ ЛЕГЧЕ БЫЛО ПРОГЛОТИТЬ... И ЕЩЕ В СЛЮНЕ ЕСТЬ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ, КОТОРЫЕ ПРЕВРАЩАЮТ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В ПИЩЕ, В ЛЕГКОУСВОЯЕМУЮ ОРГАНИЗМ ФОРМУ.

ХМ...

ЭТИХ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ТАК МНОГО...

ПТИАЛИН
САХАРАЗА
МАЛЬТАЗА
ПЕПСИН
ЛИПАЗА

ТРИПСИН
ПАНКРЕАТИЧЕСКАЯ АМИЛАЗА
ПАНКРЕАТИЧЕСКАЯ ЛИПАЗА
ХИМОТРИПСИН



2. ПИЩЕВОД И ЖЕЛУДОК

ТЕБЕ ИЗВЕСТНО,
КАК НАЗЫВАЮТ,
ДВИЖЕНИЕ ПЕРЕ-
ЖЕВАННОЙ ПИЩИ
ПО ПИЩЕВОДУ
В ЖЕЛУДОК?

МЫ СМЕНИЛИ
ТЕМУ?

ЧТО ЖЕ ОН
ДЕЛАЕТ...?

А, Я
ВСПОМНИЛА!

ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ
ПЕРИСТАЛЬТИКА.

ТЫ ВСПОМНИЛА.
ОБАЛАДЕТЬ!

хлоп, хлоп

ПЕРИСТАЛЬТИКУ
МЫ ОБСУДИМ
НЕМНОГО ПОЗЖЕ
(НА СТР. 58).

?

а?

НУ,
ЛАДНО.

ХМ...
ЕДА ДВИЖЕТСЯ
ОТ ПИЩЕВОДА К
ЖЕЛУДКУ, ТАК?

МОШНЫЕ МЫШЦЫ
ЖЕЛУДКА ВОЛНООБ-
РАЗНО СОКРАЩАЮТСЯ
ПОМОГАЯ ПИЩЕВА-
РЕНИЮ.

ПОРАЗЫТЕЛЬНО!

В МЕНТАХ

♡

♡

ПО-ВАШЕМУ,
РАСТВОРЕНИЕ ПИЩИ
В ЖЕЛУДОЧНОМ
СОКЕ ЭТО
ПОРАЗЫТЕЛЬНО?

ЧТО?!

У ТЕБЯ НЕ ВЫЗЫВАЕТ
ВОСТОРГ СОЧЕТАНИЕ
СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ,
ПЕПСИНА И СЛИЗИ?

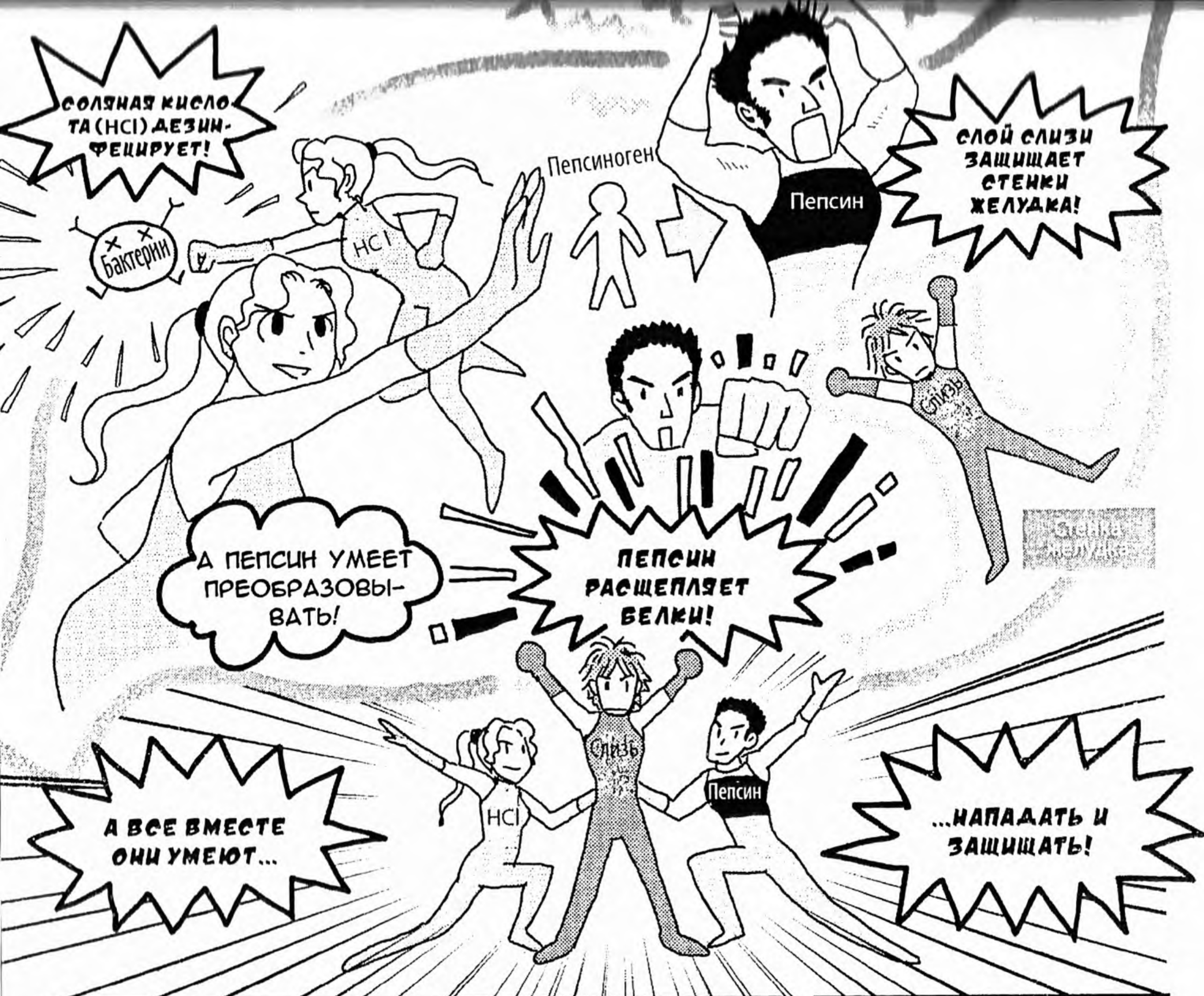
ВОСТОРГ...?
ЭЭ...

Осуждение

РАЗВЕ ЭТО НЕ
ПРОСТО КОМПОНЕНТЫ
ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА?

хрум

БАХ!



Аудитория
на кафедре спорта и
медико-социальных
дисциплин.



* Пепсиноген – это зимоген или профермент (неактивная форма предшественник фермента). Пепсиноген становится активным и преобразуется в пепсин благодаря соляной кислоте.

ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА И ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА



ОНА НЕ РАЗЪЕДАЕТ СТЕНКИ ЖЕЛУДАКА, ТАК КАК ИХ ЗАЩИЩАЕТ СЛИЗЬ. А ЧТО ЗАЩИЩАЕТ КИШЕЧНИК?



4. ТОНКИЙ И ТОЛСТЫЙ КИШЕЧНИК

УХ, ТЫ!
ПИЩЕВАРЕНИЕ
СТОЛЬКО ВСЕГО
ДЕЛАЕТ.

ДАЛЕЕ, ЭТИ
ПИТАТЕЛЬНЫЕ
ВЕЩЕСТВА НАКО-
НЕЦ-ТО ВСАСЫ-
ВАЮТСЯ?

О!

ТАК И ЕСТЬ!

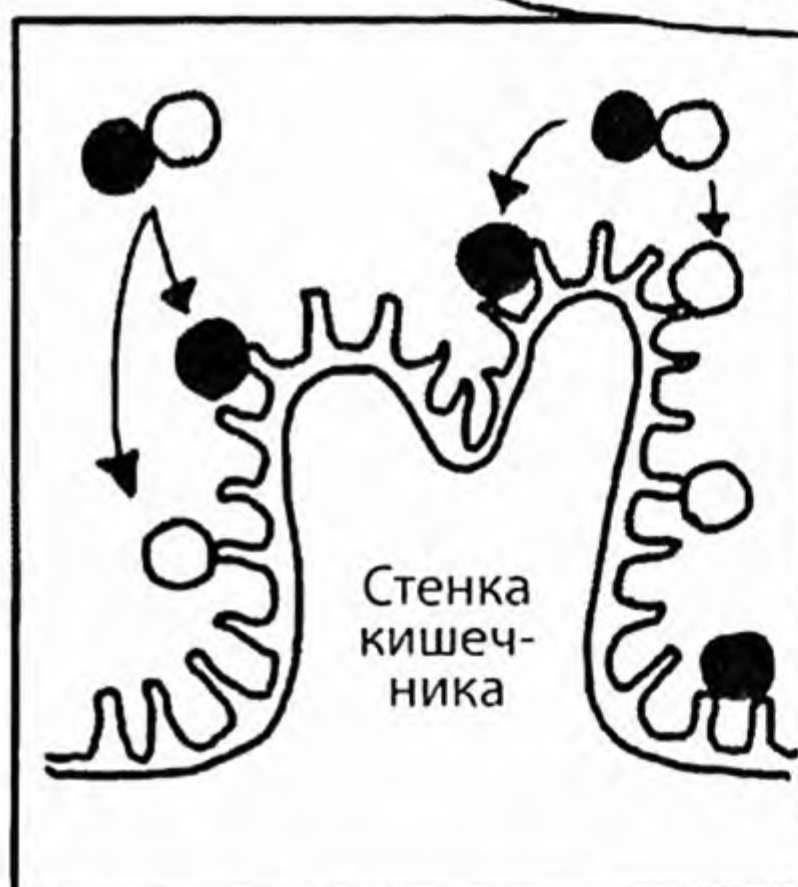
ТЕБЕ ИЗ-
ВЕСТНО, КА-
КОЙ ОРГАН
ОТВЕЧАЕТ
ЗА ЭТО?

ТОНКИЙ
КИШЕЧНИК!

ЕСЛИ БЫТЬ БОЛЕЕ ТОЧ-
НЫМИ, ЭТО ДВЕНАД-
ЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА,
ТОЩАЯ КИШКА

И ПОДВЗДОШНАЯ
КИШКА! ВМЕСТЕ ОНИ
СОСТАВЛЯЮТ ТОН-
КИЙ КИШЕЧНИК...

А ВСАСЫВАНИЕ ПЕРЕВА-
РЕННОЙ ПИЩИ ПРОИСХОДИТ
В ЯЧЕИСТОЙ ПОВЕРХНОСТИ
СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ТОН-
КОГО КИШЕЧНИКА.



ЗДЕСЬ ПРОИСХОДЯТ
ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЕ
ДВИЖЕНИЯ, О КОТОРЫХ
МЫ УЖЕ УПОМИНАЛИ
РАНЕЕ.

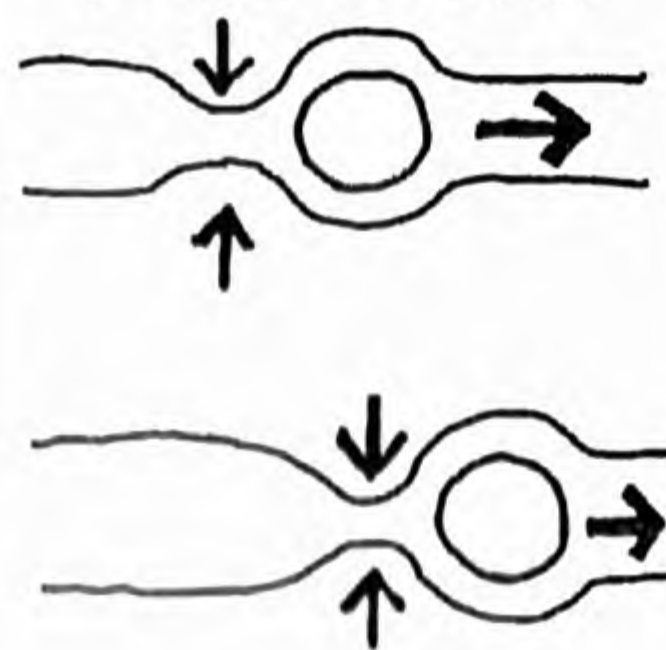
ДА, ПЕРИСТАЛЬТИКА -
ЭТО ДВИЖЕНИЯ, ПО-
ХОЖЕ НА ДВИЖЕНИЯ
ЗЕМЛЯНОГО ЧЕРВЯ.

ТАКИМ ОБРАЗОМ
СОДЕРЖИМОЕ
ПЕРЕДВИГАЕТСЯ
К АНУСУ.

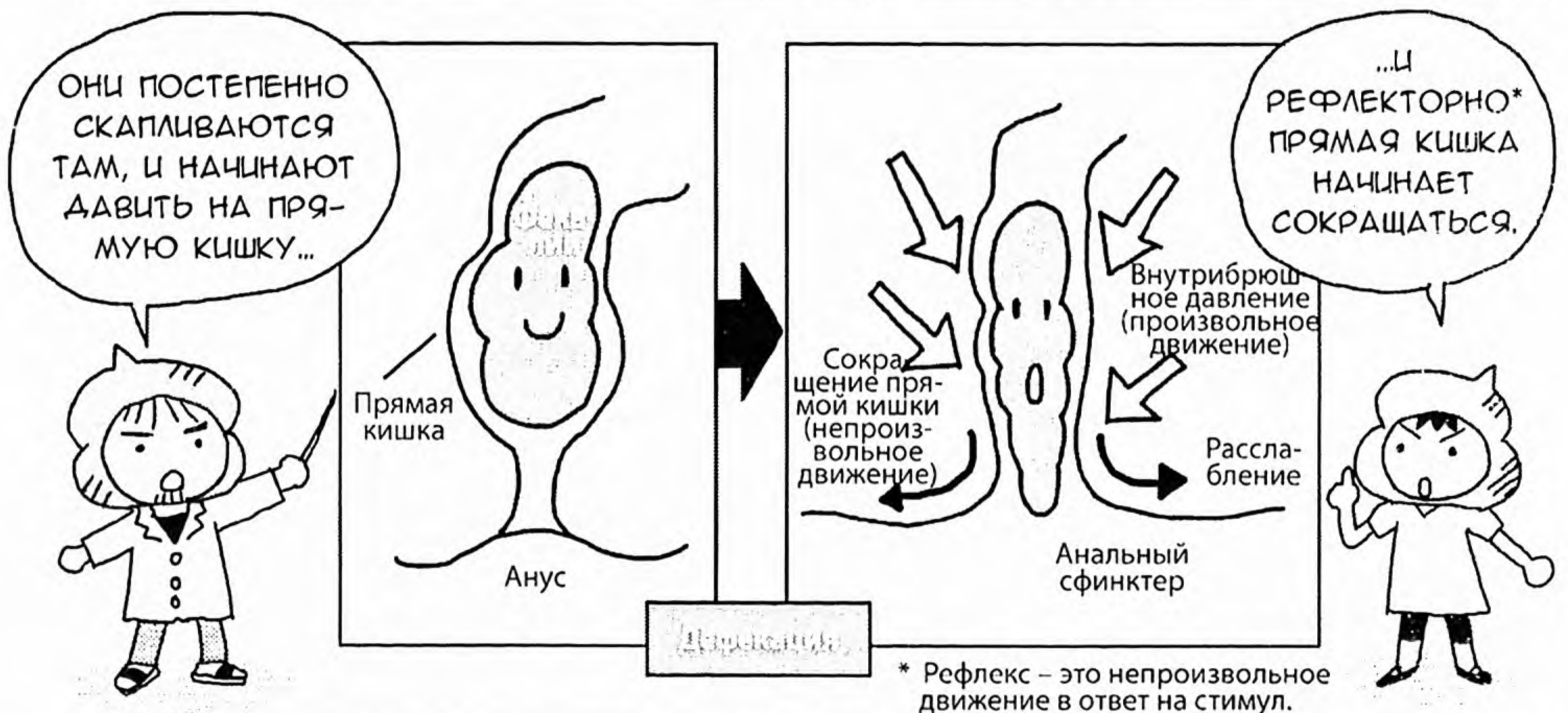
ТО ЕСТЬ КИШЕЧ-
НИК СОВЕРША-
ЕТ ТАКИЕ ЖЕ
ДВИЖЕНИЯ, КАК
И ПИЩЕВОД?



Сокращения, следующие
за пищевым комком про-
двигают его вперед.

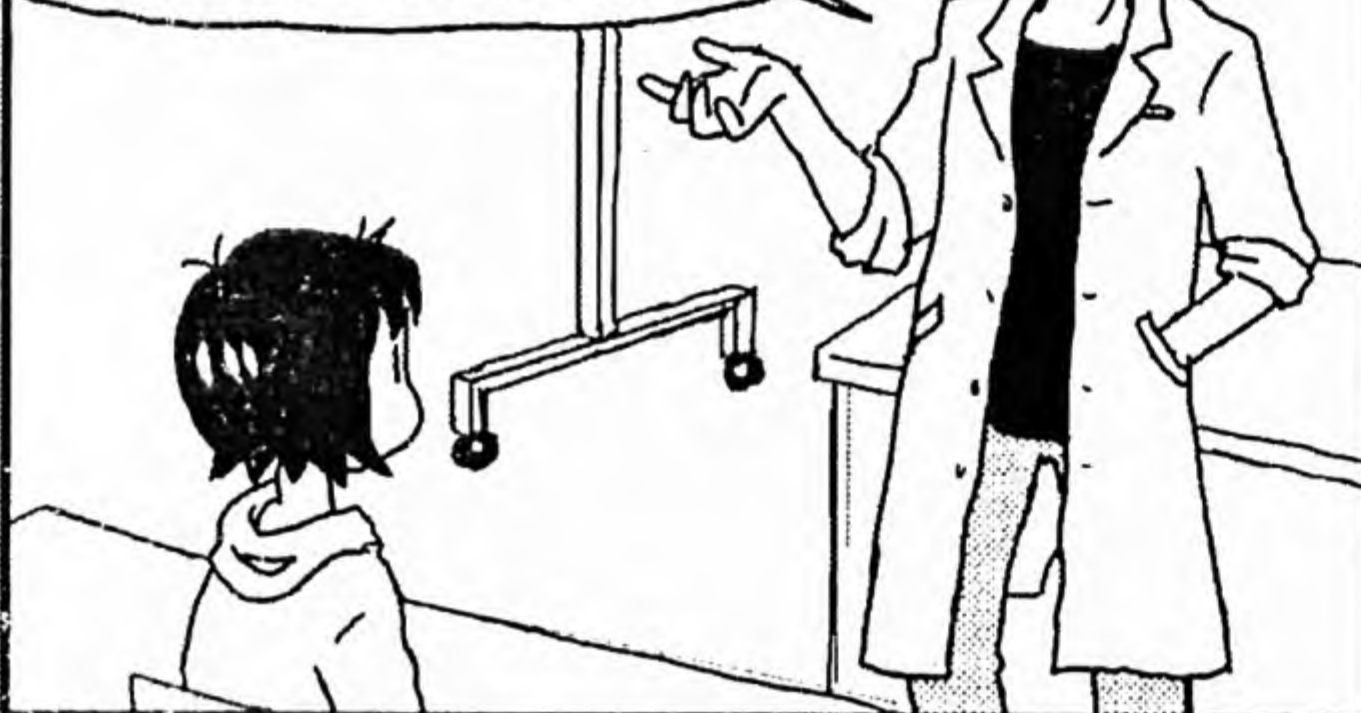




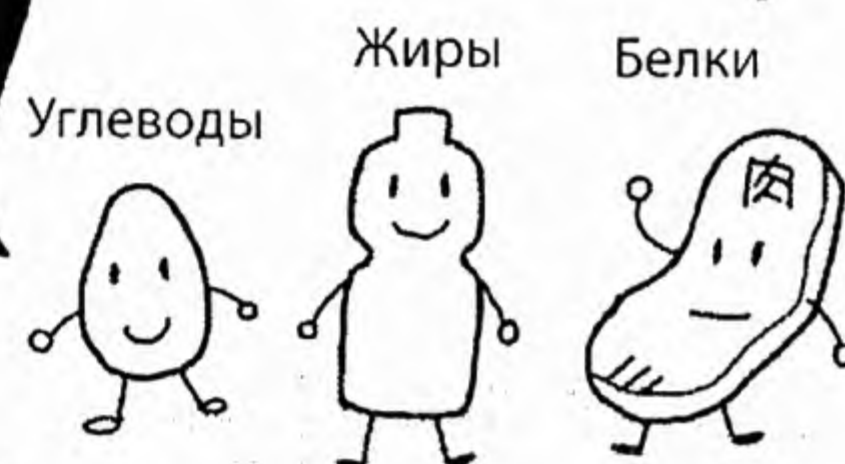


ТРИ ОСНОВНЫХ ВИДА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

ДАВАЙ ПОДРОБНЕЕ ПОГОВОРИМ О ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ, КОТОРЫЕ ПОСТУПАЮТ В ОРГАНИЗМ ВО ВРЕМЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ.



ТО ЕСТЬ О БЕЛКАХ, ЖИРАХ И УГЛЕВОДАХ?



ДА!

ЭТИ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЯВЛЯЮТСЯ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ.

ЧНОГДА СЮДА ЕЩЕ ДОБАВЛЯЮТ ВИТАМИНЫ И МИНЕРАЛЫ, И ЭТА ГРУППА ОБЪЕДИНЯЕТ ПЯТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

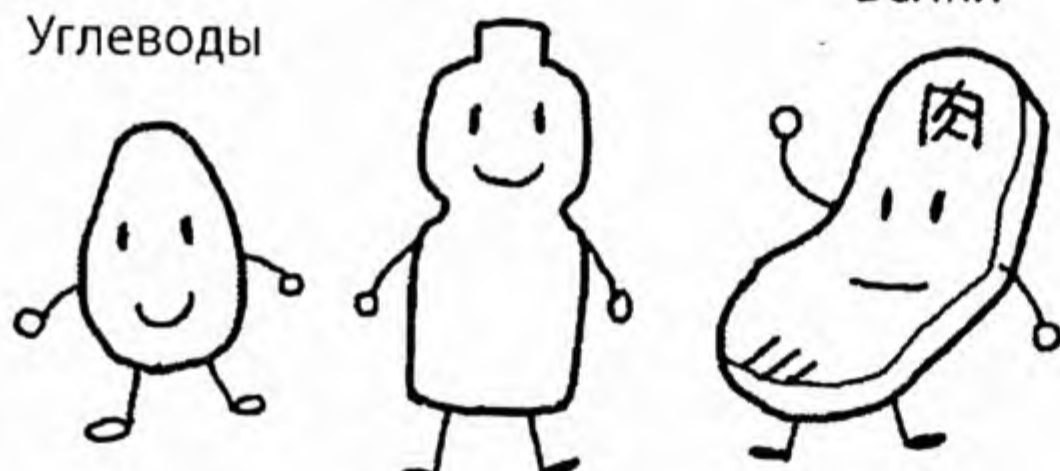
Жиры

Белки

Минералы

Углеводы

Витамины



Если еще нас посчитать, то вот вам и пять основных питательных элементов.

НЕ МОГУ ДО КОНЦА ПОНЯТЬ МЕТАБОЛИЗМ. ЗДЕСЬ, ПОХОЖЕ, ТАК МНОГО ХИМИИ...

ДЛЯ НАЧАЛА ПРОСТО ЗАПОМНИ...

МЕТАБОЛИЗМ ИЛИ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ...

...ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ, КОТОРЫЕ ПОСТОЯННО ПРОИСХОДЯТ В НАШЕМ ОРГАНИЗМЕ.

НО СНАЧАЛА ДАВАЙ РАССМОТРИМ ТРИ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТА.

РАССКАЖИТЕ МНЕ ВСЕ ПРО НИХ, ПОЖАЛУЙСТА!

НАЧНЕМ,
ПОЖАЛУЙ,
С УГЛЕВОДОВ.

УГЛЕВОДЫ ВКЛЮЧАЮТ
В СЕБЯ ГЛЮКОЗУ,
ФРУКТОЗУ, ГАЛАКТОЗУ,
ЛАКТОЗУ, МАЛЬТОЗУ,
САХАРОЗУ И КРАХМАЛ.

ВОТ ПОЧЕМУ НЕ
ОБОЙТИСЬ БЕЗ
СЛАДОСТЕЙ НА
ПЕРЕМЕНАХ!

А ЕДИНСТВЕННЫЙ
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ
ДЛЯ МОЗГА - ЭТО
ГЛЮКОЗА!

ГЛЮКОЗА -
ЭТО ОСНОВА
УГЛЕВОДОВ!

ПОЭТОМУ, ДАЖЕ ЕСЛИ ТЫ
ПАРУ ДНЕЙ БУДЕШЬ БЫСТРО
БЕГАТЬ, ВРЯД ЛИ ИСТОЧНИК
ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТВОЕГО МОЗГА
БУДЕТ ПОЛНОСТЬЮ ИСТОЩЕН.

НО, ЕСЛИ ТЫ
СИЛЬНО ГОЛОДЕН,
ТВОЙ РАЗУМ ТЕ-
РЯЕТ СОСРЕДО-
ТОЧЕННОСТЬ...

...И ТЫ СТА-
НОВИШЬСЯ
НЕМНОГО
ТУПОВАТ.

НУ, ПОЛНЫЙ
ТОРМОЗ!

КСТАТИ, СТОЛО-
НЫЙ САХАР - ЭТО
САХАРОЗА.

ДАВАЙ ПОСМОТРИМ НА ВСЁ РАЗНООБРАЗИЕ УГЛЕВОДОВ.

Типы углеводов

Моносахариды*



Глюкоза



Фруктоза



Галактоза

Дисахариды**



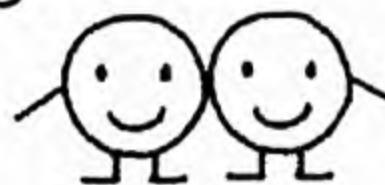
Сахароза

Глюкоза+фруктоза



Лактоза

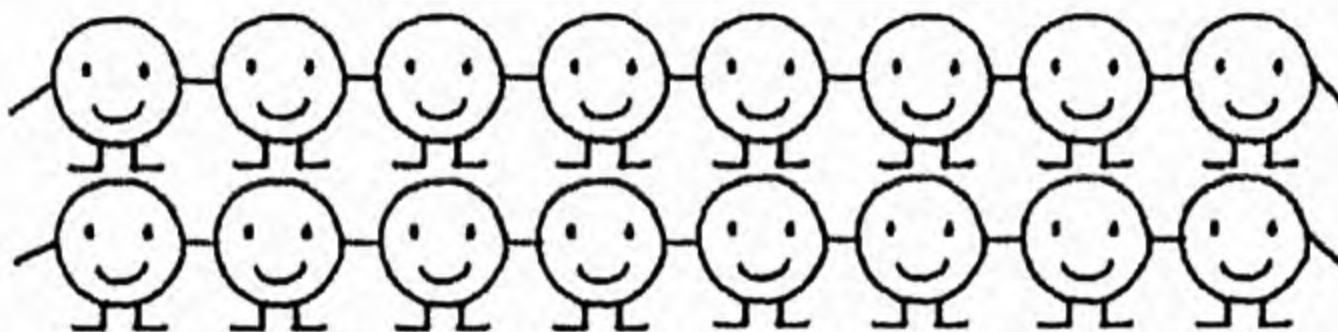
Глюкоза+галактоза



Мальтоза

Глюкоза x 2

Полисахариды***



Крахмал

* Моносахариды: большинство легко усваиваются организмом.
 ** Дисахариды: форма, где два моносахарида соединены друг с другом.
 *** Полисахариды: форма, где разные виды моносахаридов соединены друг с другом.

ВОТ ЗАЕСЬ - ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

ТАКИМ ОБРАЗОМ ПИЩЕВАРЕНИЕ ПРОИСХОДИТ В НЕСКОЛЬКО ЭТАПОВ. НАПРИМЕР, КРАХМАЛ РАСЩЕПЛЯЕТСЯ НА МАЛЬТОЗУ.

И В КОНЦЕ КОНЦОВ В ОРГАНИЗМЕ ВСЁ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ КАК ГЛЮКОЗА.

ЗНАЧИТ КАРАМЕЛЬКИ, ПИРОЖЕНКИ И ДРУГИЕ СЛАДОСТИ БЫСТРО УСВАИВАЮТСЯ ОРГАНИЗМОМ, ПОТОМУ ЧТО ДЛЯ ИХ РАСЩЕПЛЕНИЯ НУЖНО МЕНЬШЕ УСИЛИЙ?



ЭТУ ЧАСТЬ ТЫ УСВОИЛА ПРЕКРАСНО...



ТЕПЕРЬ ДАВАЙ ПЕРЕЙДЕМ К ЖИРАМ.





Нейтральный жир



СВИНИНА И ДРУГИЕ
ЖИРНЫЕ МЯСНЫЕ
ИЗДЕЛИЯ СОДЕРЖАТ
НЕЙТРАЛЬНЫЙ ЖИР.

НЕЙТРАЛЬНЫЙ ЖИР -
ЭТО ЛИПИД.

ЕЩЕ В МЯСЕ
СОДЕРЖИТСЯ
ХОЛЕСТЕРИН.*



* В крови содержится плохой холестерин (LDL) и хороший холестерин (HDL), который предотвращает атеросклероз.

НО ВЕДЬ ДАЖЕ
ЕСЛИ МЫ НА
ДИЕТЕ, НАМ ВСЕ-
ТАКИ НАДО ЕСТЬ
НЕМНОГО ЖИРА?

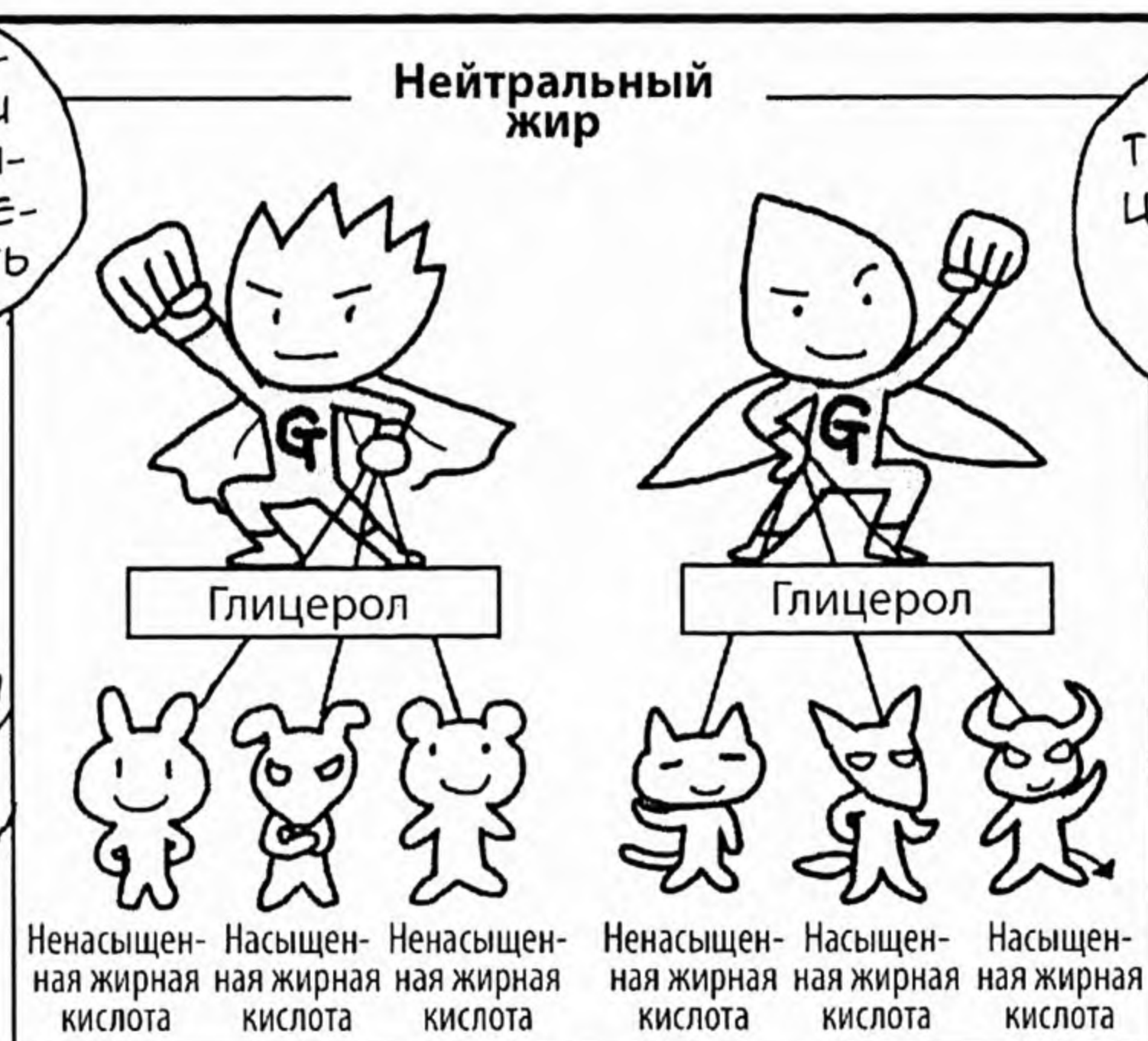
КОНЕЧНО.

ЭТО ПРЕВОСХОДНЫЙ
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ,
А ТАКЖЕ НЕЗАМЕНИ-
МЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ.**

А КАК ЖЕ ВСЕ
ЭТИ КАЛОРИИ,
КОТОРЫЕ ЕСТЬ
В ЖИРЕ?

ХМ? ЭТО НЕ
СПРАВЕДЛИВО.
О ЖИРЕ СЛО-
ЖИЛАСЬ ПЛОХАЯ
РЕПУТАЦИЯ.

** Незаменимые жирные кислоты – это ненасыщенные жирные кислоты, которые наш организм не умеет производить, поэтому должен получать с пищей.



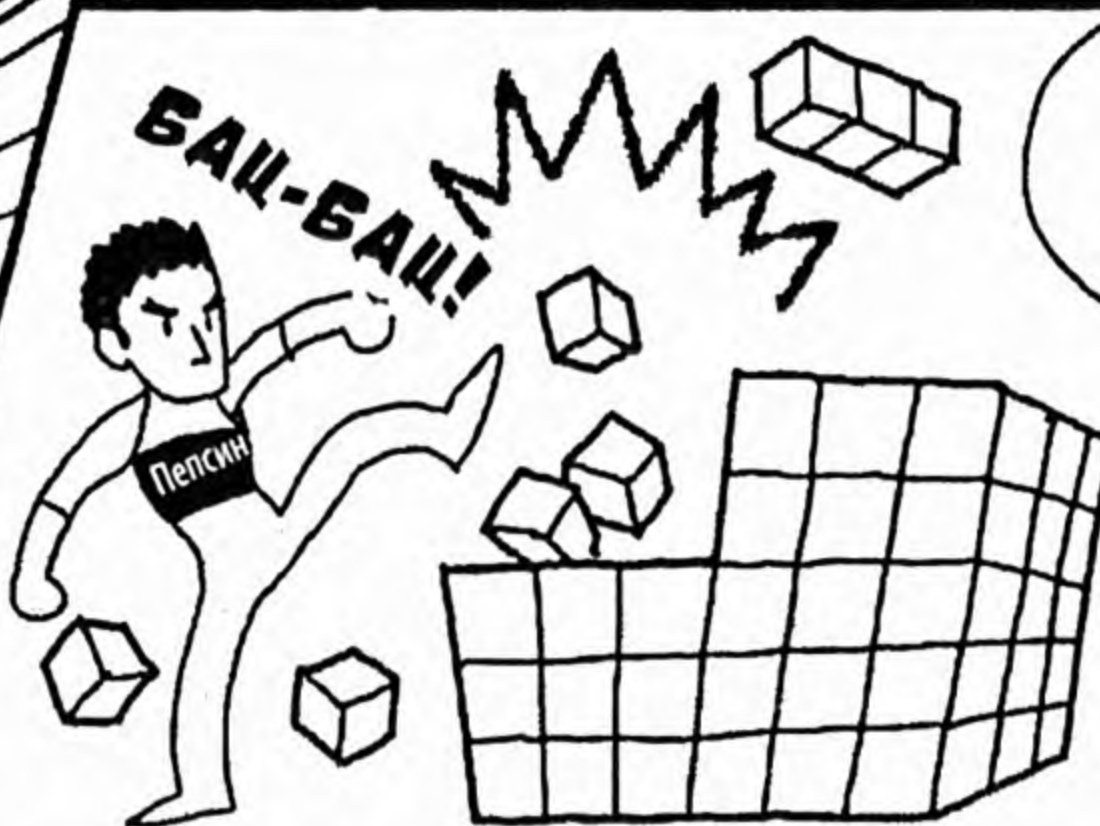
* Нейтральные жиры подразделяются по жирным кислотам, из которых состоят, а также по числу атомов углерода и связям между ними. Даже среди триглицеридов могут быть моно- и диглицериды.

НУ, НАКОНЕЦ, МЫ
ДОБРАЛИСЬ ДО
БЕЛКОВ, ВЕРНО?

ВЕРНО.

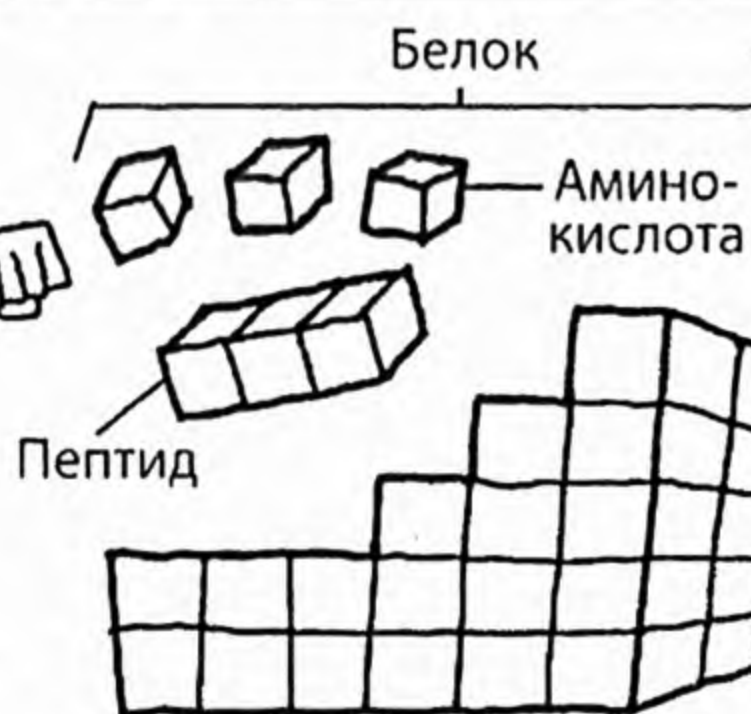
ПРОТЕИНЫ - ЭТО ПИ-
ТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА,
ИГРАЮЩЕ ВАЖНУЮ РОЛЬ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТКАНЕЙ
ОРГАНИЗМА, ТАКИХ КАК
МЫШЦЫ, КОСТИ, КОЖА
И КРОВЬ.

НУ И,
КОНЕЧНО, ОНИ МО-
ГУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ЭНЕРГИИ.



ПЕПСИН ВЕР-
НУЛСЯ! И ОН
В БЕШЕНСТВЕ!

БЕЛКИ СОСТОЯТ
ИЗ МНОЖЕСТВА
АМИНОКИСЛОТ,
СОЕДИНЕННЫХ
МЕЖДУ СОБОЙ.



НЕБОЛЬШОЕ ЧИС-
ЛО ОБЪЕДИНЕН-
НЫХ АМИНОКИСЛОТ
ЧАСТО НАЗЫВАЮТ
ПЕПТИДАМИ.

ПЕПСИН РАСЩЕ-
ПЛЯЕТ ПРОТЕИНЫ
НА БОЛЕЕ МЕЛКИЕ
СОСТАВЛЯЮЩИЕ!

ВЕРНО! ПИЩЕВА-
РЕНИЕ ПРОДОЛ-
ЖАЕТСЯ!

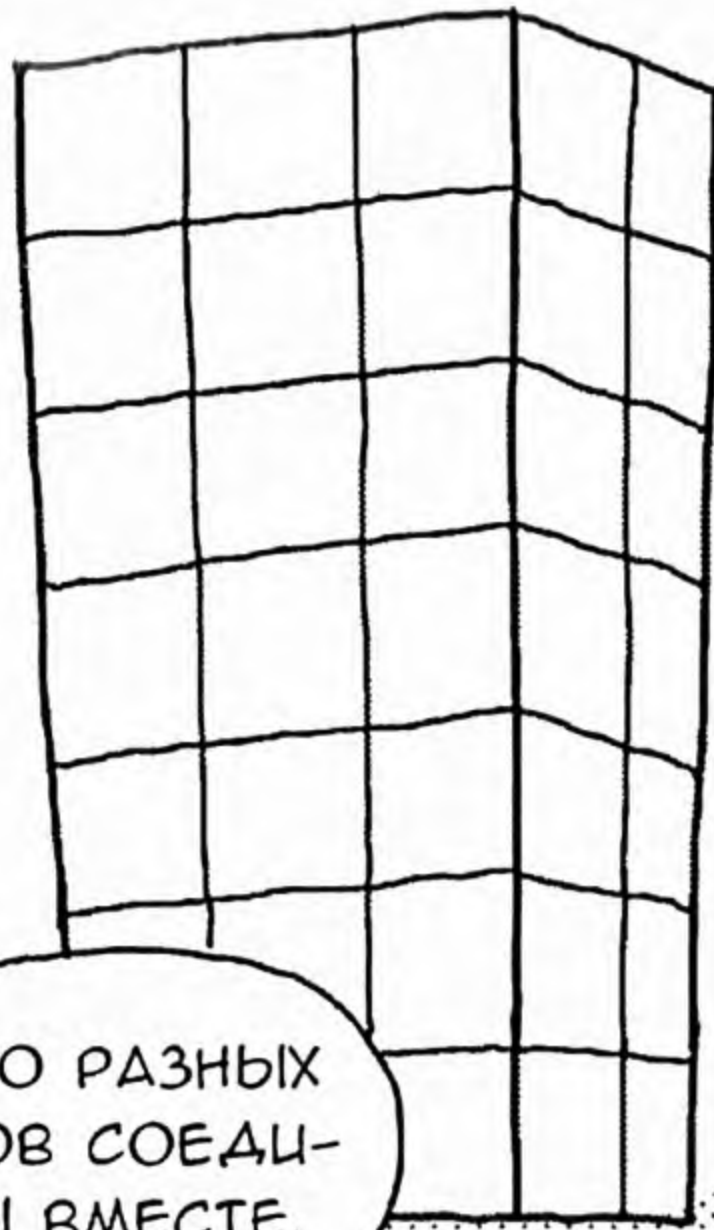
БЕЛКИ И АМИНОКИСЛОТЫ
НАПОМИНАЮТ НЕМНОГО
ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТСКОГО
КОНСТРУКТОРА.

ХМ?

ДЛЯ НАЧАЛА, ДА
ВАМ ПРЕДСТАВИМ,
ЧТО БЕЛОК - ЭТО
ЗДАНИЕ, СОСТОЯ-
ЩЕЕ ИЗ БЛОКОВ.



МНОГО РАЗНЫХ
БЛОКОВ СОЕДИ-
НЕННЫ ВМЕСТЕ.



ПЕРВЫЙ ЭТАП ПРОЦЕССА
ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ (НАЗЫ-
ВАЕТСЯ **КАТАБОЛИЗМ**)
ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В РАЗЪЕ-
ДИНЕНИЕ ЭТИХ БЛОКОВ.



КОГДА
ЭТО ПРОИСХОДИТ
ВО ВРЕМЯ ПИЩЕВАРЕ-
НИЯ, ВСЕ РАСПАДАЕТСЯ
НА ОТДЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ.



ТО ЕСТЬ, КА-
ЖДАЯ ДЕТАЛЬ -
ЭТО АМИНОКИС-
ЛОТА?



А ЭТОТ БЛОК
ОТЛИЧАЕТСЯ.



КРУТО, ЧТО ТЫ
ЭТО ЗАМЕТИЛА.

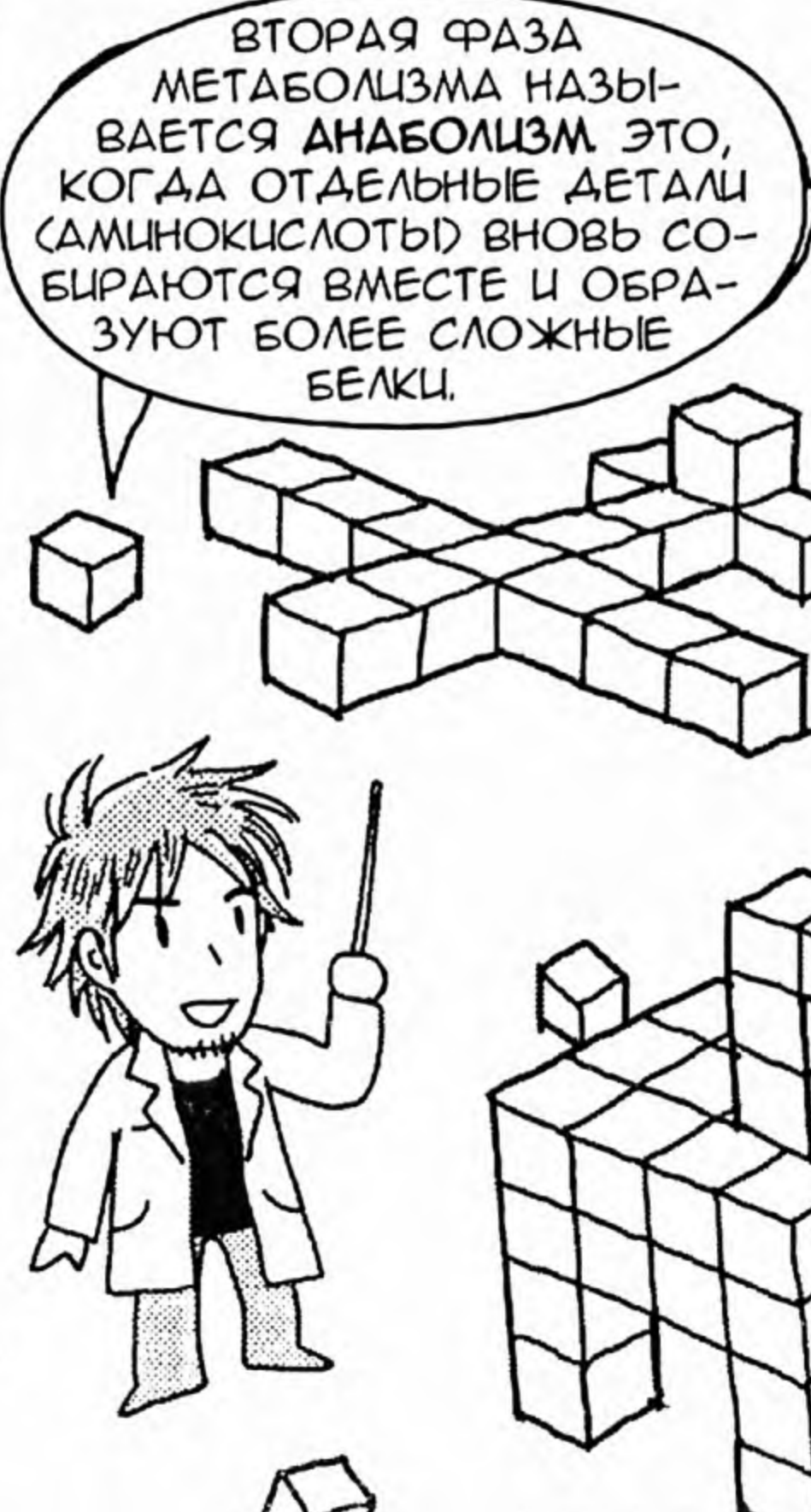
ЭТО
НЕЗАМЕНИМАЯ
АМИНОКИСЛОТА.



ТОЧНО ТАК ЖЕ,
КАК И НЕЗАМЕ-
НИМЫЕ ЖИРНЫЕ
КИСЛОТЫ...

...НАШ ОРГАНИЗМ НЕ
УМЕЕТ ИХ ВЫРАБА-
ТЫВАТЬ, ПОЭТОМУ
МЫ УСВАИВАЕМ ИХ
ИЗ ПИЩИ, ТАК?

СОВЕРШЕН-
НО ВЕРНО!



ВТОРАЯ ФАЗА
МЕТАБОЛИЗМА НАЗЫ-
ВАЕТСЯ **АНАБОЛИЗМ** ЭТО,
КОГДА ОТДЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ
(АМИНОКИСЛОТЫ) ВНОВЬ СО-
БИРАЮТСЯ ВМЕСТЕ И ОБРА-
ЗУЮТ БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ
БЕЛКИ.



КОГДА ПРО-
ИСХОДИТ АНАБОЛИЗМ,
ВОЗНИКАЮТ НОВЫЕ СТРУК-
ТУРЫ, ОТЛИЧНЫЕ ОТ ОРИГИ-
НАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ (ЭТО
КАК СОБИРАТЬ САМОЛЕТ ИЛИ
РОБОТ ИЗ КУЧИ ДЕТА-
ЛЕЙ)!

Я ПОНЯЛА...

ТОЧНЕЕ ГОВОРЯ, ЭТИ
ЧАСТИ МОГУТ ИСПОЛЬ-
ЗОВАТЬСЯ ДЛЯ СОЗДА-
НИЯ МЫШЦ, КОСТЕЙ ИЛИ,
К ПРИМЕРУ, КОЖИ!

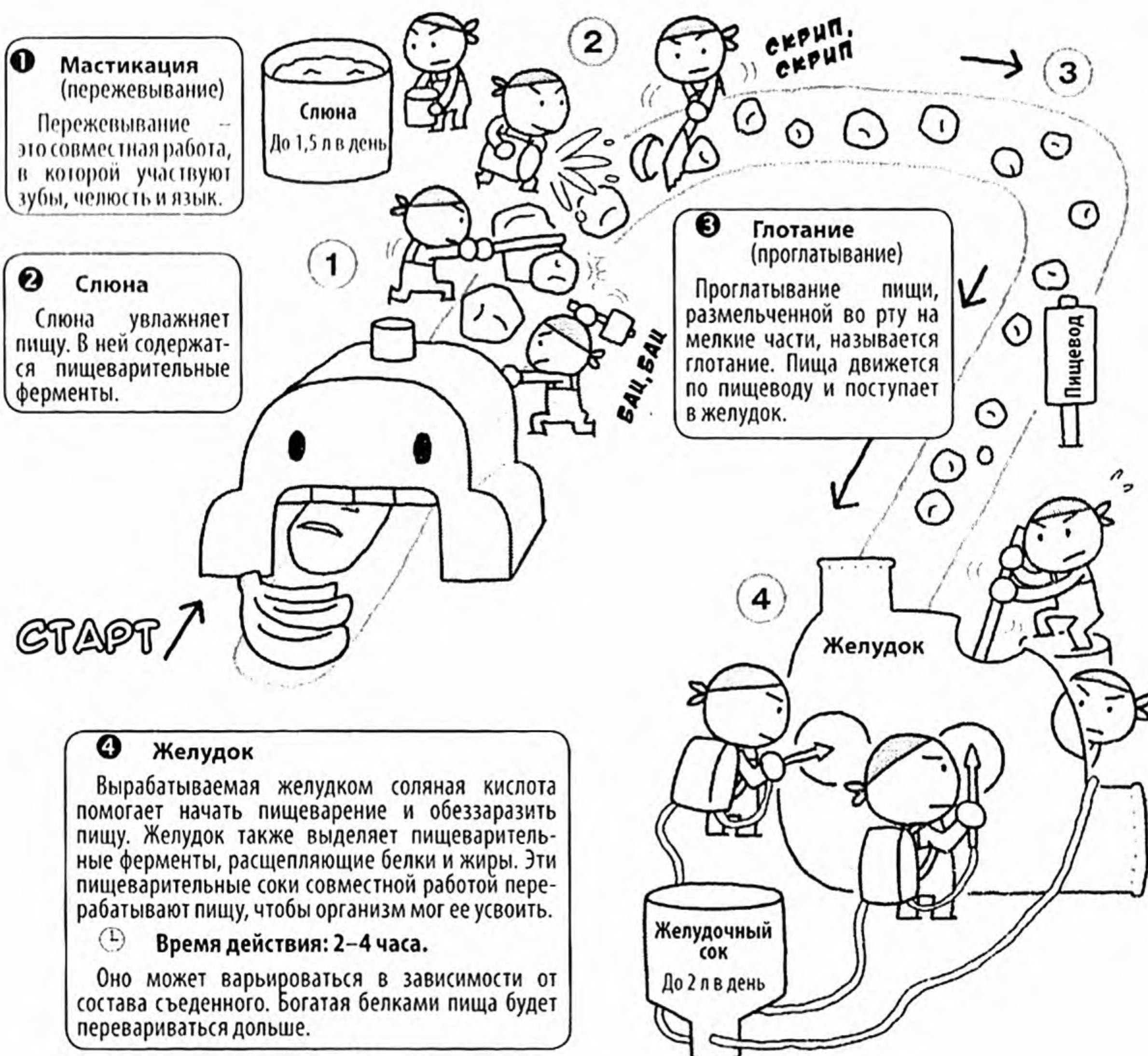


ЕЩЕ КОЕ-ЧТО О ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ



Давай-ка еще раз рассмотрим все органы пищеварения. К ним относятся органы желудочно-кишечного тракта (или пищеварительного тракта), который начинается ото рта и заканчивается анусом. В их числе, печень, желчный пузырь и поджелудочная железа. Если сравнить последовательность процессов во время пищеварения и всасывания с рабочим процессом на фабрике, то получится примерно следующее.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА В ДЕЙСТВИИ



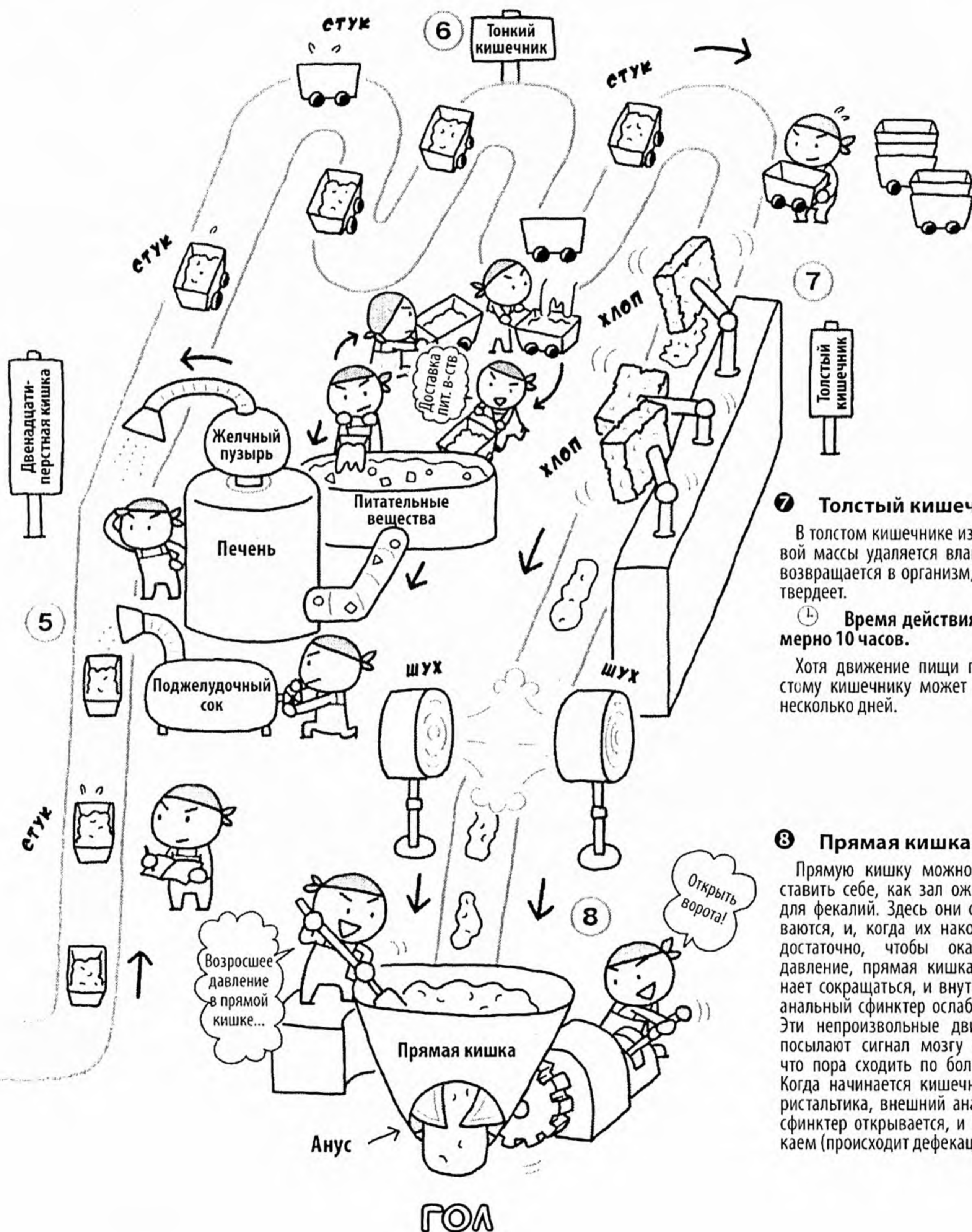
5 Двенадцатиперстная кишка

Щелочные пищеварительные соки примешиваются к химусу (пищевой каше), поступающему из желудка, и нейтрализуют желудочные кислоты до того, как они попадут к кишечнику. Поджелудочный сок, выделяемый поджелудочной железой, тоже содержит пищеварительные ферменты, расщепляющие белки и жиры. Желчь, выделяемая желчным пузырем, помогает переварить липиды (см. рис. на стр. 76).

6 Тонкий кишечник

Здесь выделяются пищеварительные соки, выполняющие работу на финальной стадии пищеварения. В это же время из ворсинок, устилающих стенки тонкого кишечника, питательные вещества своим чередом поступают в кровь и лимфу. Длина тонкого кишечника у взрослого человека равна примерно 6–8 м.

⌚ **Время действия: примерно 3–5 ч.**



7 Толстый кишечник

В толстом кишечнике из пищевой массы удаляется влага. Она возвращается в организм, а стул твердеет.

⌚ **Время действия: примерно 10 часов.**

Хотя движение пищи по толстому кишечнику может занять несколько дней.

8 Прямая кишка

Прямую кишку можно представить себе, как зал ожидания для фекалий. Здесь они скапливаются, и, когда их накопилось достаточно, чтобы оказывать давление, прямая кишка начинает сокращаться, и внутренний анальный сфинктер ослабляется. Эти непроизвольные движения посылают сигнал мозгу о том, что пора сходить по большому. Когда начинается кишечная перистальтика, внешний анальный сфинктер открывается, и мы какаем (происходит дефекация).

7. АТФ И ЦИКЛ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ



Наше тело получает энергию, содержащуюся в продуктах питания. При этом организм расщепляет питательные вещества, а химические процессы, которые все это выполняют, называются *метаболизмом* или *обменом веществ*. В этом разделе мы расскажем о метаболизме более подробно.

Прежде всего, давай посмотрим на процесс, в котором вырабатывается энергия при сгорании усвоенных питательных веществ. Хотя мы говорим «сгорание», на самом деле источник энергии не горит пламенем внутри нашего тела. Энергия производится благодаря химической реакции *окисления*.

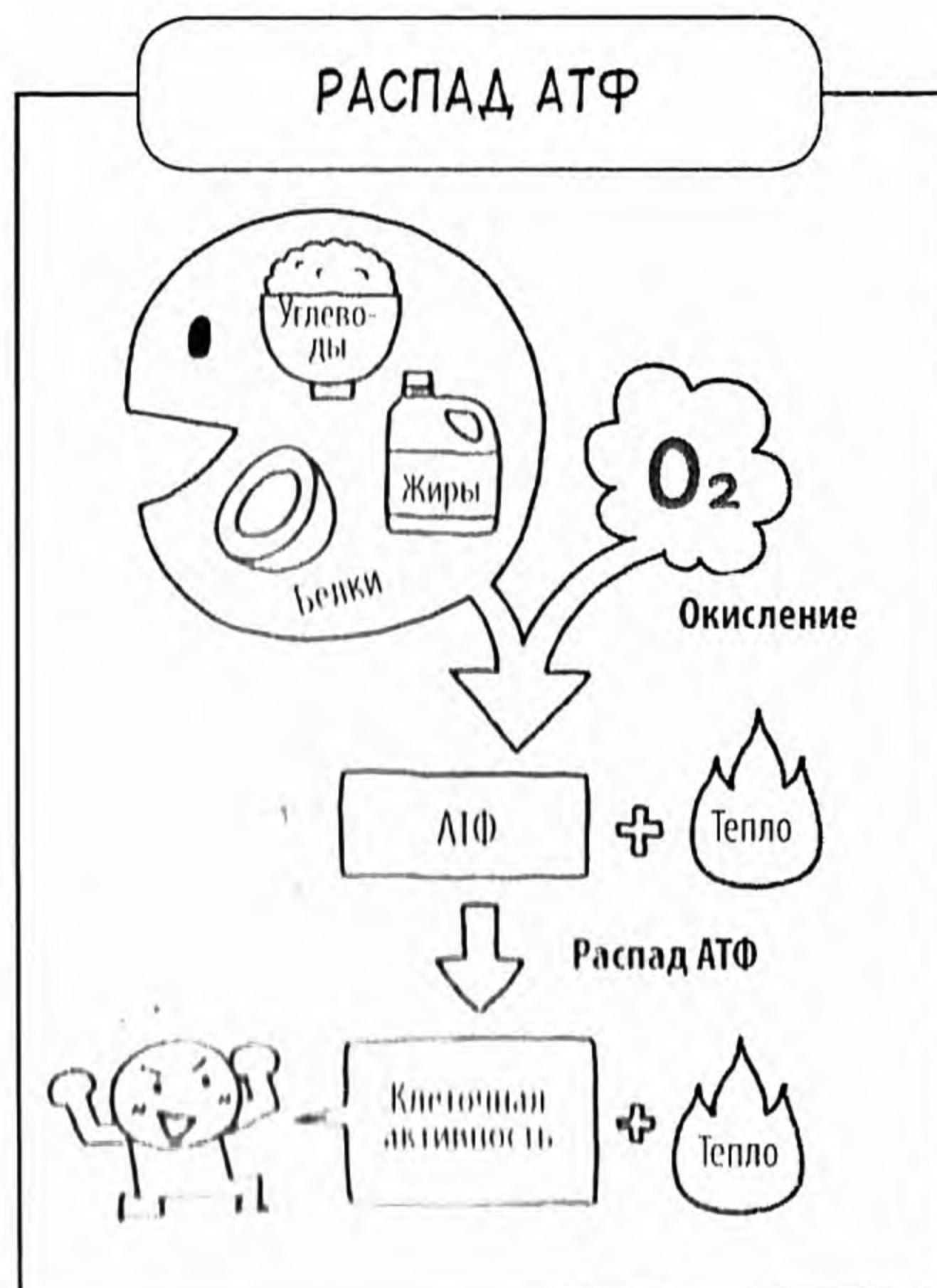
Окисление питательных веществ (углеводы, жиры и белки) извлекает энергию, используя кислород. Окисляясь, эти источники энергии образуют АТФ (аденозинтрифосфат). Мы ходим, едим и занимаемся разнообразной работой, расходуя энергию, производимую распадом этой самой АТФ.



Где в теле происходит распад АТФ?



Распад АТФ – это источник энергии для всех видов активности, которые происходят внутри клеток, то есть он идет в каждой клетке человеческого организма. Энергия, полученная от распада АТФ, высвобождается в виде *тепла*, как это показано на рисунке.



Цепочка химических реакций, сжигающих питательные вещества для создания АТФ, называется *циклом лимонной кислоты*, как это показано на рисунке. Тебе не обязательно помнить какому питательному веществу какая реакция соответствует в этом цикле.

Так как же происходит переход энергии в цикле лимонной кислоты? Сначала каждый питательный элемент расщепляется ферментами. Белки и жиры распадаются на аминокислоты и жирные кислоты, затем они преобразуются в молекулу ацетил-КоА, которая встраивается в цикл лимонной кислоты. С углеводами происходит более сложный процесс. Они расщепляются, получается глюкоза, которая затем тоже расщепляется с помощью гликолиза. Гликолиз продуцирует небольшое количество энергии (2 молекулы АТФ на молекулу глюкозы), и высвобождает *пируваты* (соли пировиноградной кислоты), которые, в конце концов, преобразуются в ацетил-КоА.

Когда три основных питательных элемента расщепились на молекулы ацетил-КоА, получившийся продукт попадает в цикл лимонной кислоты. Для извлечения энергии ферменты используют кислород, вызывая цепочку реакций окисления. Таким образом производятся молекулы с большим запасом энергии, которые в конце концов преобразуются в АТФ с помощью другой цепочки реакций, называемой *электрон-транспортной цепью*. Побочными продуктами цикла лимонной кислоты и цепочки транспорта электронов являются углекислый газ и вода.



Знаете ли вы, что...

Цикл лимонной кислоты называют также циклом трикарбоновых кислот или циклом Кребса в честь Ганса Адольфа Кребса, получившего Нобелевскую премию по медицине за его научную работу на эту тему.

Этот цикл – неотъемлемая часть аэробного обмена веществ. В конечном итоге цикл лимонной кислоты и другие пути метаболизма создают примерно в 20 раз больше молекул АТФ, чем гликолиз сам по себе.

8 ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ СОКИ И ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ



Ранее уже упоминались пищеварительные соки и ферменты. Теперь поговорим о них подробнее. Если ты согласишься посмотреть на общую картинку с органами пищеварения на стр. 68 и 69, тебе легче будет представить, что происходит.



Разные органы выделяют разные пищеварительные соки. Ты можешь назвать их по порядку? Начнем со рта.



Во рту у нас имеется слюна, в желудке – желудочный сок, в двенадцатиперстной кишке – поджелудочный сок и желчь, и кишечный сок – в тонком кишечнике.

Правильно. За сутки у тебя вырабатывается примерно 8 л пищеварительных соков! Ха, может показаться, что у тебя наступит обезвоживание при освобождении от всей этой жидкости? Но не волнуйся. Влага, содержащаяся в пищеварительных жидкостях, впитывается в желудочно-кишечном тракте сразу, как вырабатываются эти пищеварительные соки. Таким образом обезвоживание не происходит.

Большинство пищеварительных соков содержат пищеварительные ферменты, их нет только в желчи. Но ее все равно можно называть пищеварительным соком, так как она помогает пищеварению, и по действию напоминает мыло, которое рассеивает жиры и превращает их в эмульсию. Желчь – это жидкость желтого цвета, горькая на вкус. Мы чувствуем ее, когда у нас случается рвота, а желудок пустой, и поэтому только желчь поднимается по пищеводу. Желчь частично состоит из распавшихся старых кровяных телец (см. «Роль печени в обмене веществ и пищеварении» на стр. 74).

Далее рассмотрим пищеварительные ферменты. Наш организм не умеет усваивать пищу в ее первоначальном виде. Пищеварительные ферменты играют важную роль в видоизменении этой пищи до состояния, когда она уже может усваиваться в виде питательных веществ.



Неужели мне надо все это выучить наизусть?



Не волнуйся. Я сведу все это разнообразие к трем видам пищеварительных ферментов. Есть правила, облегчающие запоминание их названий.

Принято, что названия ферментов заканчиваются на -аза. Латинское название крахмала – *amylum*, поэтому фермент, расщепляющий углеводы называется *амилаза*. *Протеаза* – это фермент, расщепляющий белок, а *липаза* – это фермент, расщепляющий жиры, или липиды (см. рисунок на стр. 73).

ТРИ ОСНОВНЫХ ТИПА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ



В целом пищеварительные ферменты можно разделить на три типа. Амилазу и протеазу также можно в свою очередь разделить на несколько типов. Так как существует всего несколько важных пищеварительных ферментов, тебе легче будет их запомнить в виде таблицы (см. **табл. 3.1**).

Табл. 3.1. Основные пищеварительные ферменты и их действие

	Ферменты для расщепления углеводов	Ферменты для расщепления белков	Ферменты для расщепления жиров
Слюна	<i>Птиалин</i> крахмал → мальтаза	—	—
Желудочный сок	—	<i>Пепсин</i> белки → пептиды*	—
Поджелудочный сок	<i>Панкреатическая амилаза</i> и др. крахмал → мальтаза	<i>Трипсин, химотрипсин</i> белки → пептиды или аминокислоты	<i>Панкреатическая липаза</i> жиры (липиды) → жирные кислоты + глицерин
Кишечник	<i>Сахараза</i> , и др. сахароза, лактоза и др. → моносахарид	<i>Эрепсин</i> протеины или пептиды → аминокислоты	—

* Пептиды это короткие, соединенные между собой цепочки аминокислот, у которых молекул меньше, чем у белков.



Вообще-то, их многовато, и некоторые не заканчиваются на -аза.



Если бы все было так просто! Для памяти можешь еще заметить, что белки расщепляют те ферменты, где нет -аза.

9 РОЛЬ ПЕЧЕНИ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ И ПИЩЕВАРЕНИИ



И, наконец, поговорим о печени, играющей важную роль в пищеварении и обмене веществ. Ты, вероятно, знаешь, что печень – это внутренний орган, участвующий во многих видах деятельности организма. Она выполняет до 500 различных функций!

В печень кровь поступает по кровеносным сосудам двух видов: *печеночным артериям*, несущим от аорты артериальную кровь богатую кислородом, и *воротной вене*, которая переносит венозную кровь, богатую питательными веществами, усвоенными в кишечнике. Из воротной вены печень получает более двух третей всего своего кровоснабжения. В этом количестве крови содержится почти половина необходимого печени кислорода, а также и важнейшие питательные элементы, необходимые для разных метаболических процессов.

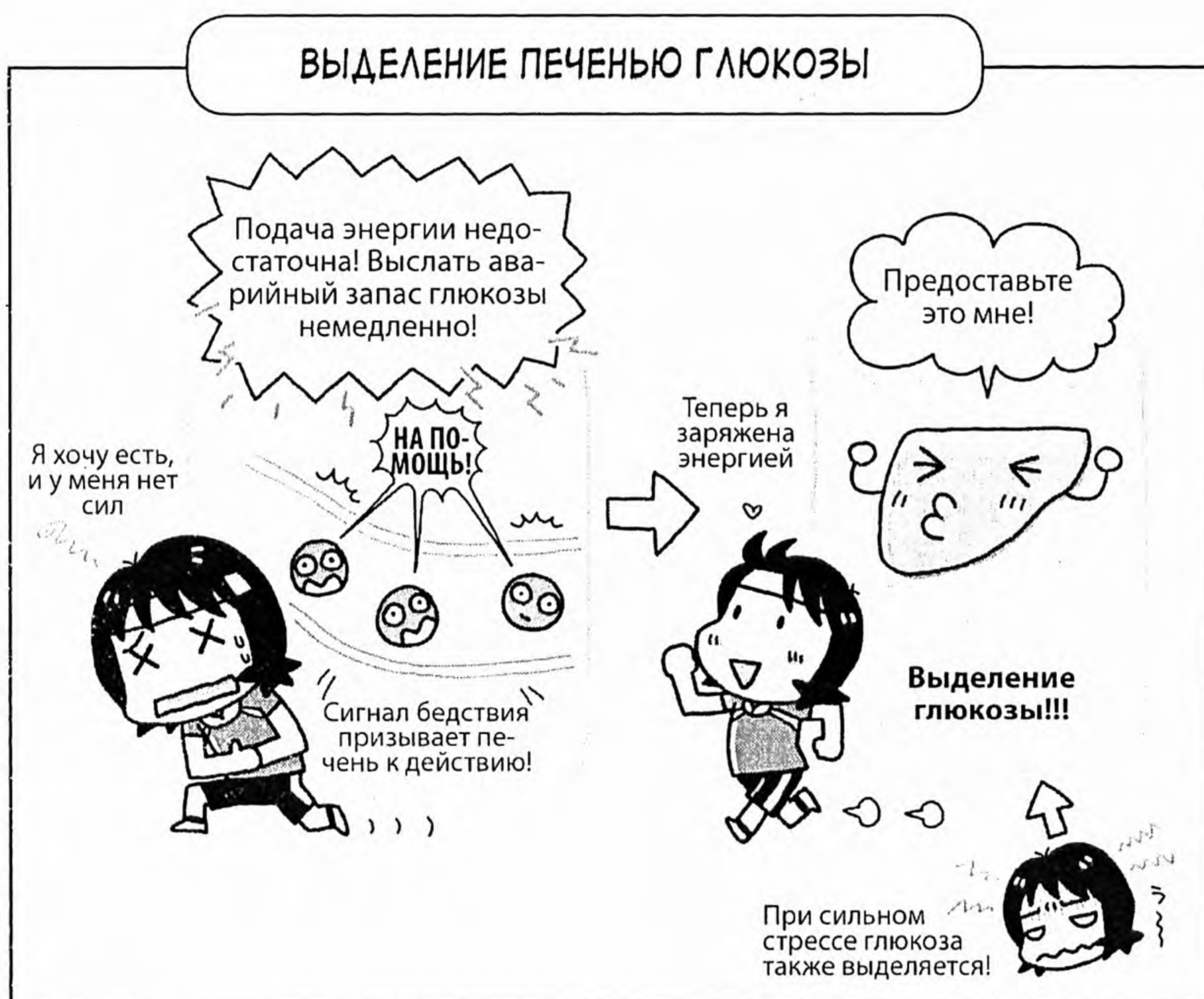
Работа печени показана на рисунке.



Так как печень участвует во многих процессах, я поочередно расскажу о нескольких основных.

Первая задача – это детоксикация спирта и других токсичных веществ, поступающих в организм. Обычно яды попадают в тело через рот. Затем они усваиваются в пищеварительном тракте и оттуда попадают в печень по кровеносному сосуду, называемому *воротной веней*.

Вторая задача – это обмен веществ. Питательные вещества из пищеварительного тракта используются как материал для синтеза или расщепления белков, холестерина, жиров и гормонов (см. на рисунке). Печень отвечает за широкий спектр различных жизненно важных процессов, начиная от обеспечения правильной свертываемости крови, и заканчивая производством гормонов роста.



Следующая задача – это выработка желчи. Произведенная печенью желчь скапливается в желчном пузыре. Она помогает работе пищеварительных ферментов и усвоению жиров. Другими словами, печень также играет важную роль в пищеварении. Между прочим, желтоватый цвет желчи придает *билирубин* – побочный продукт, полученный при метаболизме гемоглобина в эритроцитах (см. «Эритроциты» на стр. 108).

Только представь, как было бы ужасно, если бы у тебя не было печени! Ты бы не могла преобразовывать усвоенные питательные вещества и производить желчь. По организму циркулировали бы яды в их изначальном виде, и не было бы кладовой для питательных веществ на экстренный случай.



У печени так много забот. А что будет, если остаться без части печени?



Печень обладает удивительной способностью к самовосстановлению. Даже если врач во время операции удалит хоть три четверти от ее объема, она восстановится до своего прежнего размера!

Знаете ли вы, что...

Природа устроила так, что в печени нет болевых рецепторов, поэтому печень никогда не болит, и без прохождения специального осмотра довольно трудно определить ее заболевание. Сигнализировать о проблемах с печенью может зуд и проблемы кожи, частые простуды, хроническая усталость, больные суставы.



ПОЧКИ И МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

УДАЛЯЕМ МУСОР ВСЕ
24 ЧАСА В СУТКИ
БЕЗ ПЕРЕРЫВОВ





Я СЛИШКОМ ДОЛГО
НЕ НАВОДИЛ ЗДЕСЬ
ПОРЯДОК.

НАДО ПРИКИНУТЬ,
ЧТО ВЫКИНУТЬ,
А ЧТО ОСТАВИТЬ.

ПО-МОЕМУ, ОДИН
МУСОР. МОЖЕТ
ЗАПИХНУТЬ ЭТО ВСЕ
В МУСОРКУ?

АА, И ВОТ ТОЧНО
ТАКЖЕ В ОРГАНИЗ-
МЕ СКАПЛИВАЮТСЯ
ОТХОДЫ ЖИЗНЕ-
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ*...

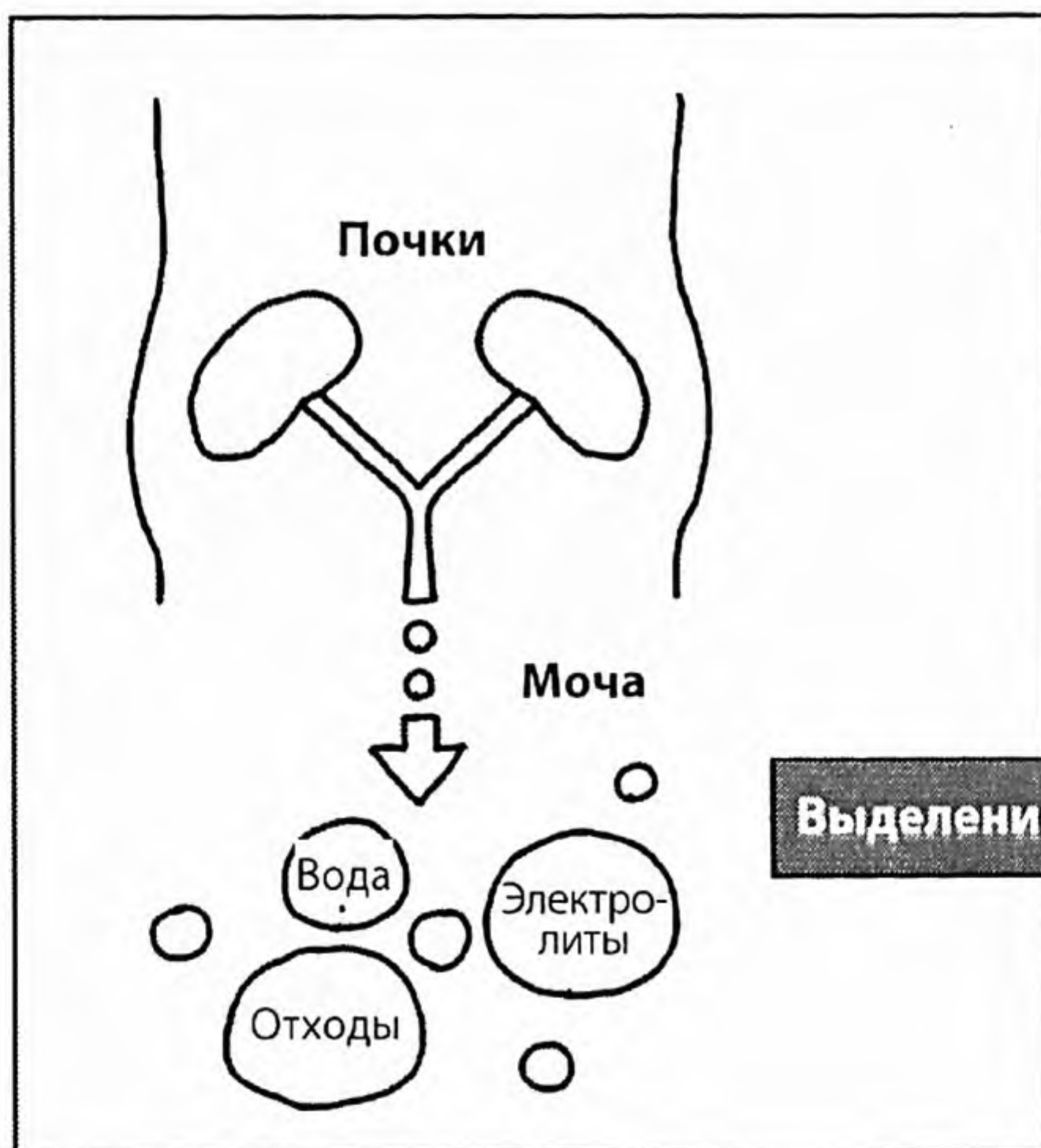
...А ПОЧКИ ПОМОГАЮТ
ИЗБАВИТЬСЯ ОТ ЭТИХ
ОТХОДОВ.

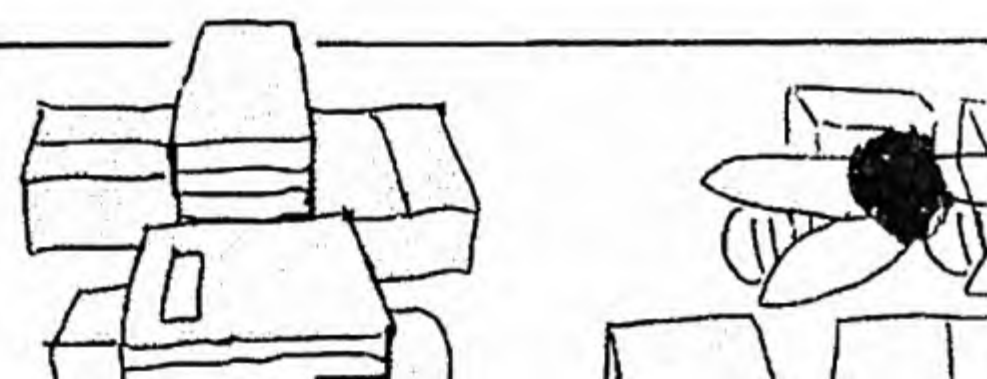
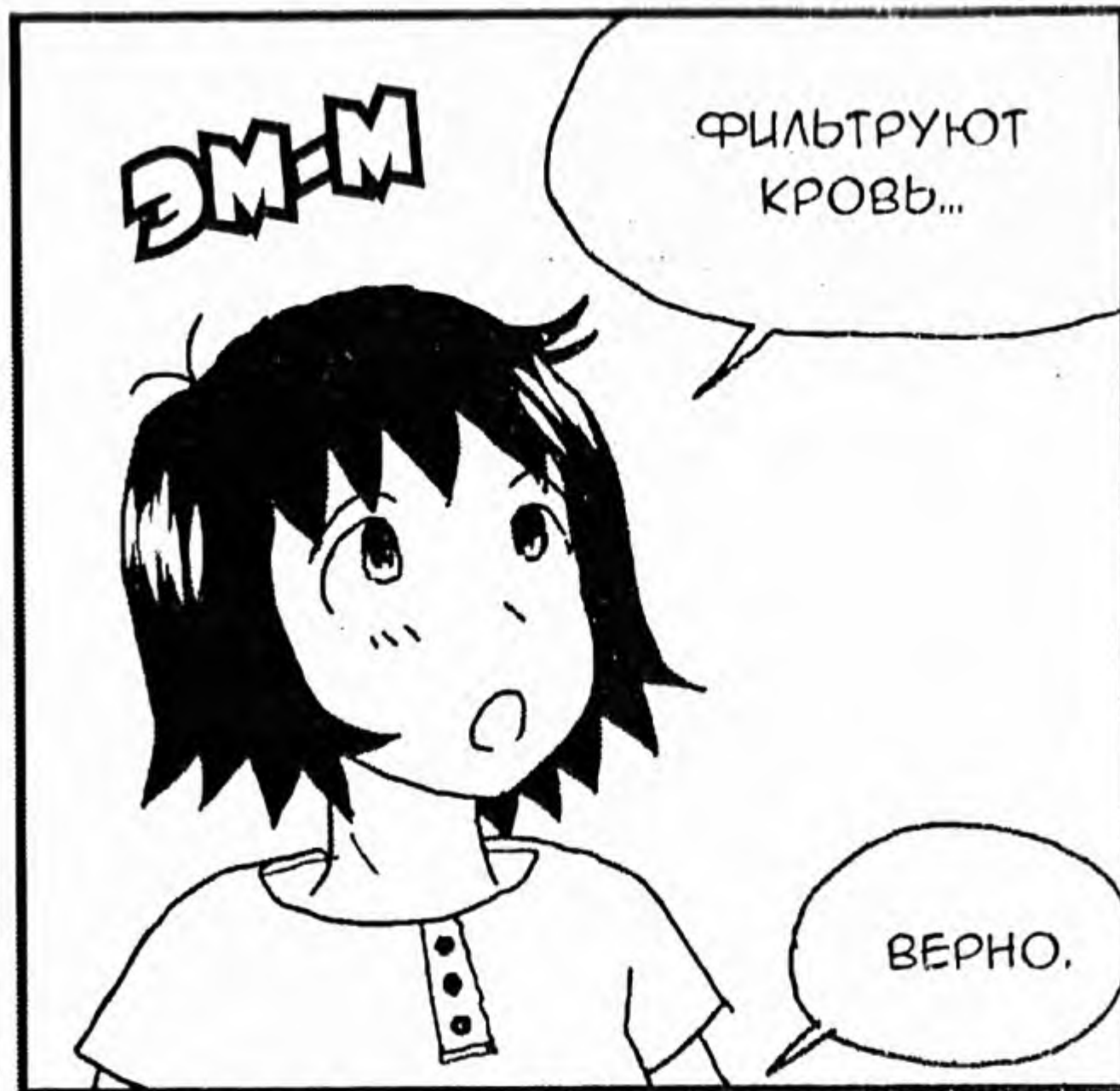
* К отходам жизнедеятельности относятся моча (от белкового обмена), мочевая кислота (от нуклеиновых кислот), креатинин (от метаболизма в мышцах), уробилиноген (побочный продукт распада гемоглобина) и различные продукты гормонального обмена.

БЕСПОЛЕЗНЫЕ
ОТХОДЫ
ВЫХОДЯТ ИЗ
ПОЧЕК В ВИДЕ
МОЧИ.

ВЕРНО.

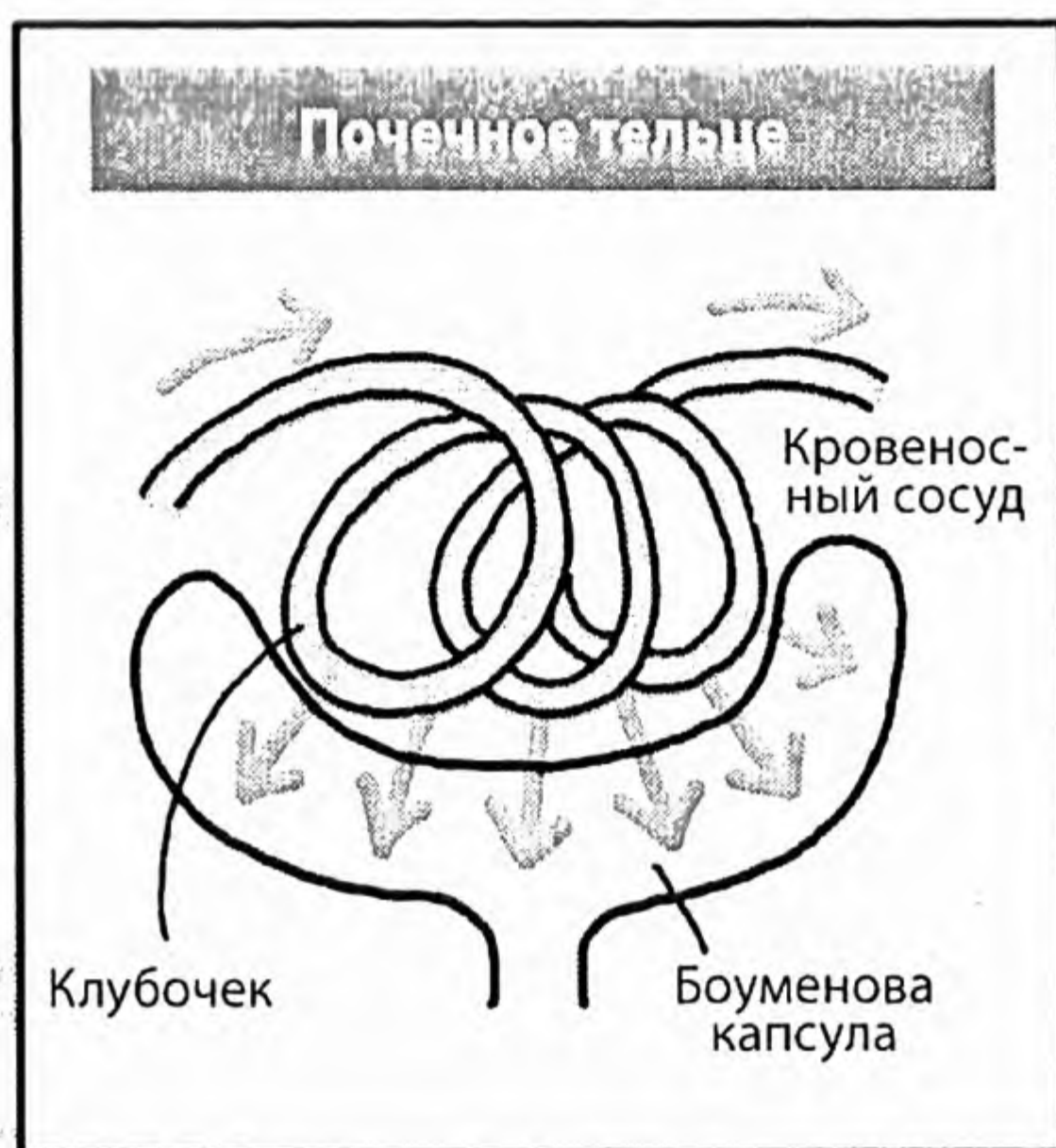
УСТРАНЕНИЕ НЕНУЖ-
НЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ
ОРГАНИЗМА ТАКИМ
СПОСОБОМ НАЗЫВА-
ЕТСЯ ЭКСКРЕЦИЕЙ ИЛИ
ВЫДЕЛЕНИЕМ.





КЛУБОЧЕК ЭТО
СЕТЬ КАПИЛЛЯРОВ,
ПЕРЕПЛЕТЕННЫХ,
КАК НИТКИ В КЛУБКЕ
ПРЯЖИ, ВЕРНО?

КРУТЬ КРУТЬ



КЛУБОЧЕК РАБОТАЕТ
КАК СИТО, ФИЛЬТРУЯ
КРОВЬ, КОГДА ОНА
ПРОХОДИТ ЧЕРЕЗ
КРОШЕЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ
В СТЕНКАХ.



ЭТО СВАЛЕННОЕ
БАРАХЛО СООТНО-
СИТСЯ С ОТФИЛЬТ-
РОВАННЫМИ ИЗ
КРОВИ ПОБОЧНЫМИ
ПРОДУКТАМИ ЖИЗНЕ-
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.



ДА.

НО ЭТИ ВЕЩИ БЫЛИ
ПРОСТО МЕХАНИЧЕСКИ
ОТФИЛЬТРОВАНЫ СИЛОЙ
КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ...

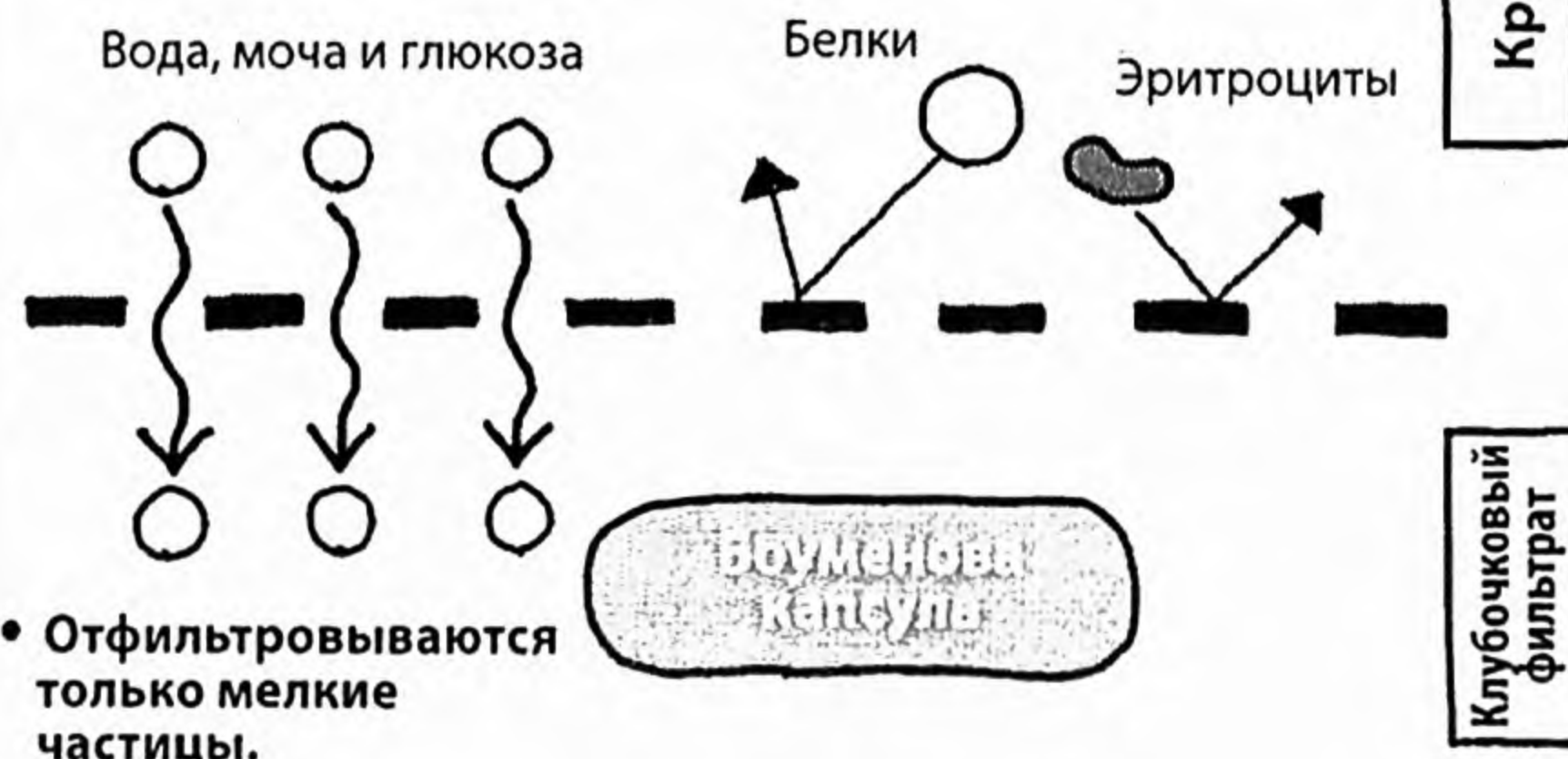




НА САМОМ ДЕЛЕ ЕЕ
СОСТАВ ПРАКТИЧЕСКИ
ИДЕНТИЧЕН СОСТАВУ
КРОВИ, ПРОХОДЯЩЕЙ
ЧЕРЕЗ КЛУБОЧЕК, НО
БЕЗ КРУПНЫХ ЧАСТИЦ,
ТАКИХ КАК ЭРИТРОЦИТЫ
И БЕЛКИ.

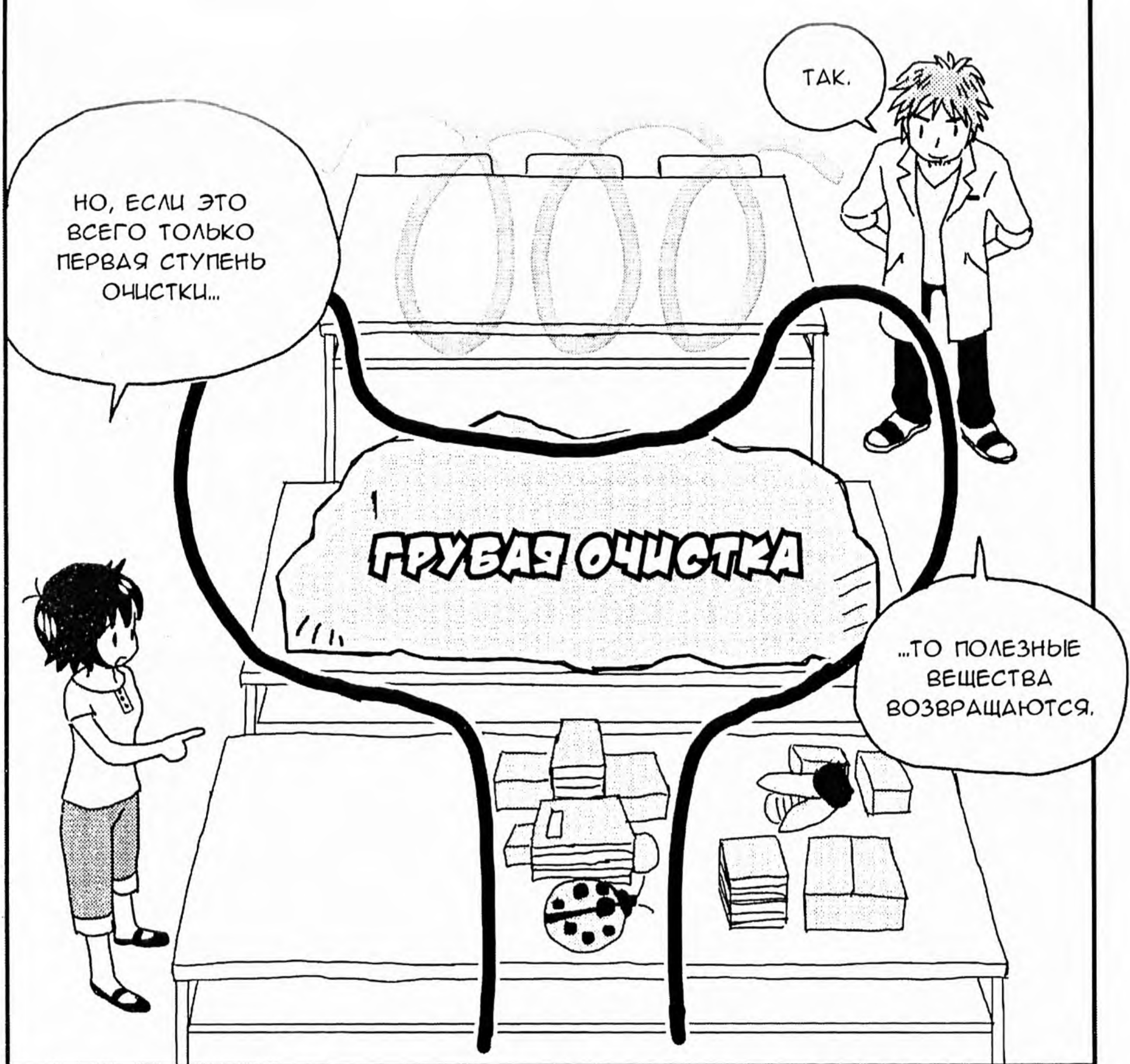
Вещества, отфильтрованные в боуменову капсулу из крови

- Крупные частицы не отфильтровываются из крови.



НА САМОМ ДЕЛЕ СОСТАВ
БОУМеновой КАПСУЛЫ
БОЛЕЕ МЕНЕЕ НАПОМИНАЕТ
ПЛАЗМУ КРОВИ. (СМ. «ЧТО
ТАКОЕ КРОВЬ?» НА СТР. 107.)





УСВОЕНИЕ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧЕЧНОГО КАНАЛЬЦА В НАХОДЯЩИЕСЯ ВОКРУГ КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ НАЗЫВАЕТСЯ ОБРАТНОЕ ВСАСЫВАНИЕ.



КСТАТИ, ПОЧЕЧНЫЙ КАНАЛЕЦ РАЗДЕЛЕН НА ТРИ ЧАСТИ.

ЗНАЕШЬ, КАК ОНИ НАЗЫВАЮТСЯ?



ГМ... КАК ЖЕ ОНИ НАЗЫВАЮТСЯ...

ГЕ... ГЕ... ГЕН...



Г-Е-Н-Л-Е!

ПЕТЛЯ ГЕНЛЕ!



ВОТ
ИМЕННО

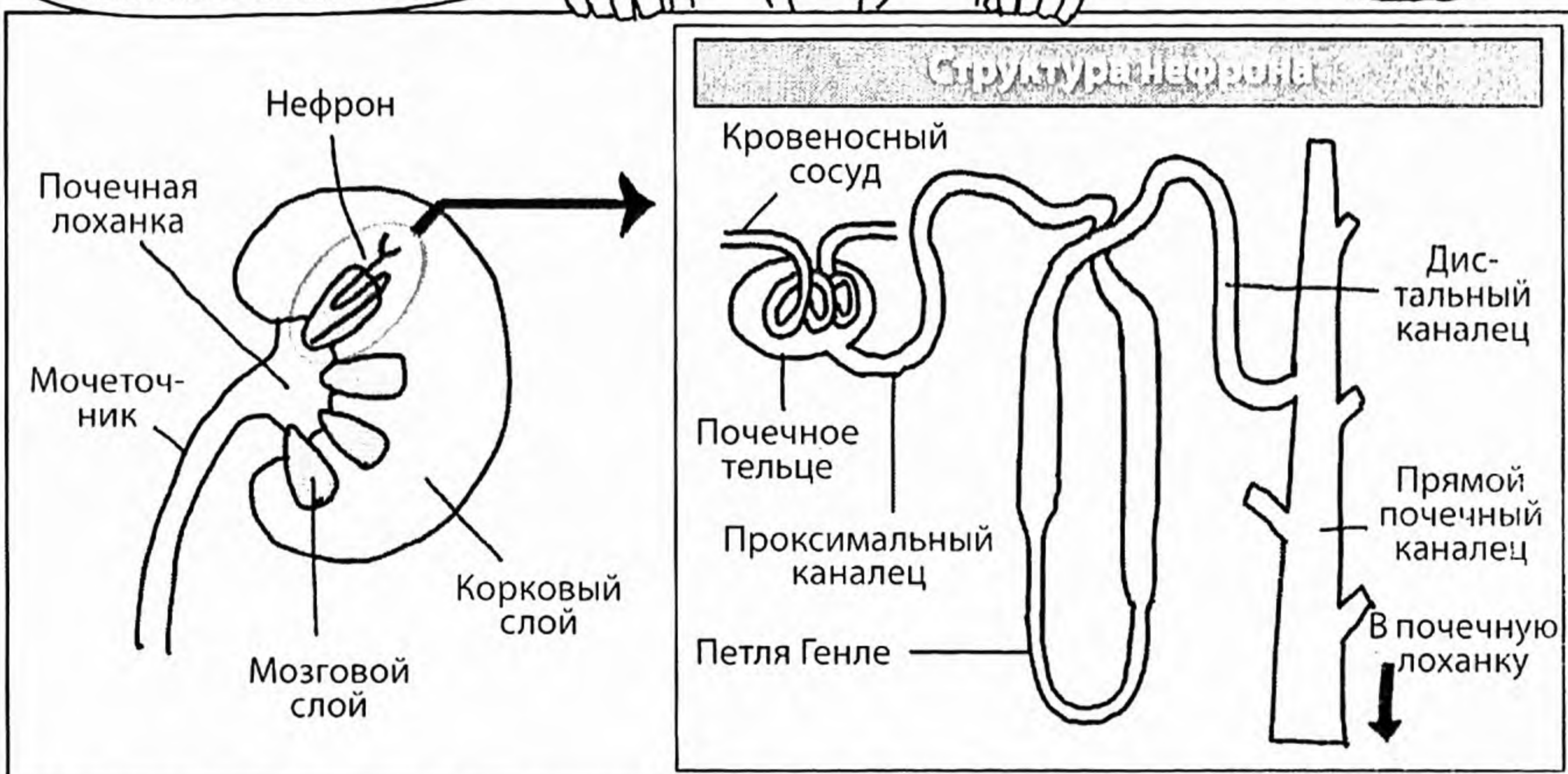


ТА ЧАСТЬ ПОЧЕЧНОГО КАНАЛЬЦА, КОТОРАЯ ИДЕТ СРАЗУ ПОСЛЕ БОУМАНОВОЙ КАПСУЛЫ, НАЗЫВАЕТСЯ ПРОКСИМАЛЬНЫЙ КАНАЛЕЦ. ИДУЩАЯ СЛЕДОМ ЧАСТЬ ЗАУЖИВАЕТСЯ И ДЕЛАЕТ ПЕТЛЮ, КАК У ШПИЛЬКИ ДЛЯ ВОЛОС, И НАЗЫВАЕТСЯ ПЕТЛЕЙ ГЕНЛЕ. ДАЛЕЕ СЛЕДУЕТ ДИСТАЛЬНЫЙ КАНАЛЕЦ.

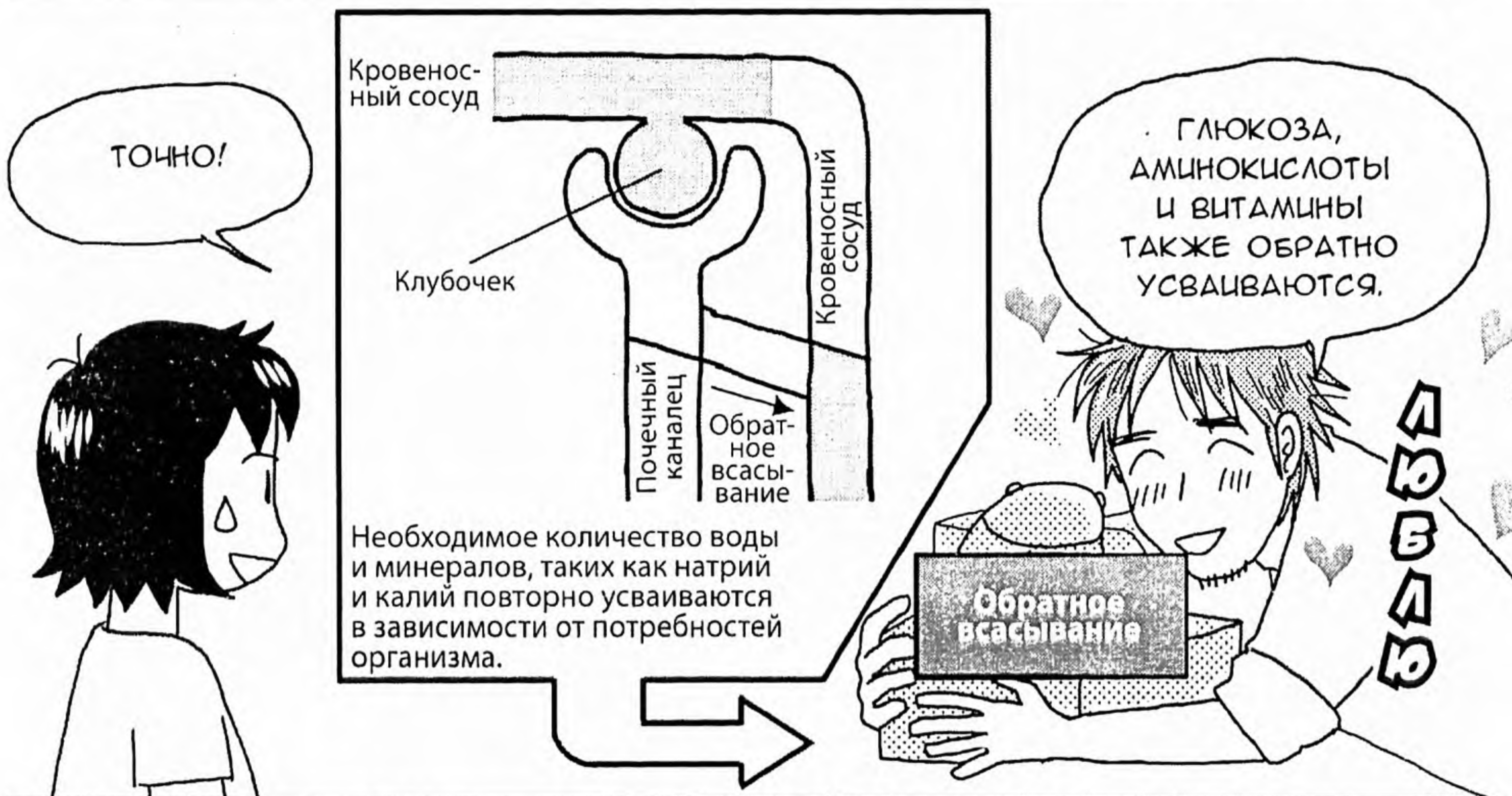
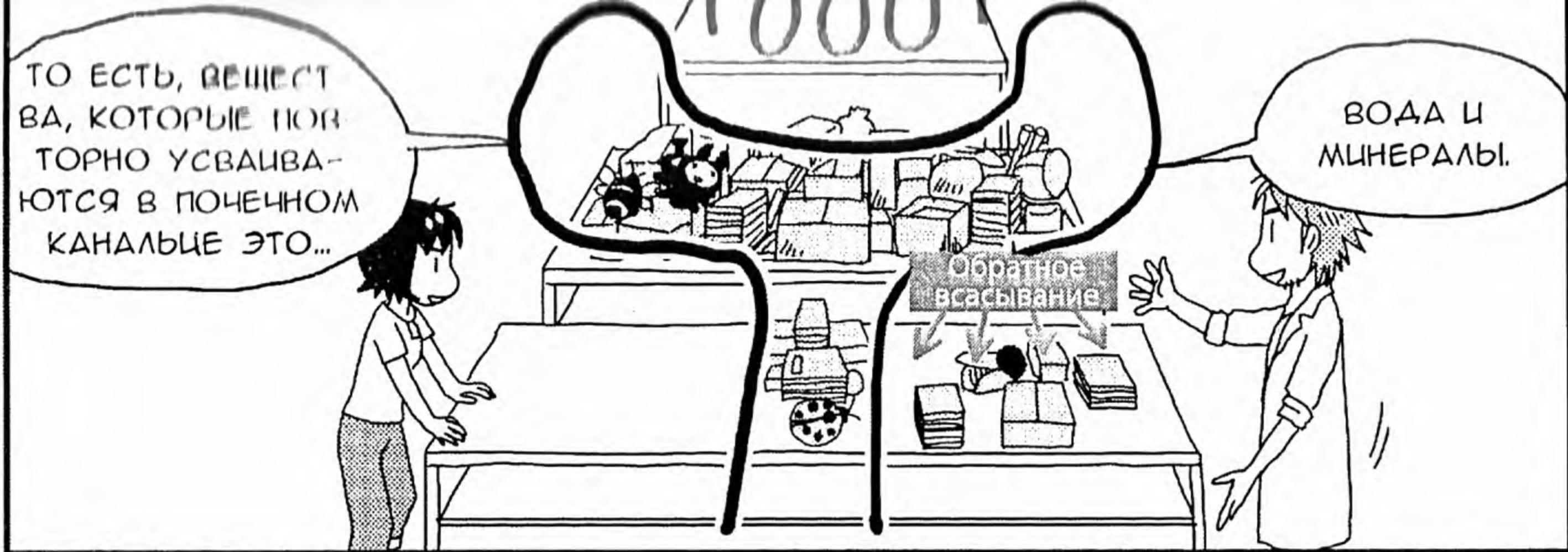


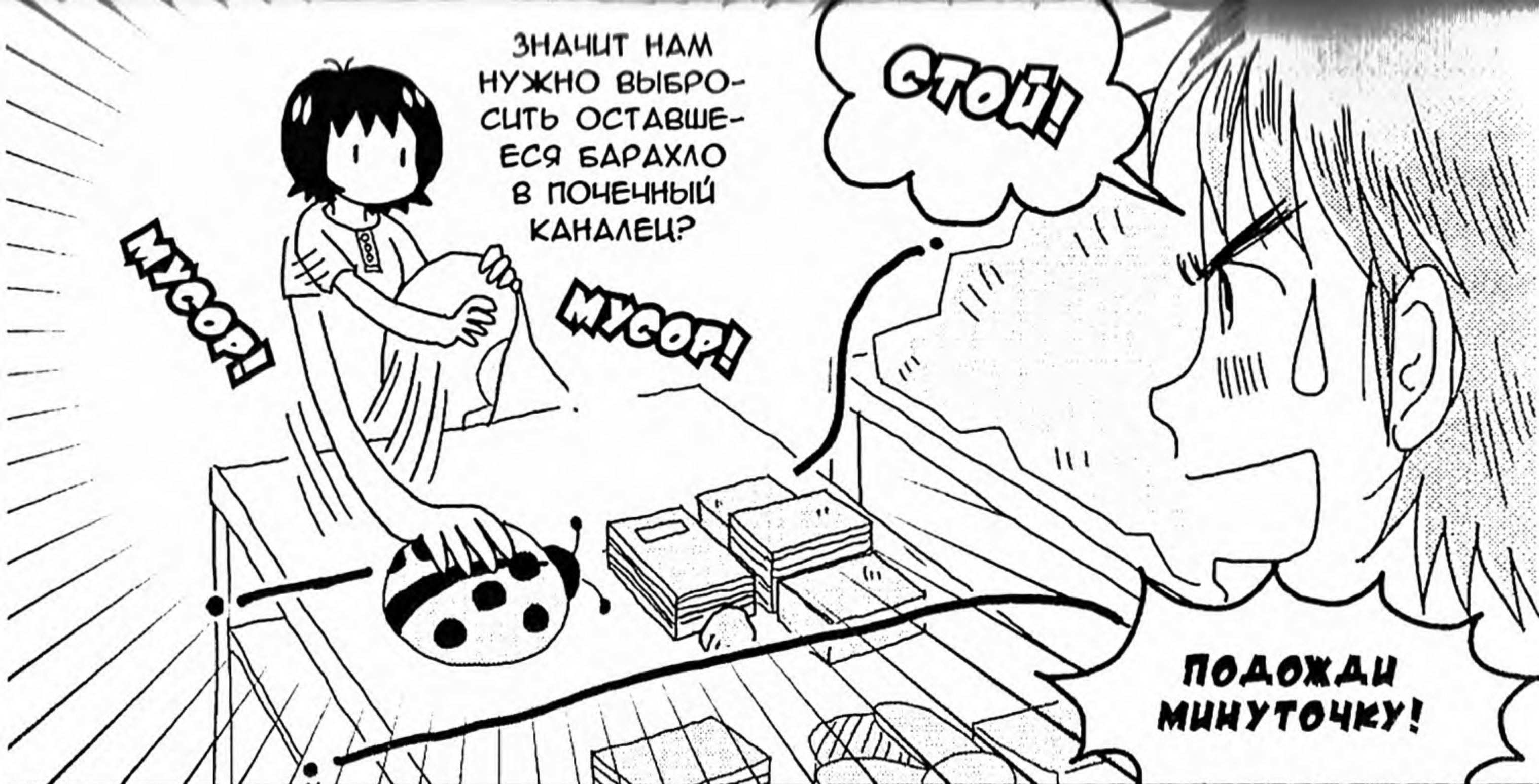
ПОЧЕЧНОЕ ТЕЛЬЦЕ И ПОЧЕЧНЫЙ КАНАЛЕЦ ВМЕСТЕ ОБРАЗУЮТ НЕФРОН.*

НЕФРОН - ЭТО СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА ПОЧКИ.



* В одной почке содержится примерно 1 000 000 нефронов.







ВОТ ИМЕННО!

Обратное
всасывание

ПОЧТИ 99%

ХОТИТЕ
ВЕРЬТЕ, ХОТИ-
ТЕ НЕТ, КОЛИЧЕСТВО
МОЧИ, ПРОИЗВОДИМОЙ
ЗА ДЕНЬ, ПРИМЕРНО РАВ-
НО 1-2 ЛИТРОВ, А КОЛИ-
ЧЕСТВО КЛУБОЧКОВОГО
ФИЛЬТРАТА В ДЕНЬ
РАВНО ПРИМЕРНО
180 Л.

Работа мастера
Почка

Меня зовут
Почка.

Я производю
мочу, собирая
первичную
мочу (клу-
бочковый
фильтрат).

ОГО-ГО!



Почки работают постоянно и ежедневно
производят 1-2 л мочи!



В отходы 1-1.5 л

Обратное
всасывание!

МАСТЕР
ПОЧКА ТАКОЙ
ТРУДУДЯГА!

ВОТ ТАК МЫ
ИЗУЧАЕМ
ФИЗИОЛОГИЮ,
РАЗБИРАЯ
ГРУДУ МОИХ
ВЕЩЕЙ.

МНЕ ПОНЯТНО,
ЧТО ДЕЛАЮТ
ПОЧКИ, НО...

НИКОГДА
НЕ РАС-
СТАНУСЬ!!!

...ВРЕД ЛИ Э
КОГДА-НИБУДЬ
ПОЙМУ ЭТО!



ЕЩЕ НЕМНОГО О ПОЧКАХ!



Кроме воды в моче содержатся такие компоненты, как натрий и другие минералы, мочевины, мочевая кислота и креатинин. У здорового человека моча бледно-желтого цвета и прозрачная, так как в ней нет белков и сахаров. Однако свойства мочи не всегда постоянны, так как моча имеет тесную взаимосвязь с гомеостазом.

2. МОЧА И ГОМЕОСТАЗ В ОРГАНИЗМЕ



Цвет и запах мочи могут сильно меняться. Когда я бегу марафон, у меня моча становится темной, а если я пью много воды, у меня выделяется очень много почти бесцветной мочи.



Все верно. Это потому, что среда в организме, например, количество воды или уровень pH, поддерживается в стабильном и постоянном состоянии.

Чтобы поддерживать это состояние, почкам зачастую приходится выделять разное количество и разную концентрацию веществ. Пища и вода, потребляемые нами, виды нашей деятельности, и количество выделяемого нами пота за день – все это варьируется изо дня в день, и выходящие с мочой вещества тоже варьируются в соответствии с этим.

Если ты не пьешь много воды или, если ты выделяешь много жидкости в виде пота, то моча у тебя будет более концентрированная и темная, и ты реже будешь мочиться, потому что организм старается потерять как можно меньше влаги с мочой. Если же пить много воды, будешь мочиться чаще и более светлой мочой, потому что организм таким способом будет избавляться от излишков жидкости.

У здорового взрослого человека вырабатывается 1–2 литра мочи в день, то есть примерно 1 мл мочи в минуту. Если бы моча выходила так же быстро, как производилась, то нам пришлось бы носить целый день подгузники! Вместо этого моча скапливается в мочевом пузыре до тех пор, пока он не заполнится, и вот тогда мы от нее и освобождаемся. Давай посмотрим, что происходит с мочой в организме. Она производится в почках, затем по мочеточнику спускается в мочевой пузырь и там скапливается. Когда ты сидишь или стоишь, моча естественным образом стекает в пузырь под действием силы тяжести. Но моча переносится в мочевой пузырь даже тогда, когда тело находится в горизонтальном положении, или в состоянии невесомости в космосе. Это происходит благодаря перистальтике мочеточника, переправляющего мочу к мочевому пузырю. Мы уже рассматривали перистальтику в разделе о пищеварительном тракте.



А как регулируется количество мочи в организме?



В основном за это отвечают два гормона. Один называется **антидиуретический гормон (АДГ)**. Он вырабатывается задней долей гипофиза (см. «Органы эндокринной системы и гормоны» на стр. 210). У него есть и другое название – вазопрессин. Второй гормон называется **альдостерон**, и он вырабатывается корой надпочечников (см. «Надпочечники» на стр. 204).

АДГ прежде всего вырабатывается, когда объем крови низкий, и кровь более концентрированная (для получения большей информации об объеме крови см. «Осмотическое давление» на стр. 102), например, в условиях обезвоживания организма. Он стимулирует обратное всасывание воды через мочеиспускательный канал. Таким образом количество воды в крови увеличивается, поэтому моча становится концентрированной, и ее объем уменьшается.

Процесс выделения гормона, называемого **альдостероном**, также запускается при уменьшении объема крови, и даже при падении кровяного давления. Альдостерон стимулирует обратное всасывание натрия из почечного канальца обратно в кровоток. Благодаря осмосу вода следует за натрием и попадает обратно в кровоток (см. **рис. 4.1**), тем самым уменьшается объем мочи.

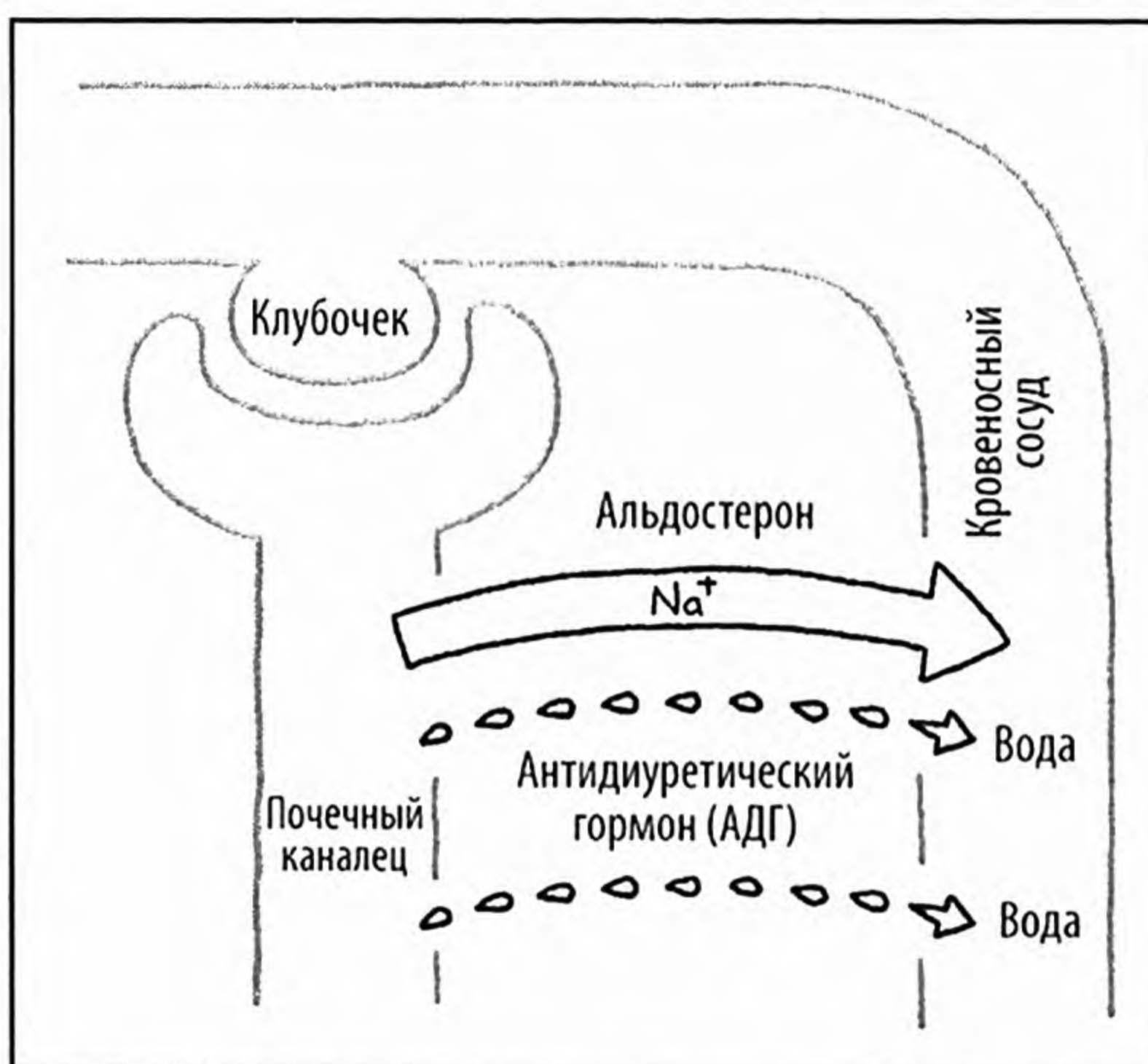


Рис. 4.1. Обратное всасывание воды из мочи

Гомеостаз и система управления в кризисной ситуации

Живые существа должны поддерживать гомеостаз несмотря на изменения, происходящие как внутри организма, так и за его пределами. Гомеостаз – это активный и динамический процесс: тело регулирует свою температуру и уровень pH, борется с патогенами и заживляет раны. Для поддержания хрупкого равновесия сообща работают многие системы организма, начиная от вегетативной системы и заканчивая эндокринной. Кроме разных функций тела, выполняемых незаметно для нас, стремление к поддержанию гомеостаза может влиять на то, что мы чувствуем, и как действуем. Организм чувствует голод, когда уровень сахара в крови падает, и жажду, когда он обезвожен. Если нарушается равновесие во внутренней среде, организм будет пытаться вернуться к своему нормальному состоянию.

ПРОЦЕСС МОЧЕИСПУСКАНИЯ



Когда моча накапливается, мочевой пузырь растягивается. Гладкие мышцы стенок пузыря расслаблены, и оба сфинктера – внутренний и внешний – сжаты.



Когда ты хочешь пописать, мышцы стенок пузыря сокращаются, а внутренний и внешний сфинктеры открываются, чтобы выпустить мочу.

Давай рассмотрим, что происходит во время мочеиспускания. Когда в мочевом пузыре есть место для хранения мочи, гладкие мышцы стенок пузыря расслаблены, а внутренний сфинктер (гладкие мышцы) и внешний сфинктер (скелетные мышцы) на выходе пузыря сокращены, удерживая мочу внутри. Когда накапливается примерно 200–300 мл мочи, стенки мочевого пузыря растягиваются, и в мозг подается сигнал, провоцирующий мочеиспускание. Когда ты прибегаешь в туалет пописать, мышцы стенок пузыря сокращаются, внутренний и внешний сфинктеры расслабляются, и ты писаешь (см. рисунок).

Обычно, если мочеиспускание началось, оно продолжается до тех пор, пока не опустошится мочевой пузырь. Однако, при возникновении проблемы, некоторое количество мочи может остаться в пузыре. Ее называют остаточной мочой, и она может привести к риску инфицирования или даже дисфункции почек.



Сколько примерно мочи может удерживать мочевой пузырь?



Обычно, когда скапливается где-то 200–300 мл мочи, возникает потребность сходить в туалет. Однако, если терпеть дольше, то можно накопить до 500 мл мочи. На самом деле в определенных обстоятельствах мочевой пузырь, говорят, может вместить от 800 до 1000 мл!



Уретра у мужчин и женщин по-разному устроена, да?



Верно. У мужчин уретра составляет 16–18 см в длину, а у женщин всего 3–4 см.

По этой причине женщины более подвержены циститам или инфекциям мочевыводящих путей. Бактерии могут попасть внутрь через отверстие мочеиспускательного канала, достичь мочевого пузыря и вызвать инфицирование (см. **рис. 4.2**).

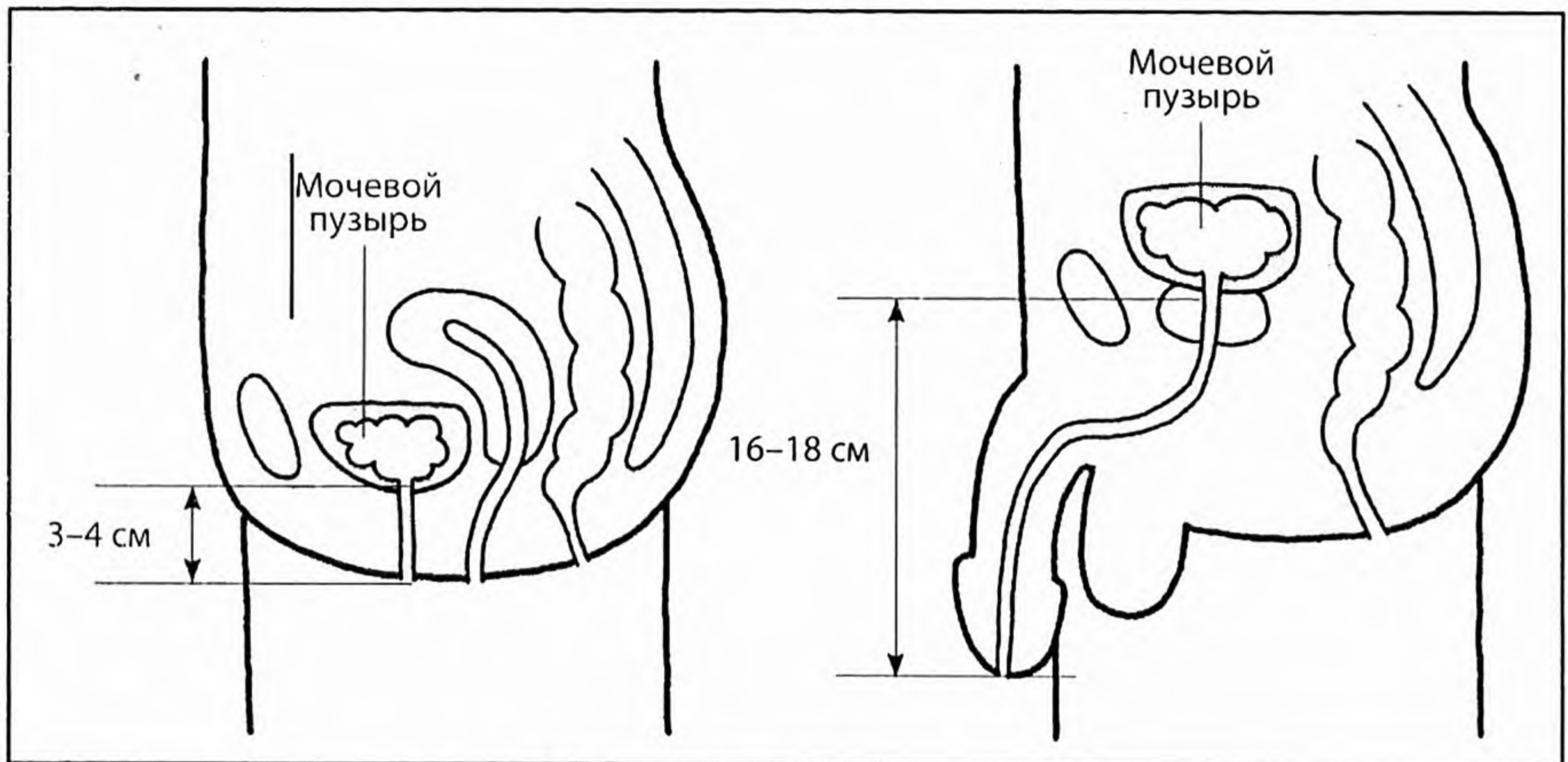


Рис. 4.2. Различие уретр у женщин и у мужчин

Знаете ли вы, что...

Все вместе почки, мочеточник, мочевой пузырь и уретра образуют мочевыводящие пути. Пузырь и внутренний сфинктер – это гладкие мышцы (непроизвольно сокращающиеся), а внешний сфинктер – это скелетная мышца (произвольно сокращающаяся). Таким образом мочеиспускание – это сложная высокоуровневая процедура, в которой происходят произвольные и непроизвольные действия.

5 КОГДА ПОЧКИ ПРЕСТАЮТ РАБОТАТЬ

Почки удаляют отходы, отработанные организмом, а также излишки жидкостей и минералов. Среднее количество производимой за день мочи у взрослого человека составляет 1–1,5 л. Однако это количество может меняться в зависимости от количества поглощенной жидкости или от того, насколько сильным было потоотделение. Поэтому мочи может выделяться меньше 1 л или же больше 2 л.

Выработка менее 400 мл мочи в день называется *олигурией*. Это может привести к серьезным последствиям для здоровья, потому что 400 мл мочи – это необходимый минимум вывода отходов жизнедеятельности из организма. Если же количество выделяемой мочи ниже 50 мл, возникает *анурия*.



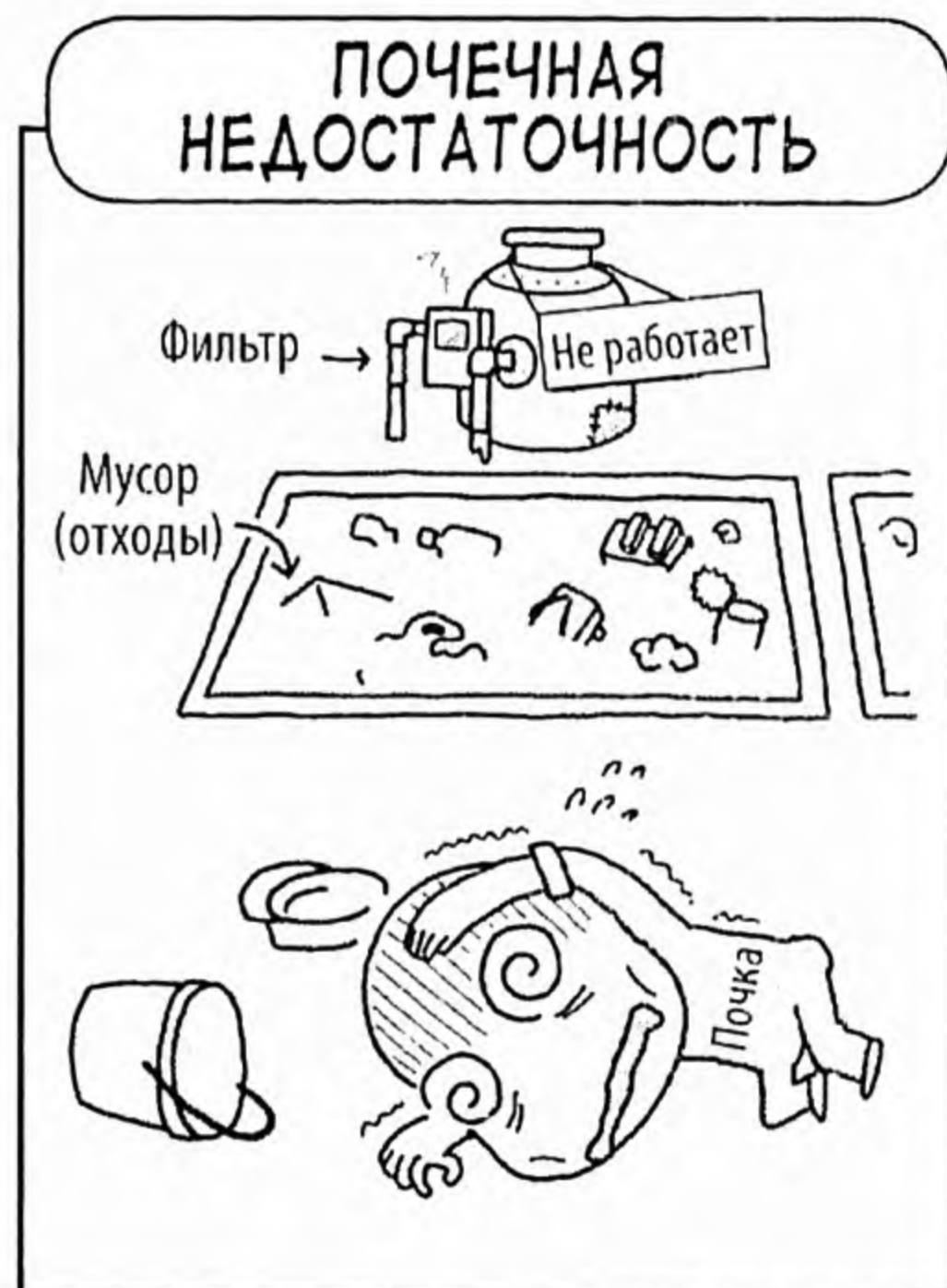
Что происходит, когда почки перестают работать?



Такая ситуация называется **почечной недостаточностью** (см. рисунок). Есть несколько ее степеней, от легких случаев, до состояний, когда функция почек практически полностью утрачена.

Почечная недостаточность возникает, когда почки не могут выполнять свои функции из-за своего заболевания, из-за инфекции или перегрузки токсинами, или же из-за того, что поступление крови прервано в результате повреждений. При возникновении почечной недостаточности лишняя вода и отходы жизнедеятельности эффективно не выводятся, и накапливаются в организме. Происходит то же, что и при поломке фильтра в плавательном бассейне, когда вода постепенно становится все грязней. Если отходы не удаляются, следующее за этим накопление токсинов может привести к уремии, серьезной и даже смертельной болезни.

Почечная недостаточность также может означать, что излишек воды тоже не выводится из организма, что приведет к увеличению объема крови. Нагрузка на сердце увеличится, и может наступить сердечная недостаточность. Она в свою очередь может вызвать наполнение легких жидкостью, называемой *отеком легких*, что может привести к нарушению дыхания. Еще одно последствие почечной недостаточности – скопление кислоты (*ацидоз*), так как кислота не вымывается из организма. Если же накапливается лишний калий, сердечные мышцы могут сокращаться нерегулярно (мерцание желудочков), что может привести к внезапной смерти.



Знаете ли вы, что...

Так как почки участвуют в регулировке кровяного давления, кроветворении и метаболизме кальция, проблемы в их работе могут привести к высокому давлению, анемии и переломам костей, а также к накоплению токсинов и воды в организме. Для пациентов с серьезными повреждениями почек были изобретены приборы для удаления из организма отходов жизнедеятельности и избытка воды. Этот процесс называется **диализ**.



Почки также являются эндокринными органами, вырабатывающими гормоны.



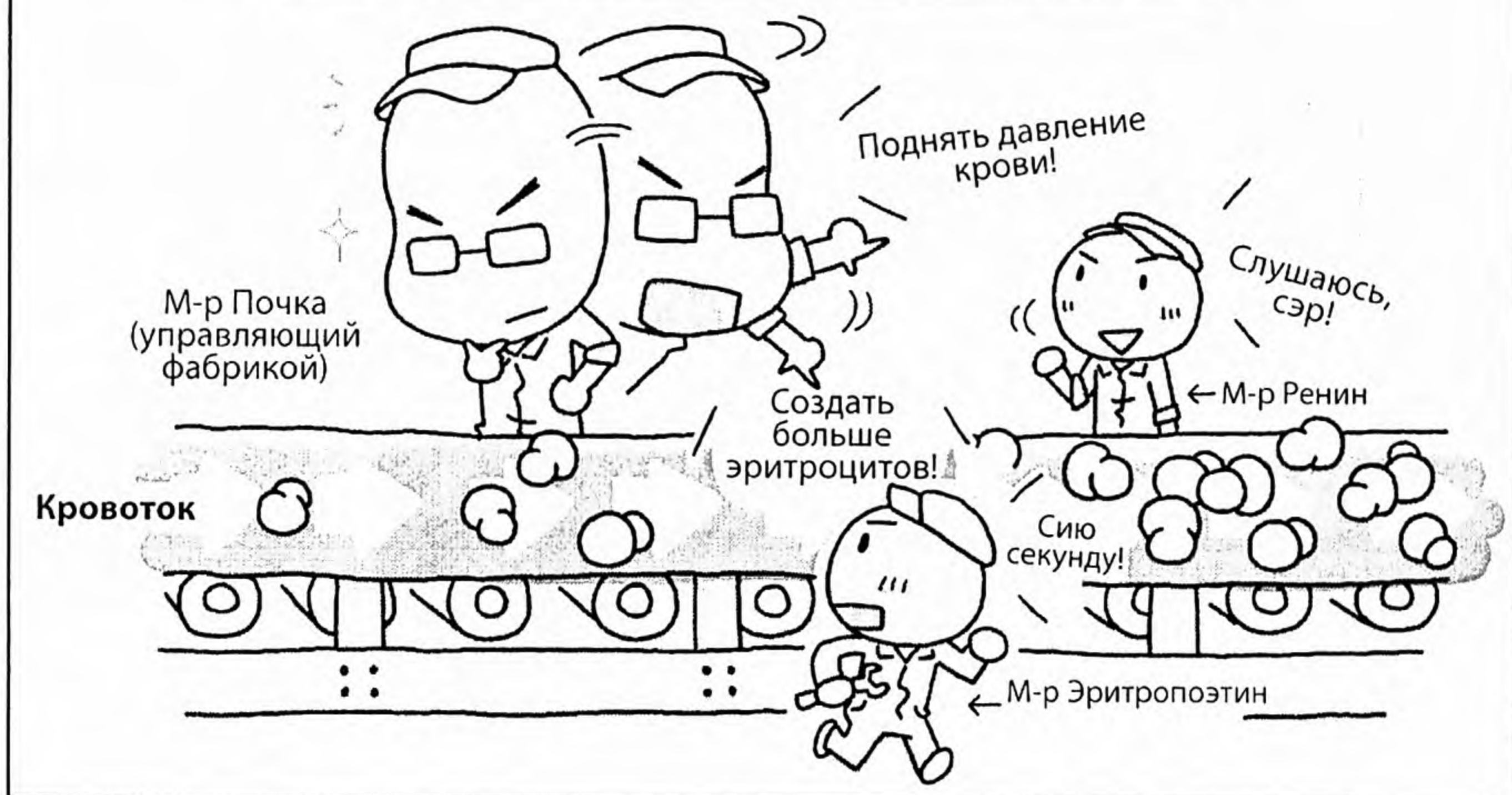
Как? Они не только мочу вырабатывают?

Почки еще вырабатывают гормоны, связанные с кровяным давлением и кроветворным процессом. Так как кровь фильтруется в почках, через них всегда проходит большой объем крови. Они отслеживают состав проходящей через них крови, и, обнаружив проблему, вырабатывают гормон, разрешающий ее. Отлично налаженная система, не так ли?

Почки особо бдительны в отношении двух показателей: кровяное давление и уровень кислорода (см. рисунок). Если кровяное давление падает, кровь не может больше как следует отфильтровываться в почечном тельце. Когда такое происходит, почки вырабатывают гормон *ренин*, влияющий на гормоны *ангеотензин* и *альдостерон*, которые в свою очередь повышают давление.

Низкая концентрация кислорода в крови, втекающей в почки, означает, что не хватает эритроцитов, переносящих кислород. Поэтому почки начинают вырабатывать гормон *эритропоэтин*, чтобы в костном мозге увеличилось производство эритроцитов.

РЕГУЛИРОВАНИЕ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА



Еще одна важная функция почек – это активация витамина D, благодаря которому мы метаболизируем кальций и укрепляем наши кости. Витамин D усваивается из пищи или образуется в клетках кожи под прямыми солнечными лучами. Однако он не может напрямую укреплять кости. Сначала он должен быть преобразован почками в активную форму витамина D, вещество, называемое *кальцитриол*, а потом уже организм может метаболизировать кальций (см. рисунок).



Знаете ли вы, что...

Почки расположены в теле слева и справа в районе спины ниже талии. При нормальном функционировании даже одной почки хватит для работы всего организма! Это значит, что пациенты с серьезными почечными заболеваниями могут получить почку от кровного брата или сестры, и оба жить дальше с одной почкой.

ГЛАВА
5

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

РАВНОВЕСИЕ МЕЖДУ КРОВЬЮ, ТКАНЯМИ И КЛЕТКАМИ

ЧЕЛОВЕК НА 60%
СОСТОИТ ИЗ ВОДЫ

ХЛОП

Матсуо Итани
ФИЗИОЛОГИЯ

для
медработников
среднего звена

О, БОЖЕ...
КАК ЖЕ МНЕ ГОТО-
ВИТЬСЯ К ЭКЗАМЕНУ
И БЕЖАТЬ МАРАФОН?

ШУРХ

ВСЕ ТАК ЖДУТ
ЭТОТ МАРАФОН.

ТАКАЯ НЕРВНАЯ
ОБСТАНОВКА...

...ОНИ ДАЖЕ
С КАНКУЛ
ВЕРНУТСЯ
РАНЬШЕ, ЧТОБЫ
ПОСМОТРЕТЬ!

ВПЕРЕД, КУМИКО! //

ЭТО
ЧУДОВИЩНАЯ
КНИГА!

ФИЗИОЛОГИЯ
В-У-Х!

МНЕ ТРЕНИРОВАТЬСЯ НАДО, А
ПРИДЕТСЯ ВСЬ
ДЕНЬ НА НЕЕ
ПОТРАТИТЬ!!!

КТО ВОООЩЕ
МОЖЕТ ОДО-
ЛЕТЬ ТАКОЙ
ТОЛСТЫЙ И
СКУЧНЫЙ
УЧЕБНИК?!

ЗСТ

ФИЗИОЛОГИЯ

ФИЗИОЛ

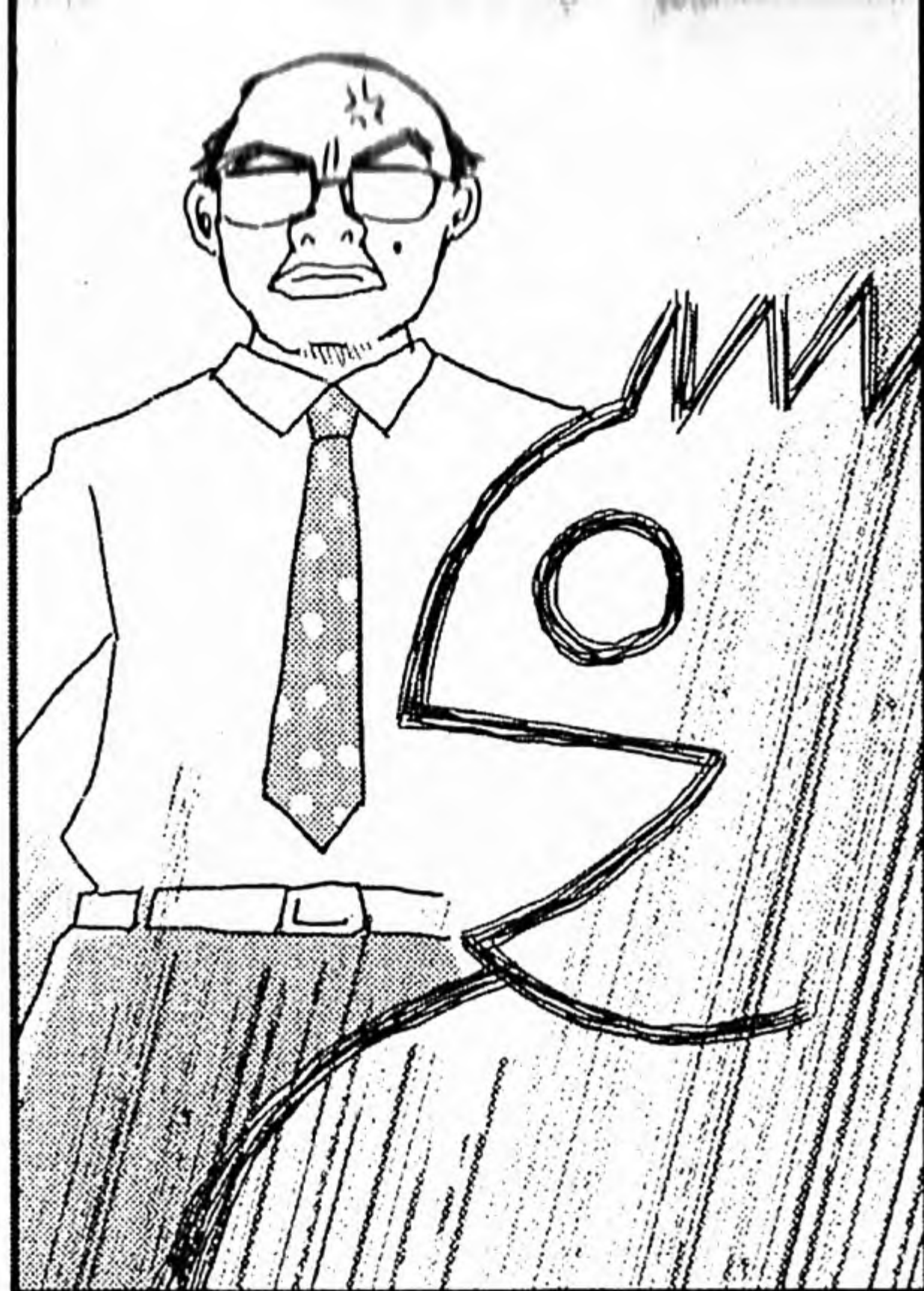
НО ВСЕ-ТАКИ
БЛАГОДАРИЯ ПРО-
ФЕССОРУ КАЙ-
СИ ФИЗИОЛОГИЯ
СТАНОВИТСЯ БОЛЕЕ
ИНТЕРЕСНОЙ...

ЧТО ТЫ ТАМ
БУБНИШЬ?

К ЭКЗАМЕНУ
ГОТОВИШЬСЯ?

ААА..

ААА?





Я ЗНАЛА ОБ ЭТОМ! ДВЕ
ТРЕТИ ВОДЫ В НАШЕМ ТЕЛЕ - ЭТО
ВОДА В КЛЕТКАХ (ВНУТРИКЛЕТОЧНАЯ
ЖИДКОСТЬ), А ОСТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ЗА
ПРЕДЕЛАМИ КЛЕТОК (ВНЕКЛЕТОЧНАЯ
ЖИДКОСТЬ).

В САМОЙ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ЖИД-
КОСТИ ТРИ ЧЕТВЕРТИ - ЭТО МЕЖКЛЕ-
ТОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ
(ТКАНЕВАЯ ЖИДКОСТЬ), А ОСТАЛЬНОЕ -
ЭТО ЛИБО ПЛАЗМА КРОВИ (СОСУДИСТАЯ
ЖИДКОСТЬ) ЛИБО ЖИДКОСТЬ В
БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ!





МЕЖКЛЕТОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ - ЭТО ЖИДКОСТЬ ВНЕ НАШИХ КЛЕТОК. ЕЕ СОСТАВ ОЧЕНЬ СХОЖ С СОСТАВОМ ПЛАЗМЫ КРОВИ.

Внеклеточная жидкость

Внутриклеточная жидкость

МЕЖКЛЕТОЧНАЯ ЖИДКОСТЬ И КРОВЬ НАЗЫВАЮТСЯ **ВНЕКЛЕТОЧНОЙ** ЖИДКОСТЬЮ, ТАК КАК ОНИ НАХОДЯТСЯ ВНЕ КЛЕТОК ТКАНИ.

А ЖИДКОСТЬ ВНУТРИ КЛЕТОК НАЗЫВАЕТСЯ **ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ**.

СОСТАВ **ВНЕКЛЕТОЧНОЙ** И **ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ** ЖИДКОСТИ РАЗНЫЙ, ТАК?

ЧЕМ ОНИ ОТЛИЧАЮТСЯ?

ВСЕ ВЕРНО.

НО ПРЕЖДЕ ЧЕМ ГОВОРИТЬ, ЧЕМ ОНИ ОТЛИЧАЮТСЯ, ДАВАЙ ПОСМОТРИМ, ПОЧЕМУ ЭТО РАЗЛИЧИЕ СУЩЕСТВУЕТ.

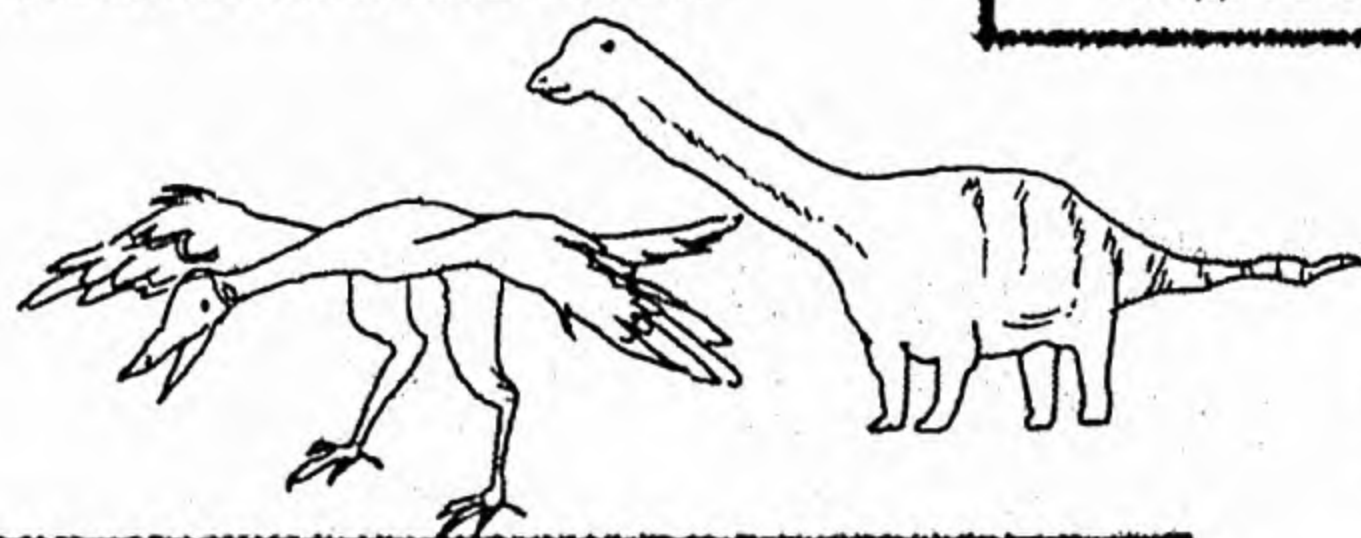
Жизнь зародилась в доисторических океанах.

Внутриклеточная жидкость была заперта внутри клеточными мембранами и отделена от окружающей клетку морской воды, которую можно считать **внеклеточной жидкостью**.

Морская вода

Внутриклеточная жидкость

Клеточная мембрана



Когда отдельные клетки стали объединяться и эволюционировали в многоклеточные организмы, то, в конце концов, эти организмы вышли из моря на сушу, но таким образом, что сами клетки остались как бы в их собственном личном океане (**внеклеточная жидкость**).

Внеклеточная жидкость

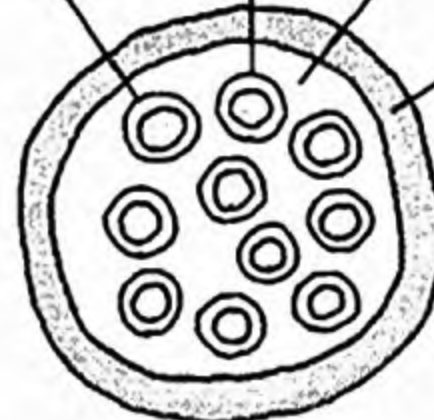
Внеклеточная жидкость внутри крупных и сложных организмов имеет много общего с морской водой, обеспечивая среду очень схожую с той, что была в океанах доисторических времен.

Внеклеточная жидкость

Внутриклеточная жидкость

Клетка
Внутриклеточная жидкость
Внеклеточная жидкость
Кровь*

* Кровь также можно считать **внеклеточной жидкостью**, которая переносит кислород и питательные вещества к каждой клетке.





2. ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ



ХМ...
ПРЕЖДЕ ЧЕМ
РАССКАЗЫВАТЬ
ДАЛЬШЕ...

...Я ДОЛЖЕН
ОБЪЯСНИТЬ
ТЕБЕ, ЧТО ТАКОЕ
ОСМОТИЧЕСКОЕ
ДАВЛЕНИЕ.

А, Я ЗНАЮ
НЕМНОГО ПРО
ОСМОС ИЗ
КУЛИНАРИИ...

МЫ ГОТОВИЛИ
СОЛЕННЫЕ ОГУРЦЫ,
ВТЫРАЯ В НИХ СОЛЬ,
ЧТОБЫ ВЫСУШИТЬ
ИХ!



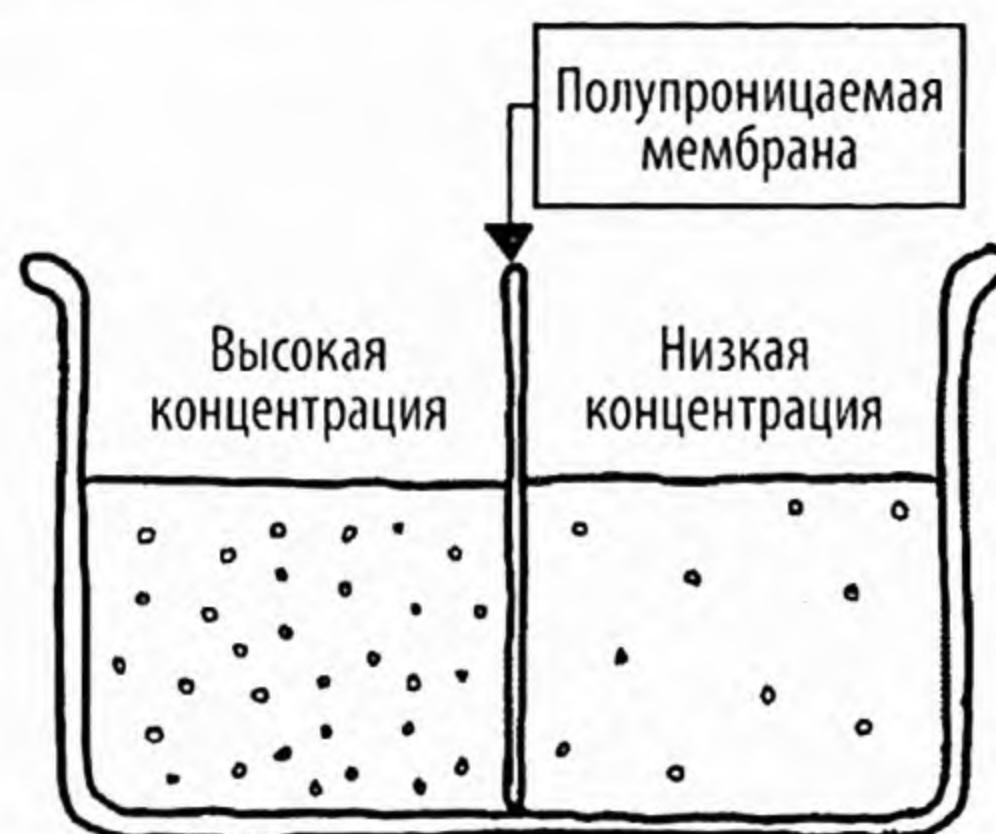
РЕЦЕПТИК Я
ВАМ ПОТОМ
ОСТАВЛЮ.



ЛАДНО...
ДАВАЙ
ПОСМОТРИМ.

КОГДА МЫ ИМЕЕМ
ДЕЛО С ОСМОТИЧЕС-
КИМ ДАВЛЕНИЕМ, НАМ
НАДО РАССМОТРЕТЬ
ДВА ОБЪЕМА ЖИД-
КОСТИ...

И ЭТИ ДВЕ ЖИДКОС-
ТИ ИМЕЮТ РАЗНУЮ
ПЛОТНОСТЬ ИЛИ РАЗНУЮ
КОНЦЕНТРАЦИЮ СОЛИ,
СКАЖЕМ, И ЕЩЕ ОНИ
РАЗДЕЛЕНЫ ПОЛУПРО-
НИЦАЕМОЙ ПЛЕНКОЙ ИЛИ
МЕМБРАНОЙ.



ПОЛУПРОНИЦАЕМАЯ
МЕМБРАНА ПОЗВО-
ЛЯЕТ ОПРЕДЕЛЕННЫМ
МОЛЕКУЛАМ ПРОСАЦИ-
ВАТЬСЯ СКВОЗЬ НЕЕ,
НО НЕ ВСЕМ, ТАК?

И КЛЕТОЧНЫЕ
МЕМБРАНЫ ТОЖЕ
ПОЛУПРОНИЦАЕ-
МЫЕ?

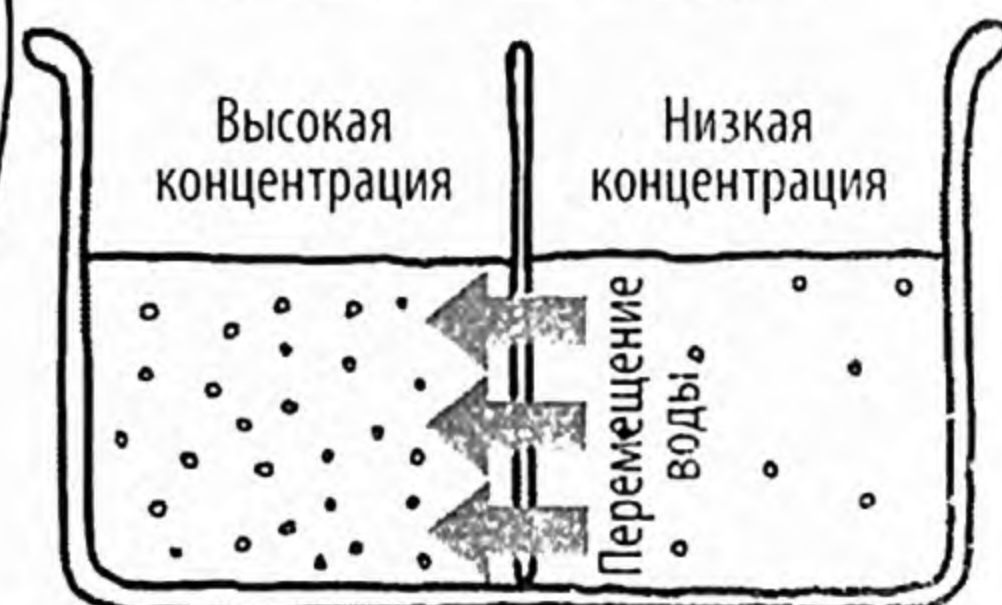


ПРАВИЛЬНО.

В ЭТОЙ СИТУАЦИИ
ВОДА ИЗ РАСТВОРА С
НИЗКОЙ КОНЦЕНТРА-
ЦИЕЙ БУДЕТ ПРОСАЦИ-
ВАТЬСЯ ЧЕРЕЗ МЕМ-
БРАНУ ДО ТЕХ ПОР,
ПОКА С ОБЕИХ СТОРОН
КОНЦЕНТРАЦИЯ НЕ
ВЫРОВНЯЕТСЯ.

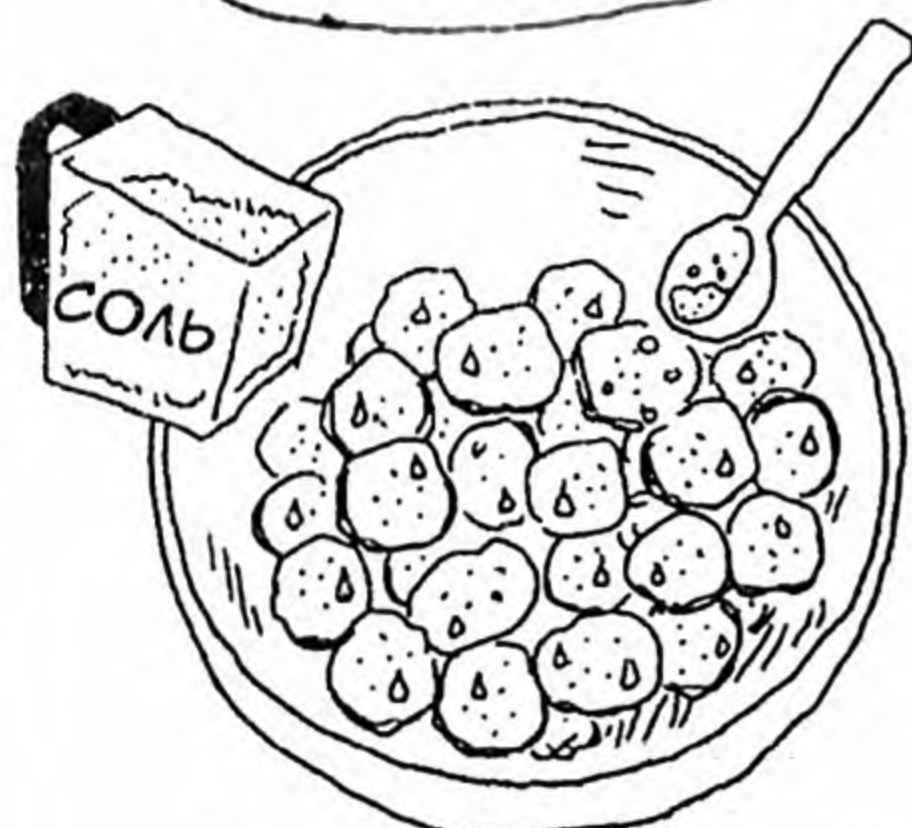


Осмотическое давление



ОСМОТИЧЕС-
КОЕ ДАВЛЕНИЕ -
ЭТО СИЛА, КОТОРАЯ
ЗАСТАВЛЯЕТ ВОДУ
ТЕЧЬ ИЗ ОДНОГО
ОБЪЕМА В ДРУГОЙ
ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ ДО
ВЫРАВНИВАНИЯ СТЕПЕ-
НЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ.

КОГДА МЫ ГОТОВИЛИ СОЛЕННЫЕ ОГУРЦЫ, ПО ЭТОМУ ЖЕ ПРИНЦИПУ МЫ ВЫГОНЯЛИ ВЛАГУ НАРУЖУ.



Осмотическое давление

КЛЕВО!



О!



ВОДА ВНУТРИ ОГУРЦОВ, ТО ЕСТЬ ТАМ, ГДЕ КОНЦЕНТРАЦИЯ СОЛИ НИЗКАЯ, ПЕРЕХОДИТ ИЗ ОГУРЦА ТУДА, ГДЕ СОЛИ БОЛЬШЕ, ДО ТЕХ ПОР, ПОКА КОНЦЕНТРАЦИЯ И СНАРУЖИ И ВНУТРИ НЕ СТАНЕТ ОДИНАКОВОЙ. ПО ЭТОМУ ЖЕ ПРИНЦИПУ ПРОИСХОДИТ ДИФФУЗИЯ ГАЗА, КОГДА ОН РАСШИРЯЕТСЯ, ЧТОБЫ ЗАПОЛНИТЬ ПРОСТРАНСТВО?

ВООБЩЕ-ТО ТАМ НЕМНОГО ПО-ДРУГОМУ. ДИФФУЗИЯ – ЭТО ЯВЛЕНИЕ, В КОТОРОМ ЧАСТИЦЫ РАСПРЕДЕЛЯЮТСЯ ИЗ ОБЛАСТИ С ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ В ОБЛАСТЬ С НИЗКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ. ПРИ ОСМОСЕ ЧАСТИЦЫ ДВИЖУТСЯ ИЗ НИЗКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ВЫСОКУЮ.

Диффузия – это движение частиц соли по мере их распространения.

Осмоз – это движение частиц воды между двумя объемами жидкости (разделенных полупроницаемой мембраной) с разными концентрациями соляного раствора.

Направление

Высокая концентрация → Низкая концентрация

Низкая концентрация → Высокая концентрация



ПОНЯТНО!



У МЕНЯ ЕЩЕ ОДИН ВОПРОС!



ЕСЛИ У НАС ЕСТЬ СОЛЯНОЙ РАСТВОР ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ, ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ ТАМ ВЫШЕ?

СОВЕРШЕННО ВЕРНО.



СИЛА ОСМОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНА КОЛИЧЕСТВУ ЧАСТИЦ В ЖИДКОСТИ.

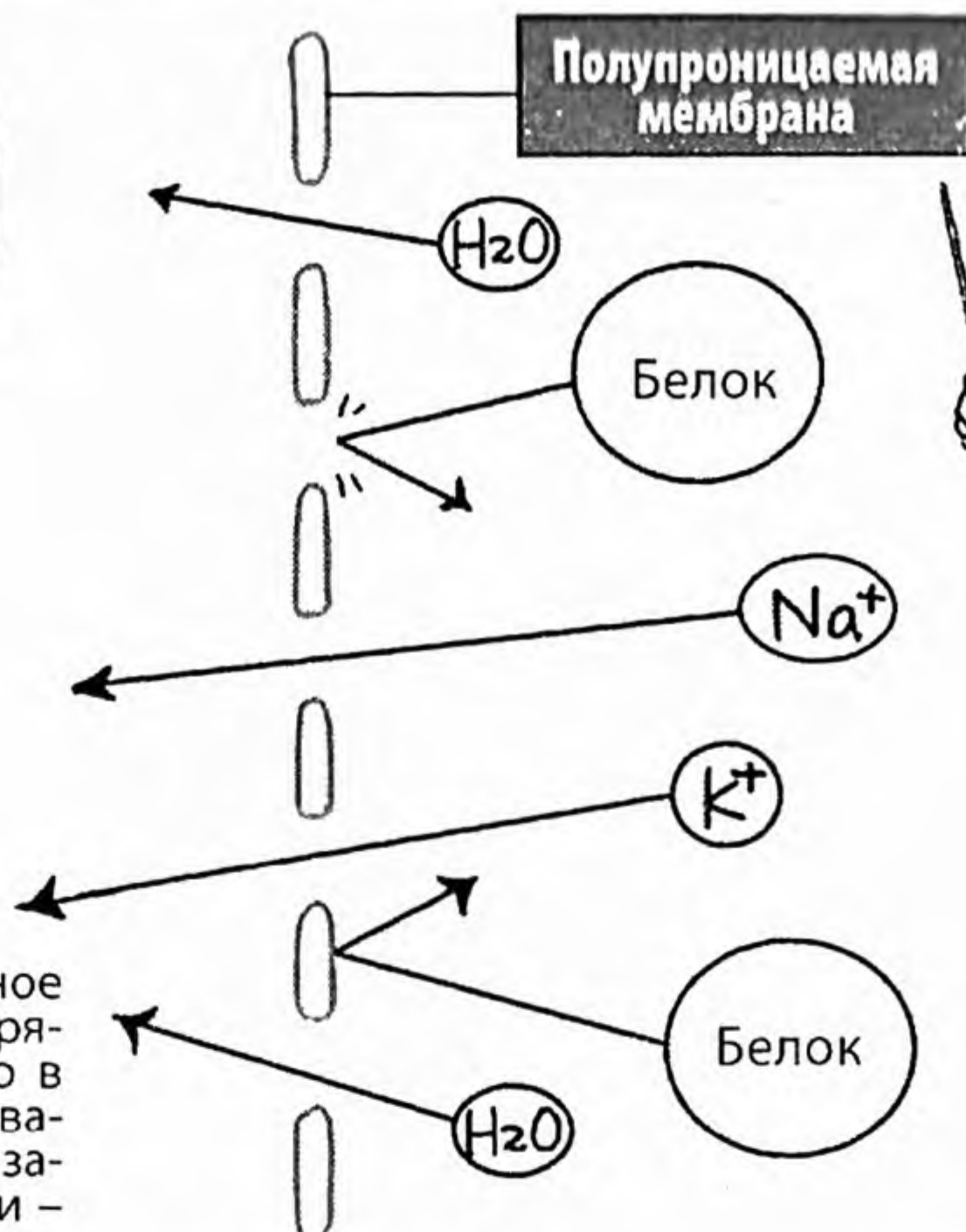
И ЭТИ ЧАСТИЦЫ НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОДНОГО ВИДА.



НАПРИМЕР, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ СОДЕРЖАТ ЭЛЕКТРОЛИТЫ*, (ИОНЫ КАЛИЯ (K^+) И НАТРИЯ (Na^+)), А ТАКЖЕ ГЛЮКОЗУ И БЕЛКИ.

БЕЛКИ НЕ МОГУТ ПРОЙТИ СКВОЗЬ ОТВЕРСТИЯ ПОЛУПРОНИЦАЕМОЙ МЕМБРАНЫ КЛЕТОК, ТАК КАК ИХ МОЛЕКУЛЫ КРУПНЕЕ.

* Электролит – это вещество, разделенное на положительно и отрицательно заряженные ионы, когда оно растворено в жидкости, например, в воде, и следовательно, несет в себе электрический заряд. Ионы натрия и калия в жидкости – это примеры электролитов.



ПОСЛЕ ТОГО, КАК ПРОХОДИТ ОСМОС, МЫ ИМЕЕМ ДВЕ ЖИДКОСТИ С ОДИНАКОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ, НО РАЗНЫМИ ОБЪЕМАМИ!



ДРУГИМИ СЛОВАМИ, ОСМОТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ ИЗМЕРЯЕТСЯ СИЛА, КОТОРАЯ ПРИТЯГИВАЕТ ВОДУ И ЭЛЕКТРОЛИТЫ С ДРУГОЙ СТОРОНЫ МЕМБРАНЫ, ТАК?



ТЫ ПОНЯЛА ВЕРНО!





ЕЩЕ НЕМНОГО О БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ И КРОВИ



Вода необходима для нормального функционирования абсолютно всех органов человеческого организма. Она нужна нам для того, чтобы кровь циркулировала по телу, непрерывно поддерживалась температура, организм покидали отходы жизнедеятельности, и вырабатывались необходимые пищеварительные соки.

5. ПОДДЕРЖАНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА

Примерно 60% массы человеческого тела составляет вода. Организму требуется поддерживать эту пропорцию, поэтому выводимые из него жидкости, необходимо восполнять (см. **рис. 5.1**). Биологические жидкости поступают в организм с водой, напитками и другими жидкостями (супы), а также частично из твердой пищи, например, из овощей, мяса и зерновых. Через организм взрослого мужчины за сутки проходит 2600 мл жидкости: 2,6 л входит и 2,6 л выходит!

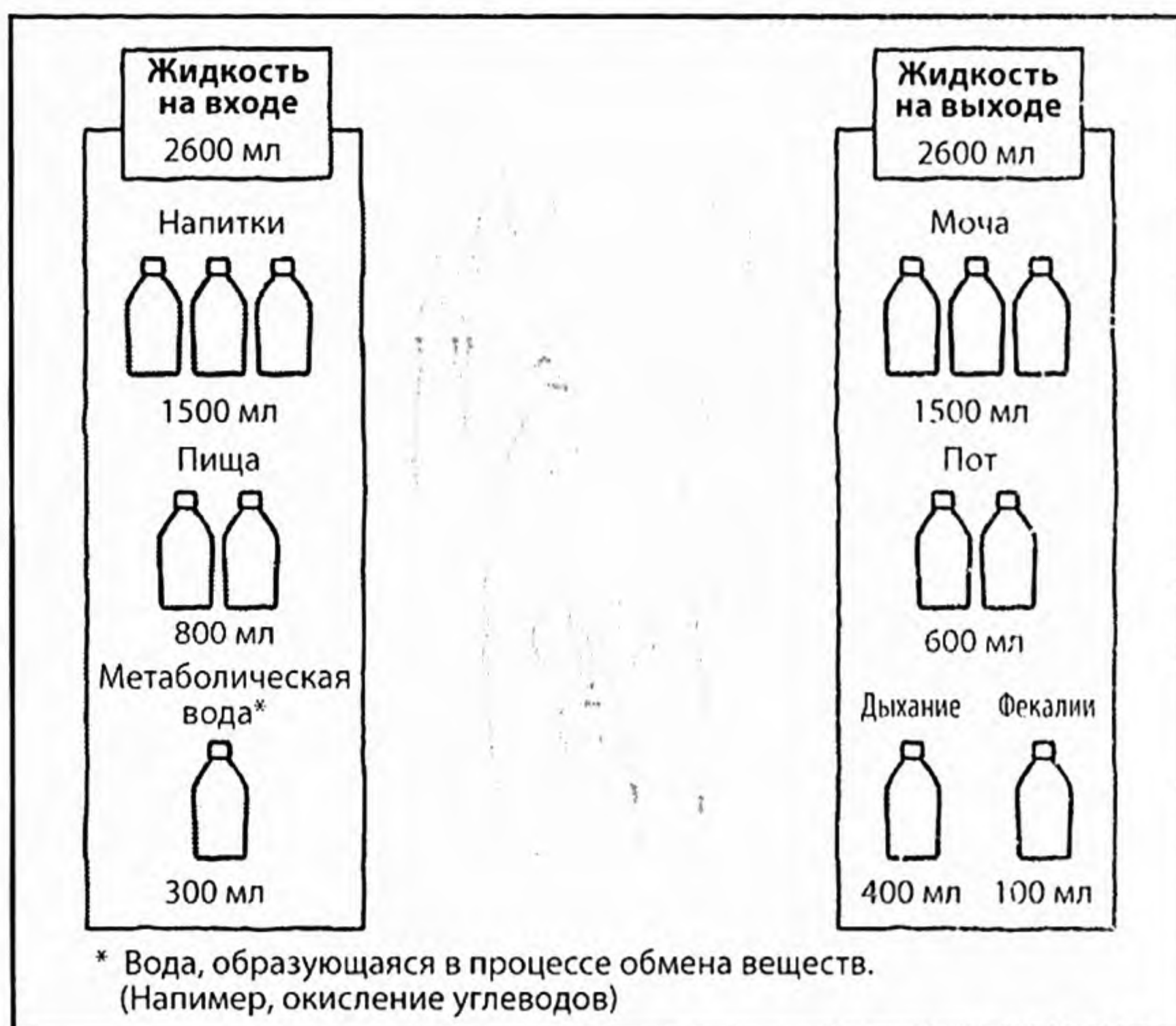


Рис. 5.1. Средний объем жидкости (для взрослого мужчины)



У здорового человека количество входящей и выходящей жидкости одинаково, так?



Верно. Если выходит слишком мало жидкости, возникает отек, а если слишком много – обезвоживание.



Что происходит, когда организм обезвожен?



Обезвоживание может вызывать разные проблемы. Нарушение кровообращения, спутанное сознание и рост температуры тела, – все это может быть следствием сильного обезвоживания. Из-за него можно даже умереть.

Есть несколько видов обезвоживания. *Внутриклеточное обезвоживание*, как правило, вызвано повышенным потоотделением или недостаточным потреблением жидкости. Когда такое случается, концентрация соли в межклеточной жидкости становится выше, вызывая рост внеклеточной осмолярности. Это в свою очередь заставляет воду перемещаться из внутриклеточного пространства во внеклеточное пространство, и человек начинает ощущать жажду. Когда концентрация соли во внеклеточном пространстве слишком высокая, это называется *гипертоничностью*.

С другой стороны, *внеклеточное обезвоживание* наступает, когда уменьшается объем циркулирующей по телу крови, что вызывает значительное снижение кровяного давления. Причиной этого может быть дефицит натрия в кровотоке: натрий помогает удерживать жидкость во внутриклеточных жидкостях (особенно в плазме крови). Если бы в кровоток по капельнице поступила вода в чистом виде, это привело бы к гипотонии (то есть возник бы дефицит растворов соли и других электролитов), и клетки стали бы разбухать и в результате гибнуть. В капельнице электролиты должны быть смешаны с водой, чтобы организм мог безопасно для себя воспринять воду.

Знаете ли вы, что...

У младенцев жидкость имеет более высокий процент от массы тела, чем у взрослого или у ребенка более старшего возраста, но на дыхание и потоотделение уходит больше жидкости. Поэтому и обезвоживание у младенцев наступает быстрее.

Пожилые люди также находятся в зоне риска, так как у них снижена способность удерживать влагу в организме и снижено чувство жажды.

ЧТО ТАКОЕ КРОВЬ?

До сих пор мы говорили о воде и жидкостях в организме в общих чертах. Пришло время поговорить более подробно об одной жидкости – о крови. Кровь обладает рядом важных характеристик и нужна организму по многим важным причинам.

Давай начнем с рассмотрения того, как бы ты брала кровь на анализ и исследовала эту пробу. После забора крови, в пробу добавляют антикоагулянт, и пробирку помещают в центрифугу. Клетки крови оседают на дно, а чистая жидкость поднимется к поверхности, как это показано на **рис. 5.2**. (Верхний слой жидкости, оказавшейся у поверхности другой жидкости или раствора, называется *надосадочной жидкостью*).

Эта прозрачная жидкость наверху – *плазма крови*. Это внеклеточная жидкость, которая переносит клетки крови или тельца по всему организму, и помогает избавляться от отходов. В основном она состоит из воды, но также содержит незаменимые белки, например, антитела и ферменты.

Клетки крови на дне пробирки можно разделить на три основные категории: красные кровяные тельца или эритроциты, белые кровяные тельца или лейкоциты и тромбоциты. Основная масса – это эритроциты, и по этой причине наша кровь красного цвета. Анализ, выявляющий процентное содержание разных клеток, называется *гематокритом*. Далее я расскажу о каждом конкретном виде клеток отдельно.

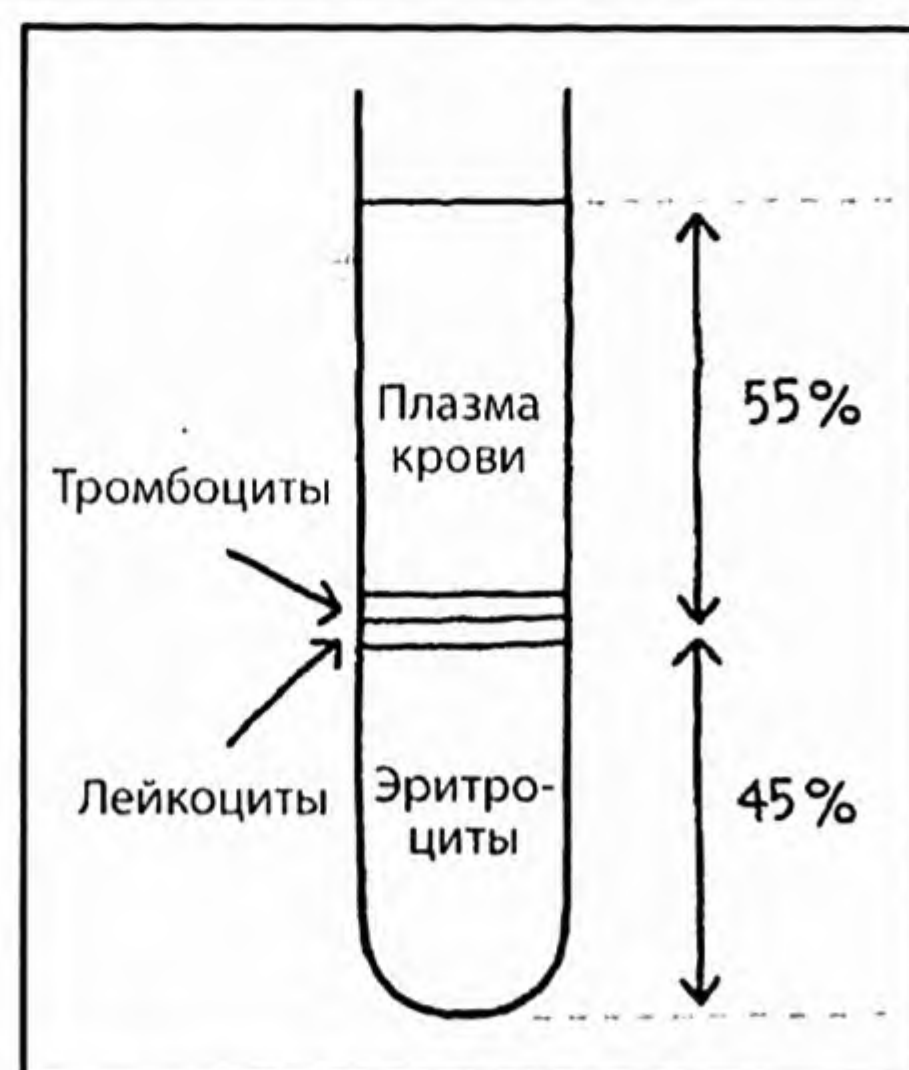


Рис. 5.2. Компоненты крови и их распределение

5. ЭРИТРОЦИТЫ

Наиболее распространенный тип клеток крови – это эритроциты. Они вырабатываются в спинном мозге. У эритроцитов нет ядер, что означает, что они не могут делиться, создавая новые клетки, и имеют форму сферического диска. Такая форма предпочтительна, так как она увеличивает площадь поверхности клетки, позволяя ей связываться с большим числом молекул кислорода. Эритроциты также слегка вытянуты по горизонтали, чтобы перемещаться по капиллярам, которые уже, чем обычный диаметр клеток крови, что и показано на **рис. 5.3**.

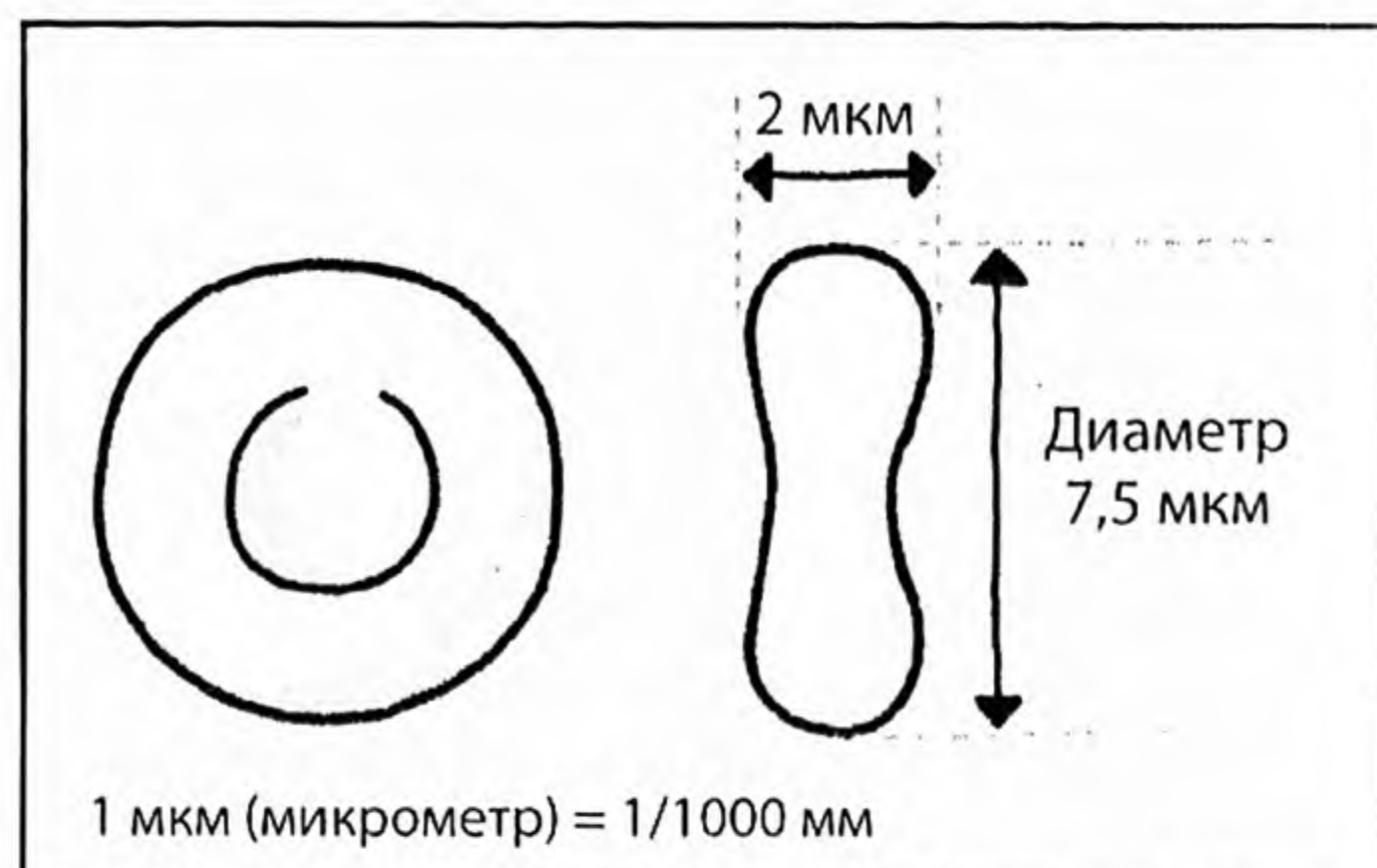


Рис. 5.3. Каковы же размеры у эритроцита?

Эритроциты переносят кислород благодаря гемоглобину. Гемоглобин -- это комбинация пигмента под названием гем, содержащего железо, и белка под названием глобин. Гемоглобин легко связывается с кислородом, который он забирает в легочных альвеолах. Когда гемоглобин забирает кислород, он становится ярко-красного цвета (см. рисунок), из-за того, что артериальная кровь ярко-красная, в то время как периферическая венозная кровь (кровь, чей кислород был доставлен к другим органам и тканям, не участвующим в кроветворении) темно-красного цвета.





Когда в крови не хватает железа, возникает анемия. А ведь железодефицитная анемия чаще встречается у женщин, а не у мужчин, да?



Да, это так. Так как железо входит в состав гемоглобина, все, кто не потребляет достаточно железа, испытывают недостаток гемоглобина, и, таким образом число эритроцитов падает.

Так как у женщин существует менструальный цикл, и они теряют определенный объем крови каждый месяц, они более склонны к анемии. Женщины также по природе имеют более низкий уровень эритроцитов и гемоглобина, в отличие от мужчин.

ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНАЯ АНЕМИЯ ЧАЩЕ ВСТРЕЧАЕТСЯ У ЖЕНЩИН



Что такое анемия?

Анемия – это состояние, вызванное сокращением способности переносить кислород из-за низкого уровня гемоглобина. Она возникает, когда уровень гемоглобина или число эритроцитов падает ниже нормы. Железодефицитная анемия – это наиболее распространенная форма анемии, но есть и другие, более серьезные виды заболеваний этого вида, такие как гемолитическая анемия, вызванная неправильным распадом эритроцитов, а также гипопластическая анемия, вызванная нарушением работы костного мозга, что влияет на выработку эритроцитов.



Эритроциты имеют свой срок жизни, не так ли?



Да. Время жизни эритроцитов составляет примерно 120 дней. По прошествии этого времени, они распадаются и перерабатываются в печени и селезенке. На рисунке показано, как геммы становятся билирубином и выделяются в желчь. Железо удаляется из гема и хранится для последующего использования.



Знаете ли вы, что...

В соответствии с типами антигенов в мембранах эритроцитов, кровь классифицируется по системе АВ0. Антиген каждого типа – это как специальный признак, и данная иммунная система будет атаковать все клетки с антигенами, не соответствующими антигенам данного типа или группы крови. Именно поэтому человеку можно перелить кровь другого человека только с таким же типом крови. Наиболее часто встречаются группы 1-я (0), 2-я (А) и 3-я (В), а 4-я (АВ) встречается реже.

В крови содержится примерно 5000–8000 лейкоцитов на микролитр. *Лейкоциты* – это оборонительные силы организма. Одна из их задач – отражать атаки врагов, таких как пришлые бактерии и вирусы.

Лейкоциты в широком смысле можно разделить на гранулоциты, моноциты и лимфоциты, как это показано на **рис. 5.4**. Их, с свою очередь, подразделяют на несколько типов, каждый со своими функциями и характеристиками. Все они чрезвычайно ловко умеют действовать сообща, отражая нападения возбудителей.

Гранулоциты характеризуются внутриклеточными частицами, называемыми *гранулами*. Есть три типа гранулоцитов: нейтрофилы, эозинофилы и базофилы. Большинство гранулоцитов – это нейтрофилы, которые уничтожают любой возбудитель, охватывая и поглощая его. Это называется фагоцитоз. Гной, который иногда выделяется из ран, частично состоит из нейтрофилов, которые выполнили процесс фагоцитоза и погибли. Относительно небольшое число составляют эозинофилы и базофилы, но эти гранулоциты участвуют в фагоцитозе и аллергических реакциях.

Лимфоциты включают в себя В-лимфоциты, Т-лимфоциты и НК-клетки (естественные клетки-киллеры), и являются главными действующими лицами иммунной системы. Т-лимфоциты управляют иммунным ответом, В-лимфоциты подготавливают и выпускают соответствующие антитела. Наряду с НК-клетками, Т-лимфоциты также уничтожают зараженные клетки.

Моноциты – это клетки, которые при нахождении в кровеносных сосудах, имеют крупную и круглую форму. Однако при переходе через стенку сосуда в ткань, они меняют форму и становятся макрофагами. *Макрофаги* вытягивают чувствительные волоски, чтобы схватить и уничтожить возбудитель. Это еще одна форма фагоцитоза.

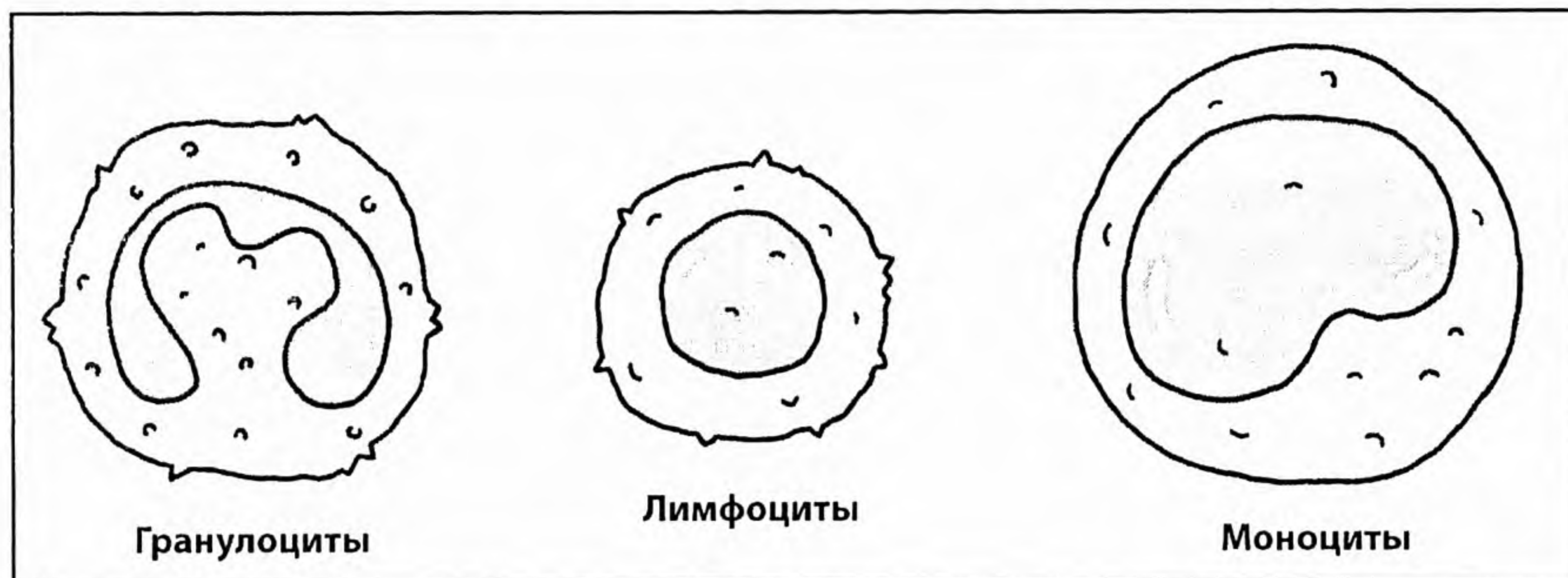


Рис. 5.4. Типы лейкоцитов



А как наш организм уничтожает нежелательных пришельцев?

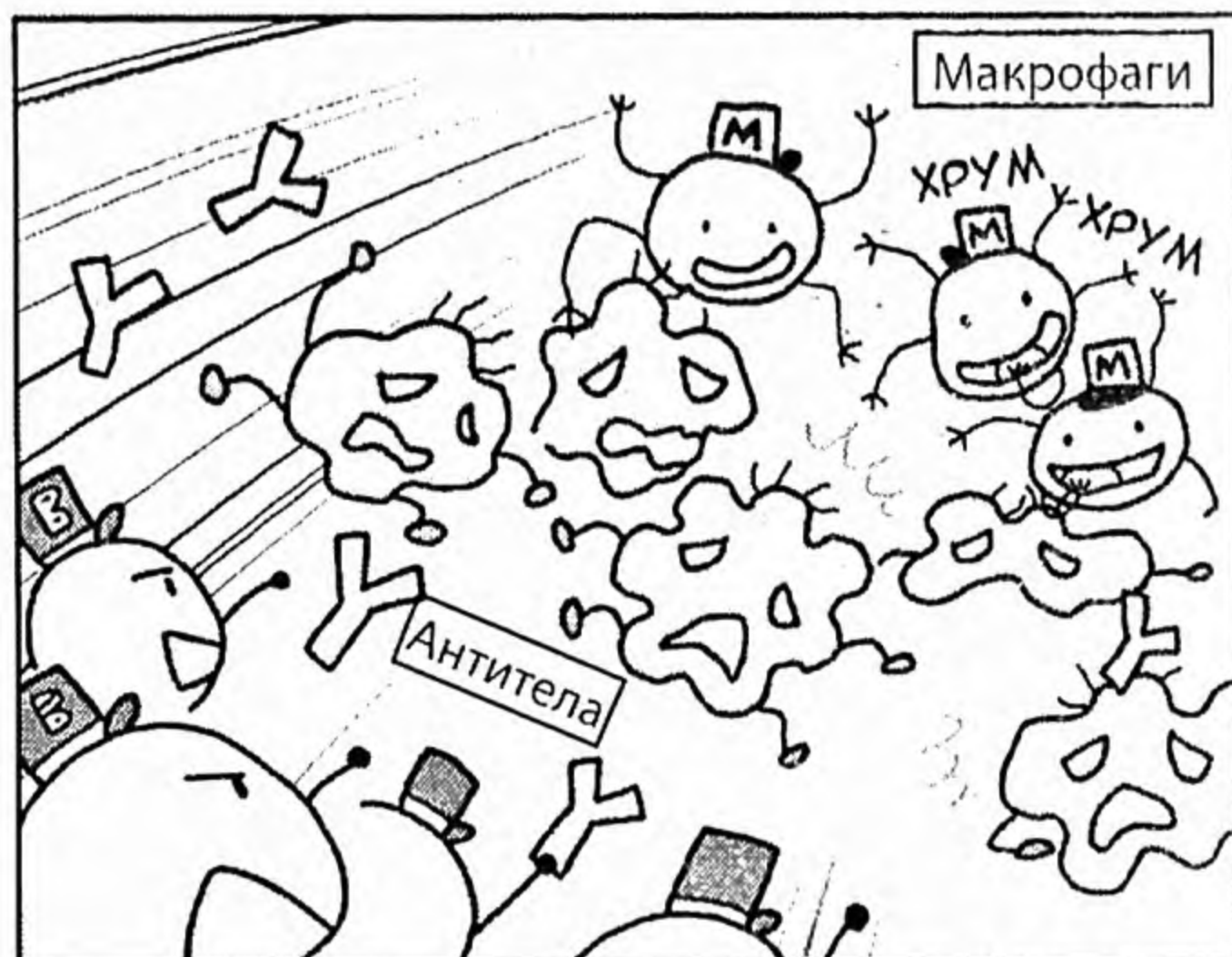


Когда вторгаются чужаки, нейтрофилы и макрофаги (которых можно представить в виде передового отряда) первыми бросаются в атаку и жадно поглощают незваных гостей. Затем макрофаги предоставляют фрагменты уничтоженного врага клеткам Т-хелперам (которые играют роль «главнокомандующего», и говорят что-то вроде «Вот, что нам противостоять!», и уже потом начинается главное сражение (см. рисунок ниже).

ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ СИЛЫ ЛИМФОЦИТОВ



1 Макрофаги предоставили информацию о нападающих Т-хелперах, а те дают команду В-лимфоцитам подготовить антитела, созданные специально для борьбы именно с такими чужеродными веществами.



2 В-лимфоциты готовят антитела и выпускают их в кровь. Антитела помечают и нейтрализуют чужеродные объекты, а макрофаги затем поглощают и уничтожают побежденного врага.



3 Т-хелперы приказывают Т-киллерам уничтожать любые клетки, которые были заражены или повреждены при нападении.



4 Когда враг полностью уничтожен, TS-лимфоциты завершают остановку оборонительных действий.

Знаете ли вы, что...

Когда чужеродный враг, такой как бактерия, вторгается в организм, В-лимфоциты запоминают информацию о нем. Поэтому, если нападение повторится, организм может быстро его идентифицировать, и послать большее количество антител для его уничтожения. Однако, один отдельно взятый В-лимфоцит может запомнить только одну отдельно взятую клетку, поэтому в организме насчитывается много миллионов В-лимфоцитов для борьбы со многими потенциальными агрессорами.



Тромбоцит – это клетка, задействованная в гомеостазе – процессе остановки кровотечения. У тромбоцита нет ядра, и его производит мегакариоцит (большая многоядерная клетка костного мозга). В одном микролитре крови содержится примерно 300 000 тромбоцитов. Может показаться, что это много, но это очень мало по сравнению с числом эритроцитов. Когда кровь в пробирке разгоняют в центрифуге, слой тромбоцитов становится очень тонким.

Когда повреждается сосуд, и начинается кровотечение, тромбоциты первыми начинают действовать. Сначала они собираются в районе повреждения, формируя временную закупорку, затем раскрываются и выпускают вещество, ускоряющее гемостаз. Эти вещества реагируют, и, в конце концов, преобразуют фибриноген (содержащееся в плазме крови вещество) в волокнистое вещество, называемое *фибрин*, которое образует сетку в месте повреждения. Эритроциты попадают в эту сетку и склеиваются вместе, образуя крепкую перегородку, останавливающую кровотечение. Эта склейка называется *сгустком крови* или *тромбом* (рис. 5.5).



Эффективный способ остановить кровотечение – это сдавливание, так?



Да, надавливание сжимает капилляры и сосуды, замедляя кровотечение. Это дает время крови свернуться. Иногда можно остановить кровотечение из капилляров или тонких вен простым сдавливанием.

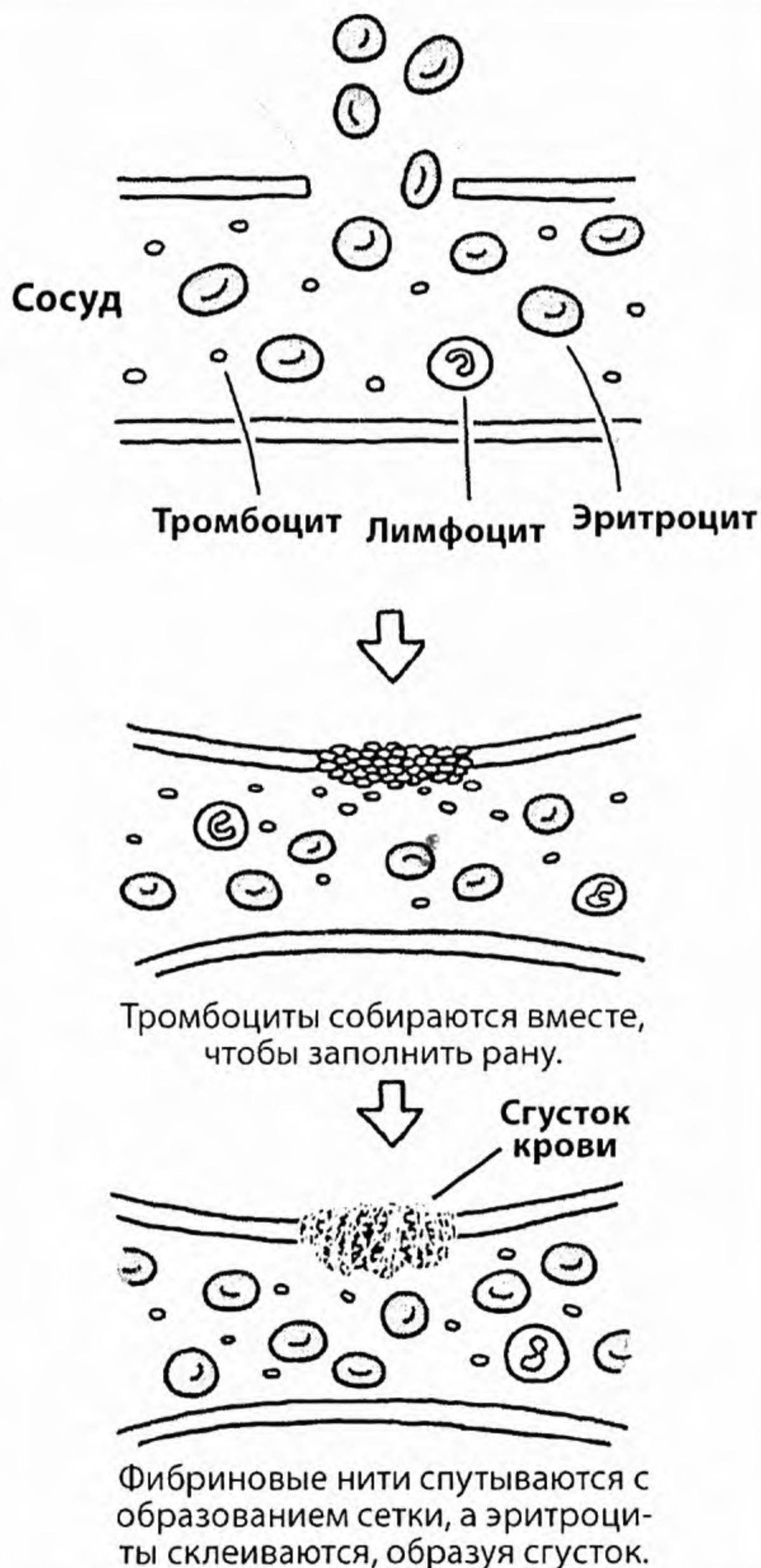


Рис. 5.5. Заделка раны посредством гемостаза

Свободно вытекшая кровь затвердевает точно так же, как кровь, вытекшая в результате кровотечения. Затвердевание крови называется *коагуляцией*. Во время исследования во взятую на анализ кровь часто добавляют химикаты, чтобы предотвратить ее свертывание. Кровь свертывается, поскольку плазма крови сама по себе имеет свойство сгущаться, как это показано на **рис. 5.6**.

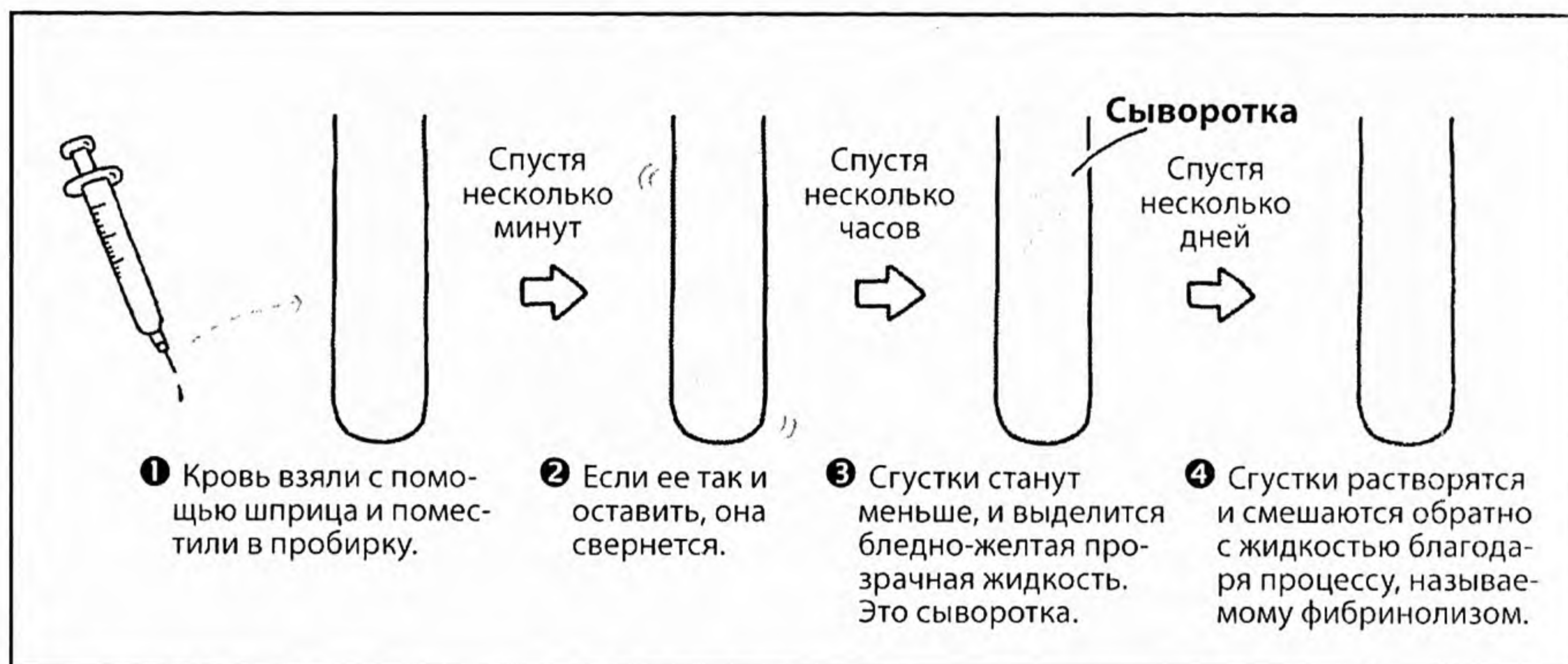


Рис. 5.6. Коагуляция в образце крови

Знаете ли вы, что...

После свертывания крови кровяные сгустки в конце концов расщепятся и растворятся в жидкость благодаря процессу, называемому фибринолиз. Этот механизм препятствует распространению сгустков крови по организму, что могло бы создать проблемы.

Аллергия – это острая реакция иммунной системы

Аллергию можно считать вышедшим из-под контроля иммунным ответом. Вместо уничтожения вторгшихся в организм вирусов и бактерий, иммунная система реагирует на вещество, которое на самом деле не опасно, например, еда или пыльца.

Аллергические реакции чаще всего бывают на продукты питания и пыльцу. Аллергия на пыльцу, называемая также сенной лихорадкой, проявляется в виде воспаления слизистой носа или конъюнктивита. К распространенным реакциям относятся также бронхиальная астма и атопический дерматит (экзема).

В настоящее время аллергия все чаще встречается как у взрослых, так и у детей. Хотя считается, что в этом росте немаловажную роль играют экологические факторы, настоящая причина пока еще не установлена.

ГЛАВА
6

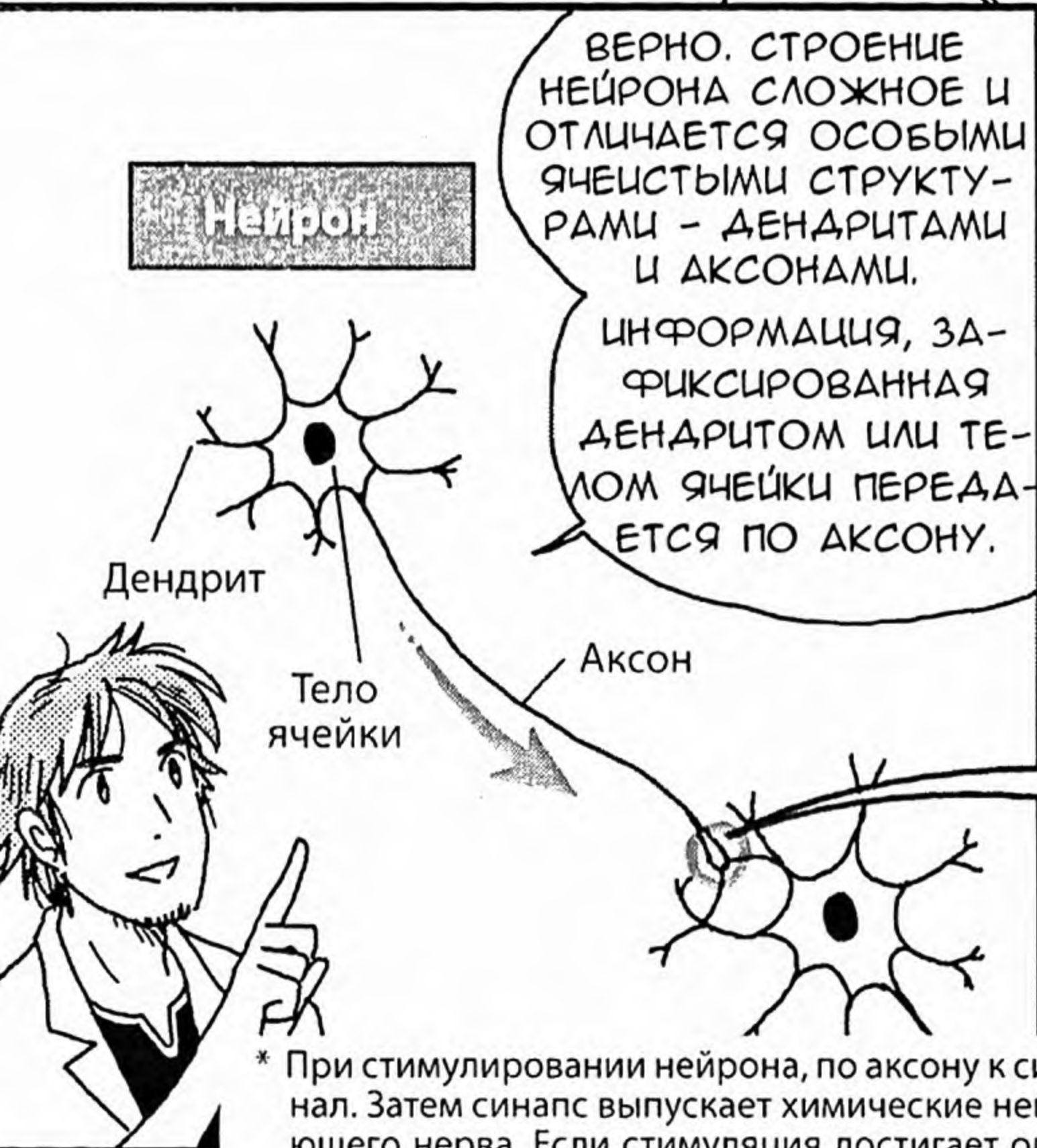
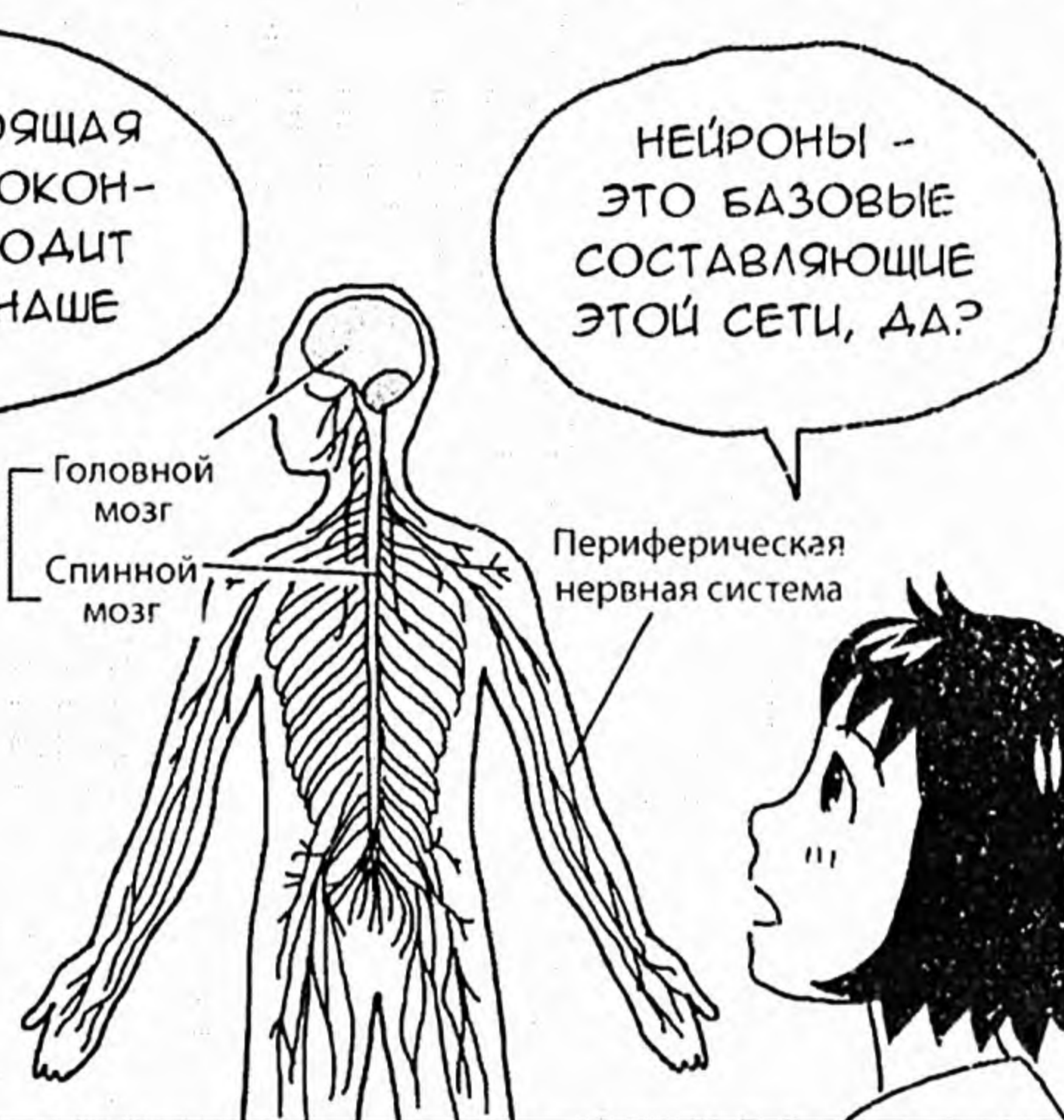
ГОЛОВНОУ МОЗГ И НЕРВНАЯ СИСТЕМА

СИГНАЛЫ ПЕРЕДАВАЕМЫЕ
СО СКОРОСТЬЮ 120 М/С









* При стимулировании нейрона, по аксону к синапсу передается электрический сигнал. Затем синапс выпускает химические нейромедиаторы для стимуляции следующего нерва. Если стимуляция достигает определенного порога, нерв активизируется, передавая сигнал. Если порог не достигнут, нерв остается неактивным.

2. НЕРВНАЯ СИСТЕМА



НО ВЕДЬ НЕЙРОНЫ НЕ СОЕДИНЕНЫ ДРУГ С ДРУГОМ В ОДНУ ДЛИННУЮ ОЧЕРЕДЬ?

РАЗВЕ СВЯЗИ МЕЖДУ НЕЙРОНАМИ НЕ ОБРАЗУЮТ СЛОЖНУЮ СЕТЬ ВО ВСЕМ ОРГАНИЗМЕ?

ОБРАЗУЮТ.

ЭТА СЕТЬ ИЗ НЕРВОВ ФОРМИРУЕТ ПЕРИФЕРИЧЕСКУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ, СОСТОЯЩУЮ ИЗ НЕРВОВ ТРЕХ ТИПОВ.



Чувствительные нервы



Распознают ощущение сильного жара.

Двигательные нервы



Выдают команду «Отдернуть руку!».

Вегетативные нервы



Заставляют тебя испугаться, и усиливают сердцебиение.

Я ЗНАЮ, ЧТО ПРОИСХОДИТ ДАЛЬШЕ!

ИНФОРМАЦИЯ, ПРОШЕДШАЯ ЧЕРЕЗ ПЕРИФЕРИЧНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ, ПОСТУПАЕТ ЗАТЕМ В ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ КОТОРАЯ СОСТОИТ ИЗ ГОЛОВНОГО МОЗГА И СПИННОГО МОЗГА.

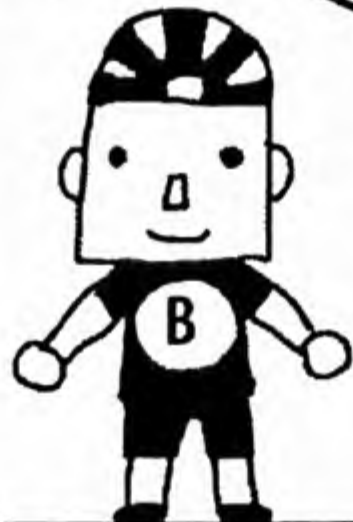
Периферическая нервная система



Чувствительные нервы



Двигательные нервы



Вегетативные нервы



ВИДНО, ТЫ И ПРАВДА ЗАНИМАЛАСЬ! МОГУ ПОСПОРИТЬ, У ТЕБЯ СОЗДАЛОСЬ НЕСКОЛЬКО НОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ* СО ВСЕЙ ЭТОЙ УЧЕБОЙ!

ВРЯД ЛИ. ТАКАЯ ЖАРА, ЧТО МОЙ МОЗГ СОВСЕМ РАЗМЯК...

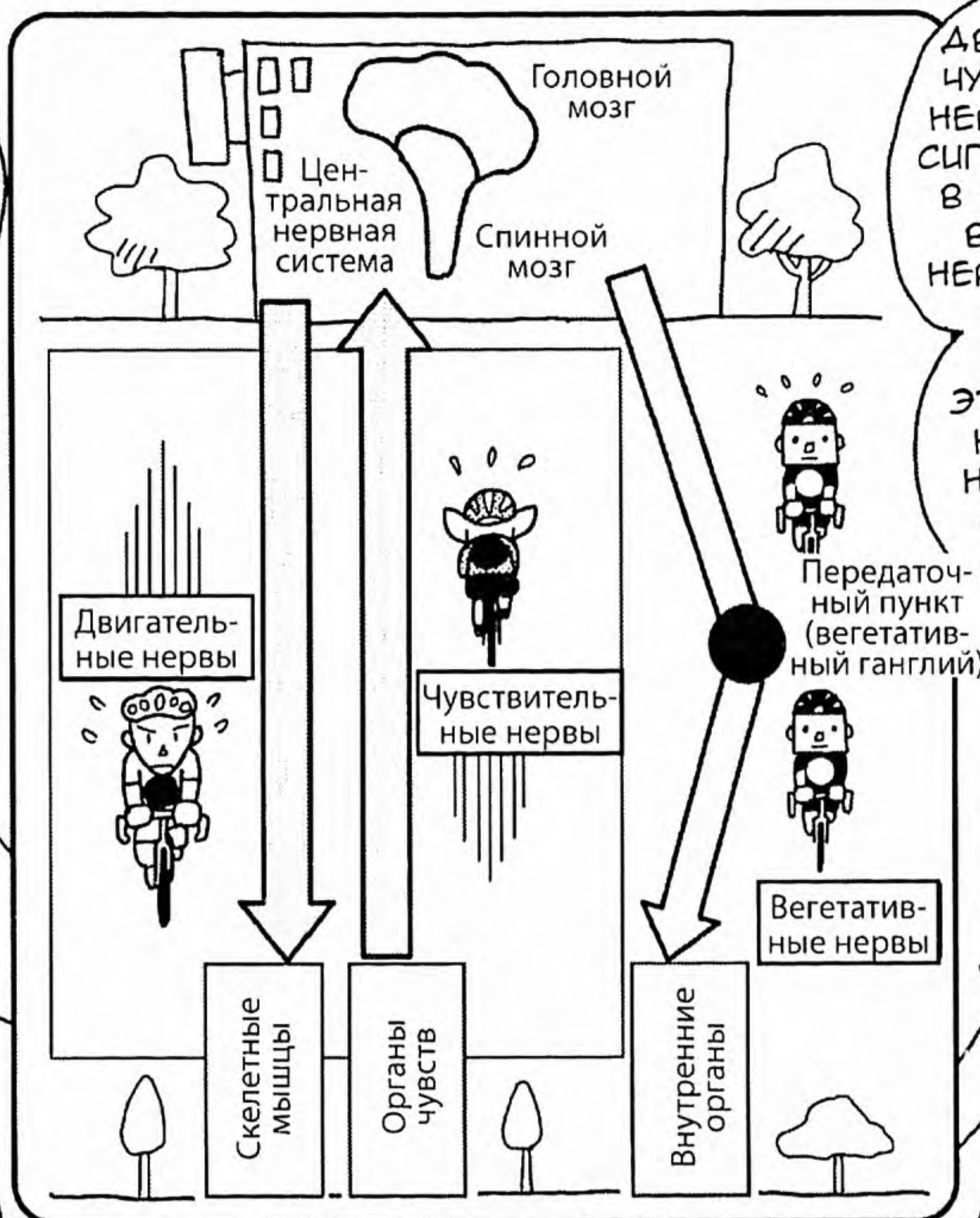
ИТАК, ПЕРИФЕРИЧНЫЕ НЕРВЫ - ЭТО ЦЕЛОЕ СКОПИЩЕ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН**, ТАК?

** Это система волокон, соединяющая центральную нервную систему с органами тела.

ДУМАЮ, МНЕ ТЕПЕРЬ ПОНЯТНО...

* Как нам известно, адаптация головного мозга происходит через создание новых связей между синапсами, а не через создание новых нейронов. Как правило, нейроны - узкоспециализированные клетки, и не подвергаются клеточному делению..

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ
НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ
ЭТИХ ТРЕХ ТИ-
ПОВ РАБОТАЮТ
СЛЕДУЮЩИМ ОБ-
РАЗОМ.



ДВИГАТЕЛЬНЫЕ И
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ
НЕРВЫ ПЕРЕДАЮТ
СИГНАЛ НАПРЯМУЮ,
В ТО ВРЕМЯ, КАК
ВЕГЕТАТИВНЫЕ
НЕРВЫ ИМЕЮТ ПЕ-
РЕДАТОЧНЫЕ
ПУНКТЫ.

ЭТИ ПЕРЕДАТОЧ-
НЫЕ ПУНКТЫ -
НЕРВНЫЕ УЗЛЫ,
НАЗЫВАЕМЫЕ
ГАНГЛИИ.

ТАК, ЧТО ЖЕ ПРОИС-
ХОДИТ, КОГДА КАСА-
ЕШЬСЯ ГОРЯЧЕЙ ЧАШКИ
И ТУТ ЖЕ ОТДЕРГИВА-
ЕШЬ РУКУ? СЕНСОРНЫЙ
СИГНАЛ СРЕЗАЕТ ПУТЬ,
ЧТОБЫ ТЫ БЫСТРЕЕ
РЕАГИРОВАЛА.

СРЕЗАЕТ ПУТЬ?
МММ... ДАЙТЕ-КА
ВСПОМНИТЬ...

Я КОСНУЛАСЬ ЧАШКИ
И УДИВИЛАСЬ...

ОЦ!

ВООБЩЕ-ТО,
НЕТ.

ТВОЕ ОСОЗНАН-
НОЕ ЧУВСТВО
«УДИВЛЕНИЯ»
ИМЕЛО МЕСТО
ПОЗЖЕ.

ШУРХ

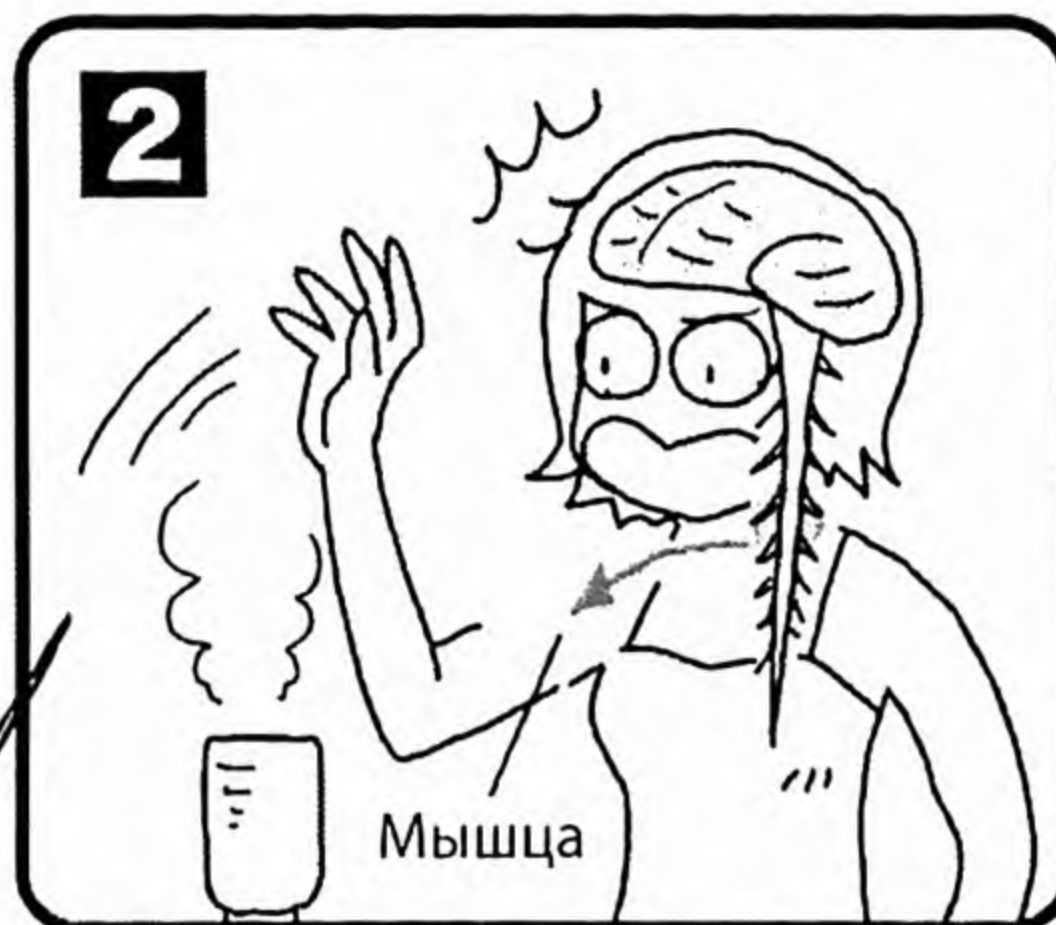
СНАЧАЛА ТВОИ ПАЛЬЦЫ ВОСПРИНЯЛИ ЧРЕЗМЕРНО ВЫСОКУЮ ТЕМПЕРАТУРУ. ЭТОТ СИГНАЛ ПЕРЕДАЛСЯ ПО ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ НЕРВАМ В СПИННОЙ МОЗГ.



ТО ЕСТЬ В ЭТОТ МОМЕНТ Я ОЩУТИЛА ГОРЯЧЕЕ?

ЕЩЕ НЕТ...

КОГДА СИГНАЛ ПОСТУПИЛ В СПИННОЙ МОЗГ, ИНФОРМАЦИЯ ПОШЛА ПО КОРОТКОМУ ПУТИ! ВМЕСТО ТОГО, ЧТОБЫ ЖДАТЬ КОМАНДУ ИЗ ГОЛОВНОГО МОЗГА, СПИННОЙ МОЗГ ПЕРЕДАЛ КОМАНДУ «СЖАТИЕ!» НАПРЯМУЮ ДВИГАТЕЛЬНЫМ НЕРВАМ, КОТОРЫЕ ЗАСТАВИЛИ МЫШЦЫ ОТДЕРНУТЬ РУКУ. ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ СПИНАЛЬНЫЙ РЕФЛЕКС.



ТО ЕСТЬ НА ЭТОЙ СТАДИИ ОЩУЩЕНИЕ ГОРЯЧЕГО ЕЩЕ НЕ ДОШЛО ДО ГОЛОВНОГО МОЗГА?

НЕ ДОШЛО.

СПИНАЛЬНЫЙ РЕФЛЕКС ВОЗНИКАЕТ В ОТВЕТ НА ОПАСНЫЙ ДЛЯ ОРГАНИЗМА РАЗДРАЖИТЕЛЬ, КАК, НАПРИМЕР, БОЛЬ ОТ ОЖОГА.

РАЗУМНО.

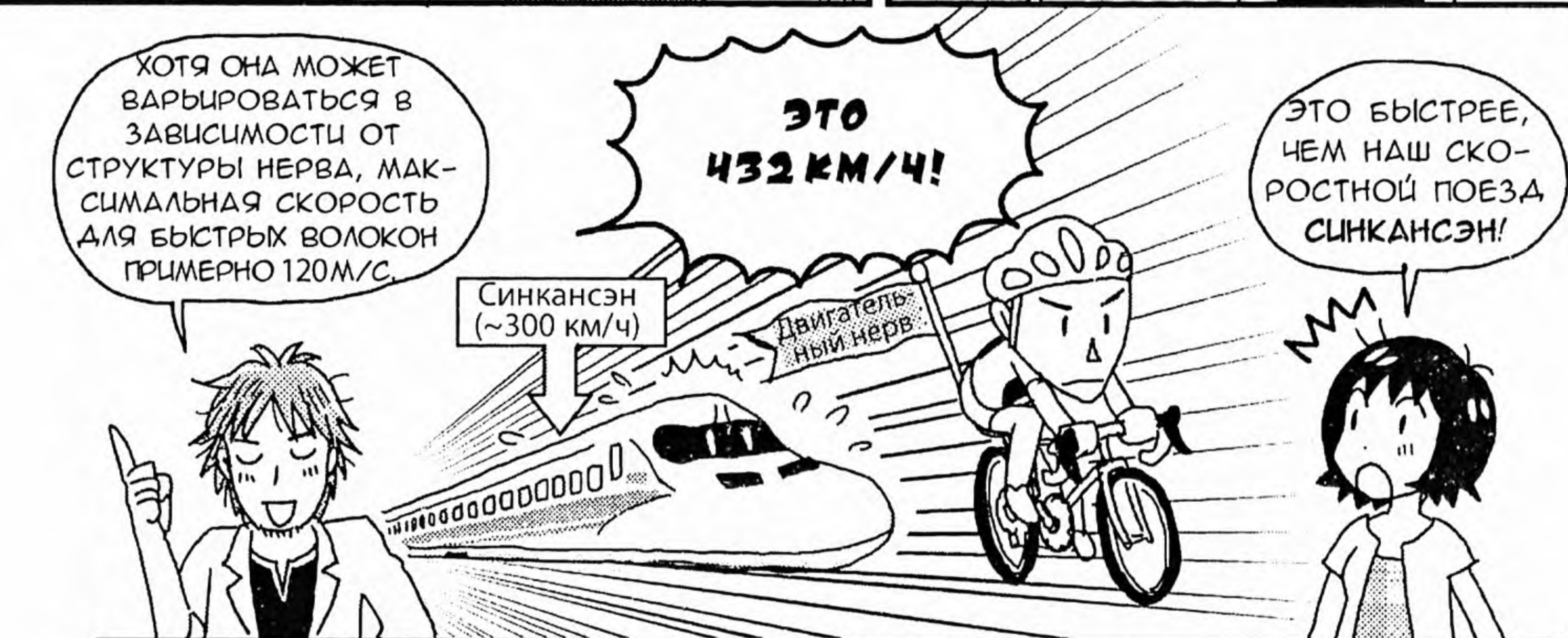
ЭТО НАПОДОБИЕ ГОРЯЧЕЙ ЛИНИИ ДЛЯ СИГНАЛА О БЕДСТВИИ.

ДАЛЕЕ...



ИНФОРМАЦИЯ ОТ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НЕРВОВ ПОСТУПАЕТ В ГОЛОВНОЙ МОЗГ ПРИМЕРНО В ТО ЖЕ ВРЕМЯ, КОГДА ТЫ ОТДЕРГИВАЕШЬ РУКУ. В ЭТОТ МОМЕНТ ТЫ ОСОЗНАЕШЬ БОЛЬ И ЖАР.

ПОНЯТНО.





В САМУЮ ТОЧКУ! НО НЕ ТОЛЬКО...

ММ...



...ПРЕДСТАВЬ СКОЛЬКО ДРУГИХ ДЕЙСТВИЙ ИНИЦИИРУЕТ ТВОЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.

Головной мозг выдает команду посмотреть на руку, на которую воздействовал раздражитель.

Для этого, у тебя двигаются рука, глаза и лицо.

Сетчатка твоего глаза воспринимает покраснение на руке и отправляет эту информацию по нервам в зрительную зону коры головного мозга.



Смотри.

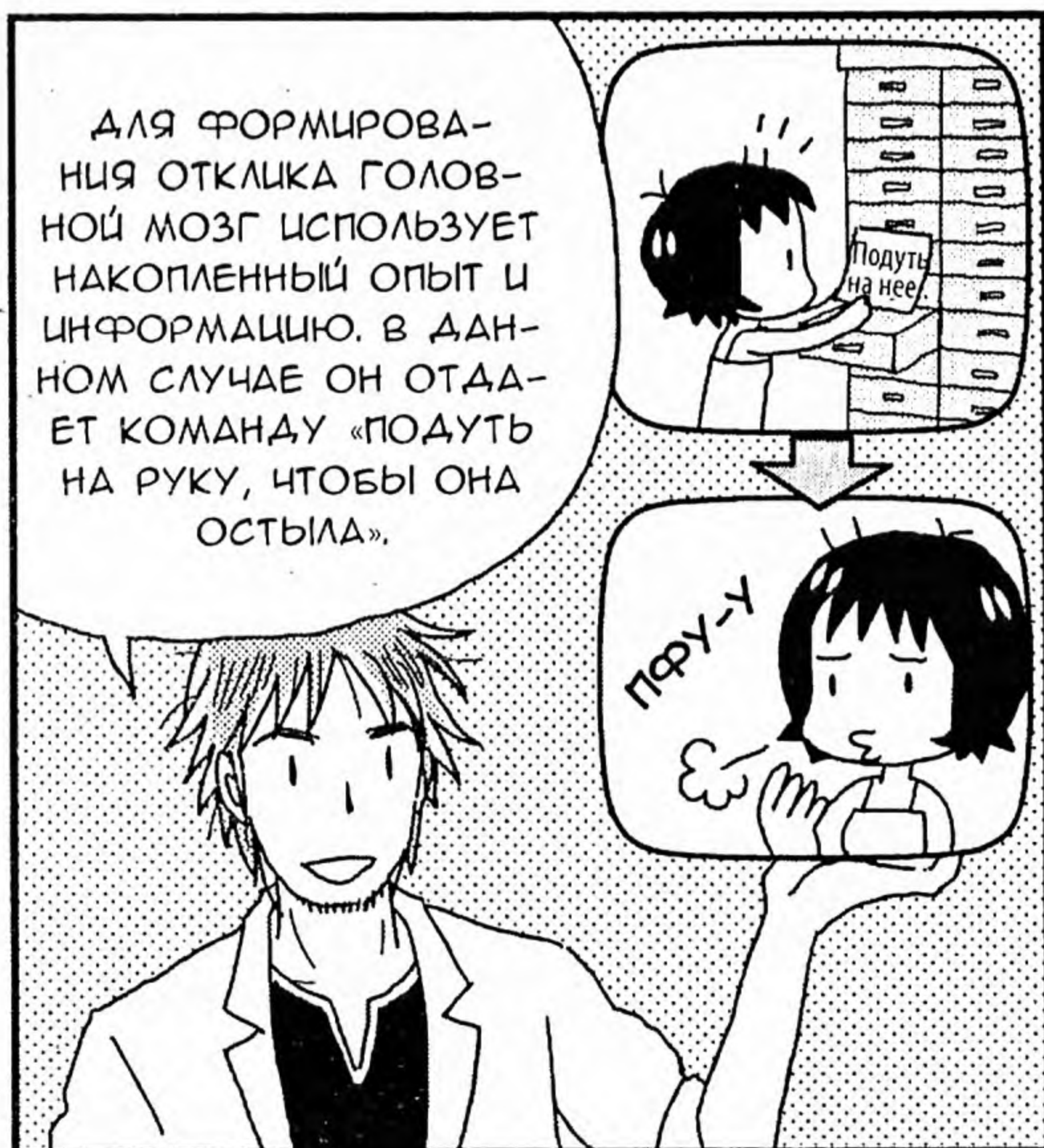


Рука покраснела.



ЭТО ТОЖЕ БЫСТРО ПРОИСХОДИТ?

Затем головной мозг начинает складывать все воедино: «моя рука покраснела из-за горячей чашки».



ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТКЛИКА ГОЛОВНОЙ МОЗГ ИСПОЛЬЗУЕТ НАКОПЛЕННЫЙ ОПЫТ И ИНФОРМАЦИЮ. В ДАННОМ СЛУЧАЕ ОН ОТДАЕТ КОМАНДУ «ПОДУТЬ НА РУКУ, ЧТОБЫ ОНА ОСТЫЛА».



Пфу-у



НАВЕРНО, МОЙ МОЗГ ВСЕ ЖЕ ЗНАЕТ, ЧТО ИНОГДА ДЕЛАЕТ.

ЭТО ТЫ СКАЗАЛА!

ТАК. И ЭТО ЕЩЕ НЕ ВСЕ...

От кончиков пальцев и глаз в головной мозг продолжает поступать сенсорная информация...



Головной мозг осознает, что руке больше не горячо.



Ей больше не горячо.

И поэтому ты перестаешь дуть на руку.



Активность симпатических нервов падает, сердцебиение и кровяное давление снижаются, а выражение лица смягчается.



И это только малая толика бесчисленных действий, которые наша нервная система координирует постоянно!



НЕРВНАЯ СИСТЕМА СРЕАГИРОВАЛА ОЧЕНЬ СЛОЖНЫМ ОБРАЗОМ: НАБОРОМ АБСОЛЮТНО НЕПРОИЗВОЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ И БОЛЕЕ РАЦИОНАЛЬНЫМИ РЕШЕНИЯМИ, ОСНОВАННЫМИ НА ВОСПОМИНАНИЯХ И ПОЛУЧЕННОМ ОПЫТЕ...



И ВСЕ. ТАК БЫСТРО?

МОЗГ ЧЕЛОВЕКА - ЭТО УДИВИТЕЛЬНАЯ ШТУКА, НЕ ТАК ЛИ?

И ЧЕМ БОЛЬШЕ ТЫ УЗНАЕШЬ, ТЕМ МОЩНЕЕ ОН СТАНОВИТСЯ!



НАДЕЮСЬ, МОЙ МОЗГ ДОСТАТОЧНО МОЩНЫЙ ДЛЯ ПЕРЕЭКЗАМЕНОВКИ.

МОЖЕТ, ЕСЛИ МНЕ ЗАПОМНИТЬ МНОГО ИЗ УЧЕБНИКА...



ХМ..., НЕ ТАК БЫСТРО.

ТЫ ОГРАНИЧИВАЕШЬ СЕБЯ, ЗАНИМАЯСЬ НЕОСМЫСЛЕННОЙ ЗУБРЕЖКОЙ. НО ТЫ СМОГЛА БЫ ЛУЧШЕ ВСЕ УСВОИТЬ, ЕСЛИ БЫ СООТНОСИЛА НОВУЮ ИНФОРМАЦИЮ С СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ОБСТАНОВКОЙ ИЛИ СО СВОИМ ОПЫТОМ.







Ты уже знаешь, что нервная система делится на центральную нервную систему и периферическую нервную систему. Нервы в головном и спинном мозге транслируют и собирают информацию, принимают решения и подают команды. В целом их можно считать главным управляющим центром организма. Головной и спинной мозг являются настолько важными органами, что они обернуты в мозговые оболочки (мембраны), и плавают в спинномозговой жидкости, чтобы обезопасить их от удара. Головной мозг собирает и организует все наши мысли, эмоции, восприятия, и поведение, так что давай с него и начнем наше обсуждение.

5. СТРОЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Когда ты слышишь слово *головной мозг*, ты, возможно, думаешь о большом мозге – основной части мозга, находящейся внутри черепа. Но не только он там находится. Головной мозг состоит из большого мозга, промежуточного мозга, среднего мозга, варолиева моста, продолговатого мозга и мозжечка, как это показано на **рис. 6.1**.

Средний мозг, варолиев мост и продолговатый мозг также еще называют *стволом головного мозга*. Ствол головного мозга – это наиболее глубокая часть мозга, и она отвечает за жизненно важные функции, такие как дыхание и циркуляция жидкостей.

Та часть мозга, что находится выше ствола, называется *церебральная лимбическая система*. Она отвечает за инстинктивные функции, такие как аппетит, сексуальное влечение, удовольствие, дискомфорт и эмоции.

Промежуточный мозг, расположенный между большим мозгом и стволом головного мозга, включает в себя таламус, гипоталамус и гипофиз. Промежуточный мозг играет роль управляющего центра вегетативной нервной системы и эндокринной системы.

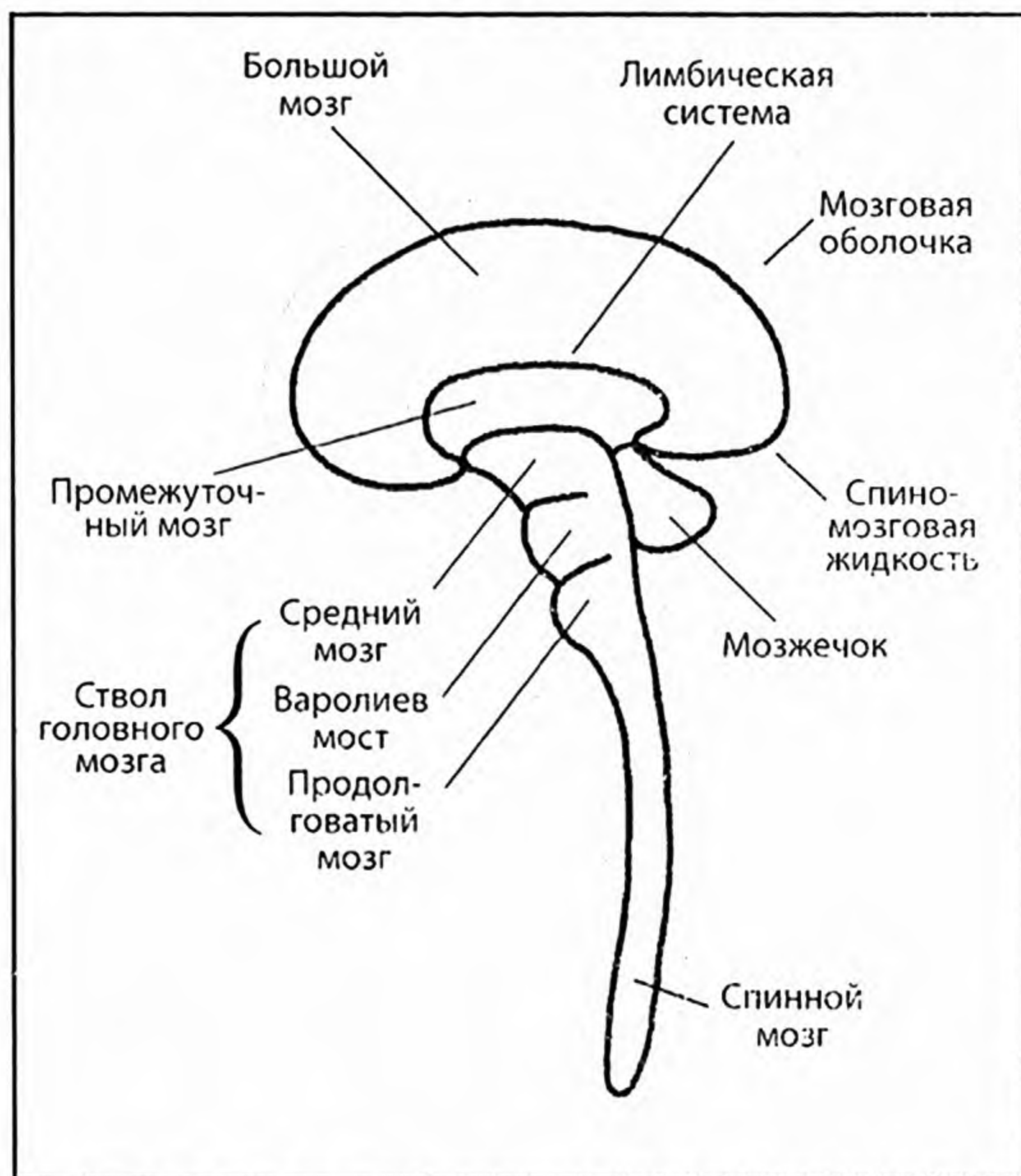


Рис. 6.1. Центральная нервная система

Если рассматривать головной мозг в разрезе, то мы увидим в нем серое и белое вещество, как показано на **рис. 6.2**. Внешний слой серого вещества по-научному называется *корой головного мозга*. Она кажется серой из-за тел нейронных ячеек, в то время как белый, внутренний слой в основном состоит из нервных волокон (аксонов). Аксоны имеют белый цвет, так как состоят в основном из жировой ткани, помогающей изолировать аксоны так, чтобы они могли быстрее передавать сигналы.

Наружный слой коры головного мозга называется *неокортекс*. Нео означает «новый», так как неокортекс – это самое недавнее приобретение мозга с точки зрения эволюции. Неокортекс составляет три четверти массы головного мозга человека.

Неокортекс отвечает за развитые когнитивные функции, в наибольшей степени отличающие человеческое мышление от мышления остальных животных. К функциям неокортекса относятся как волнения за будущий экзамен, так и процесс подготовки к нему. Овладение знаниями, навыки медсестры, оценка состояния пациентов и план ухода за ними, а также наслаждение временем, проведенным в кругу друзей – это все тоже работа неокортекса.

Заметь, что на **рис. 6.2** поверхность коры головного мозга покрыта множеством складок. Такое покрытие многократно увеличивает площадь поверхности, чтобы как можно больше неокортекса поместилось внутри черепа. Наша высокая способность к интеллекту обусловлена большим количеством складок в нашем мозгу.

Помимо неокортекса в коре головного мозга имеется палеокортекс и архикортекс. Палеокортекс и архикортекс развились намного раньше с точки зрения эволюции, и они отвечают за базовые функции, которые есть и у других животных. К ним относятся аппетит, половое влечение и ощущение боли. На **рис. 6.3** показано, как ствол головного мозга, палеокортекс/архикортекс и неокортекс располагаются в последовательности змеи–собаки–люди.

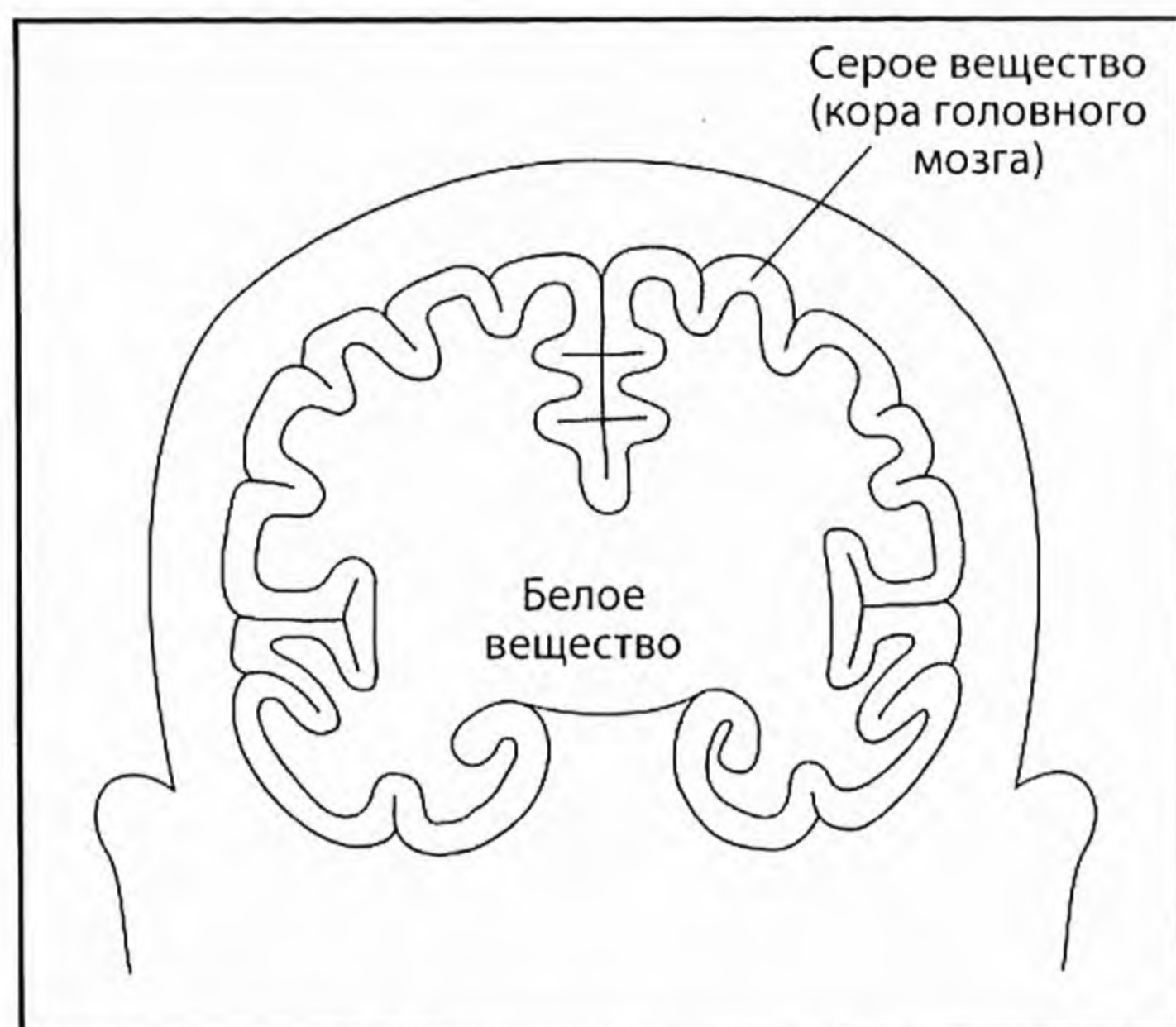


Рис. 6.2. Головной мозг в разрезе

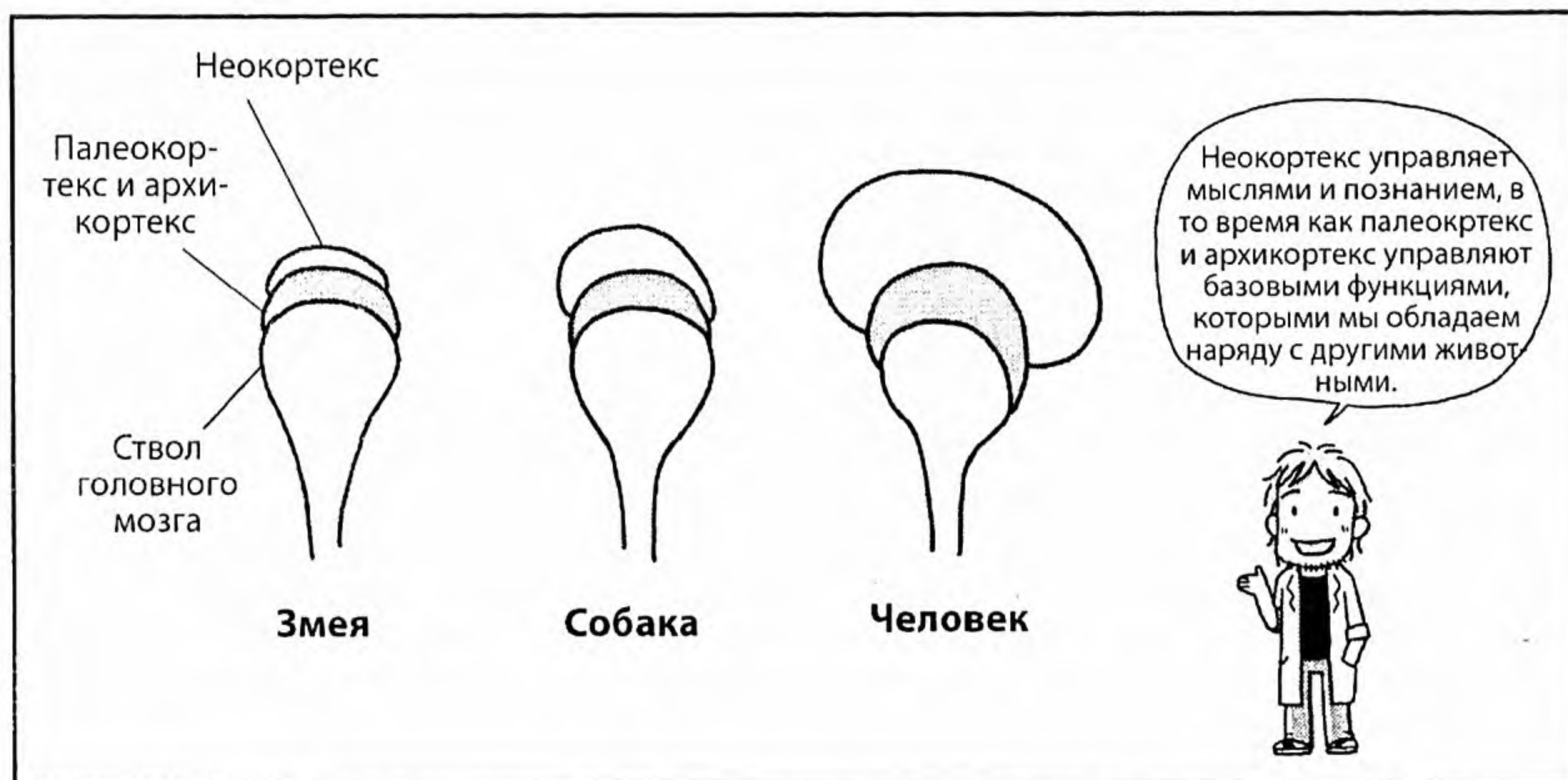


Рис. 6.3. Различие между корой головного мозга животных и человека

Вернемся к неокортексу. Различные области этой структуры отвечают за различные функции, такие как зрение, разговор, ходьба, бег и другие двигательные навыки. Эти составляющие образуют локализацию функций в коре головного мозга или функциональную специализацию. На **рис. 6.4** показаны наиболее важные области функциональной специализации. Центральная борозда – это глубокая складка, проходящая через середину мозга, грубо говоря, от уха до уха. Она разделяет лобную и теменную доли головного мозга, и двигательную и сенсорную кору головного мозга.

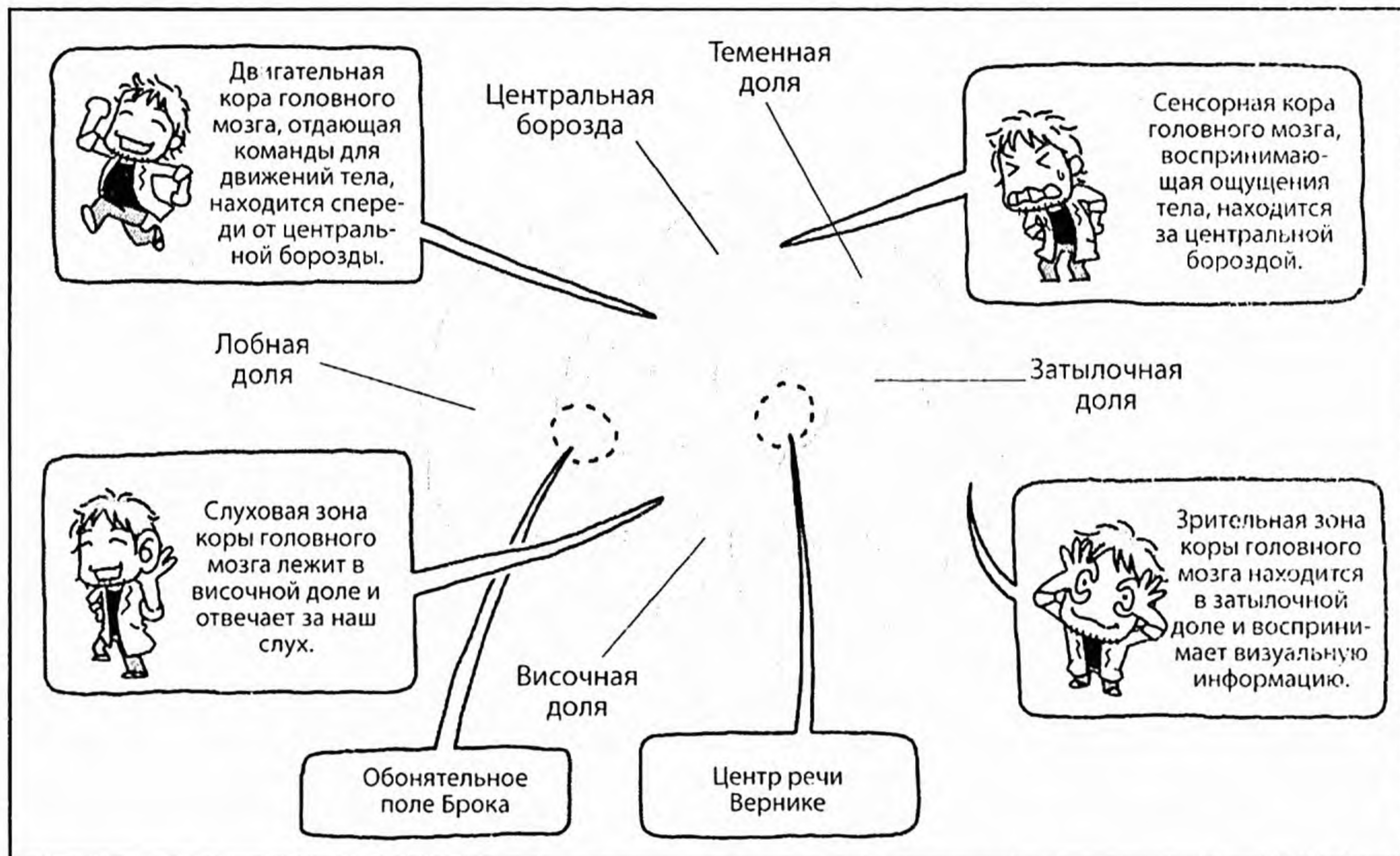


Рис. 6.4. Функциональная специализация неокортекса

Функции двигательной коры и сенсорной коры подразделяются и дальше, при том, что области, лежащие ближе к макушке, отвечают за ноги, а области, лежащие ближе к височной части мозга (с боков) отвечают за лицо и голову.



То есть, это означает, что даже, когда я просто разговариваю, разные области выполняют различные функции одновременно?



Правильно. Давай подумаем, какие области ответственны за управление речью.

К методам, которые мы используем для понимания языка, относятся чтение символов и понимание звуков в виде слов. Так как каждый из этих методов использует разные органы чувств и различные виды информации, за них отвечают отдельные участки.

Основной областью, отвечающей за понимание языка, является область Вернике. Однако, при разговоре мы вынуждены образовывать слова движениями нашего рта и языка, челюстей и т. д. Область, отвечающая за эти функции, называется областью Брока. Оба этих речевых центра находятся в левом полушарии головного мозга. Когда в результате повреждения мозга возникают проблемы с речью, симптомы разнятся в зависимости от места повреждения. Например, если повреждена область Брока, возможно, человек не сможет говорить внятно или вообще говорить, даже, если он понимает речь других людей.



Большой мозг дает команды телу двигаться. А он вообще участвует как-то в движении?



Да, движения координирует мозжечок.

Он находится ниже большого мозга и за стволом головного мозга, и сравнивает команды о движениях, отдаваемые корой головного мозга, с движениями, которые ты в реальности совершаешь, и подает сигналы для правильной отстройки движений. Когда ты многократно повторяешь движения, они лучше у тебя получаются. Это результат тонкой настройки управляемых мозжечком движений.



А что бывает, когда мозг перестает функционировать? Какова разница между вегетативным состоянием и смертью мозга?



В вегетативном состоянии определенные участки мозга все еще функционируют, а смерть мозга – это необратимое состояние, когда все функции мозга утрачены. Сюда относятся рефлексивные функции, поддерживающие в теле жизнь, поэтому, если мозг умер, то и тело тоже мертво.

Смерть случается не только потому, что человек не может есть или говорить, – главное, останавливается непроизвольное дыхание, а также сердце. Когда же человек находится в вегетативном состоянии, у него, напротив, ствол головного мозга живой, а, следовательно, дыхание может осуществляться, и сердце продолжает биться. Но такой человек находится без сознания и не может отзываться. На **рис. 6.5** показаны различия этих двух состояний на примере мозга.

Мозг очень восприимчив к кислородной недостаточности. Если дыхание останавливается, и приток кислорода прекращается, клетки мозга начинают повреждаться уже через 3–4 минуты. Вот почему так важно начать сердечно-легочную реанимацию как можно скорее, если у человека останавливается сердце, ведь оно не в состоянии снабжать мозг кровью, насыщенной кислородом.



Рис. 6.5. Различие между состоянием смерти мозга и вегетативным состоянием

Знаете ли вы, что...

Левое полушарие коры головного мозга отвечает за движения и ощущения правой стороны тела, а правое полушарие отвечает за движения и ощущения левой стороны тела.

Мозг потребляет большое количество кислорода, потому что он постоянно сжигает глюкозу, служащую ему источником энергии. Глюкоза является для мозга единственным источником энергии. Хотя, если уровень глюкозы слишком низкий, мозг может использовать молекулы, называемые кетоновыми телами, в качестве альтернативного источника энергии.

4. СПИННОЙ МОЗГ



Основная задача спинного мозга – транслировать команды от головного мозга к периферическим нервам, а также транслировать информацию от периферических нервов к головному мозгу. Однако, у него есть и другие важные функции.

Спинной мозг – это такой канат эллиптической формы толщиной примерно 1 см. Он проходит от нижнего отдела головного мозга по позвоночному столбу в поясничный (люмбарный, как говорят медики) отдел позвоночника. На начальных стадиях развития эмбриона в матке позвоночник и головной мозг начинают развитие как одна полая трубка. По мере роста этой трубки клетки в верхней части (голова) увеличиваются, и становятся корой головного мозга (**рис. 6.6**), а из всего остального получается спинной мозг.

Внутри спинного мозга нервные клетки и нервные волокна образуют узел. Помнишь, мы уже говорили (см. стр. 118), что нейроны состоят из нервных волокон (дендриты и аксоны) и тел ячейки. Как и головной мозг, спинной мозг делится на белое вещество (в основном это нервные волокна) и серое вещество, которое в основном состоит из тел ячеек. Но в спинном мозге все наоборот – белое вещество образует внешний слой, а серое вещество – это центр спинного мозга.

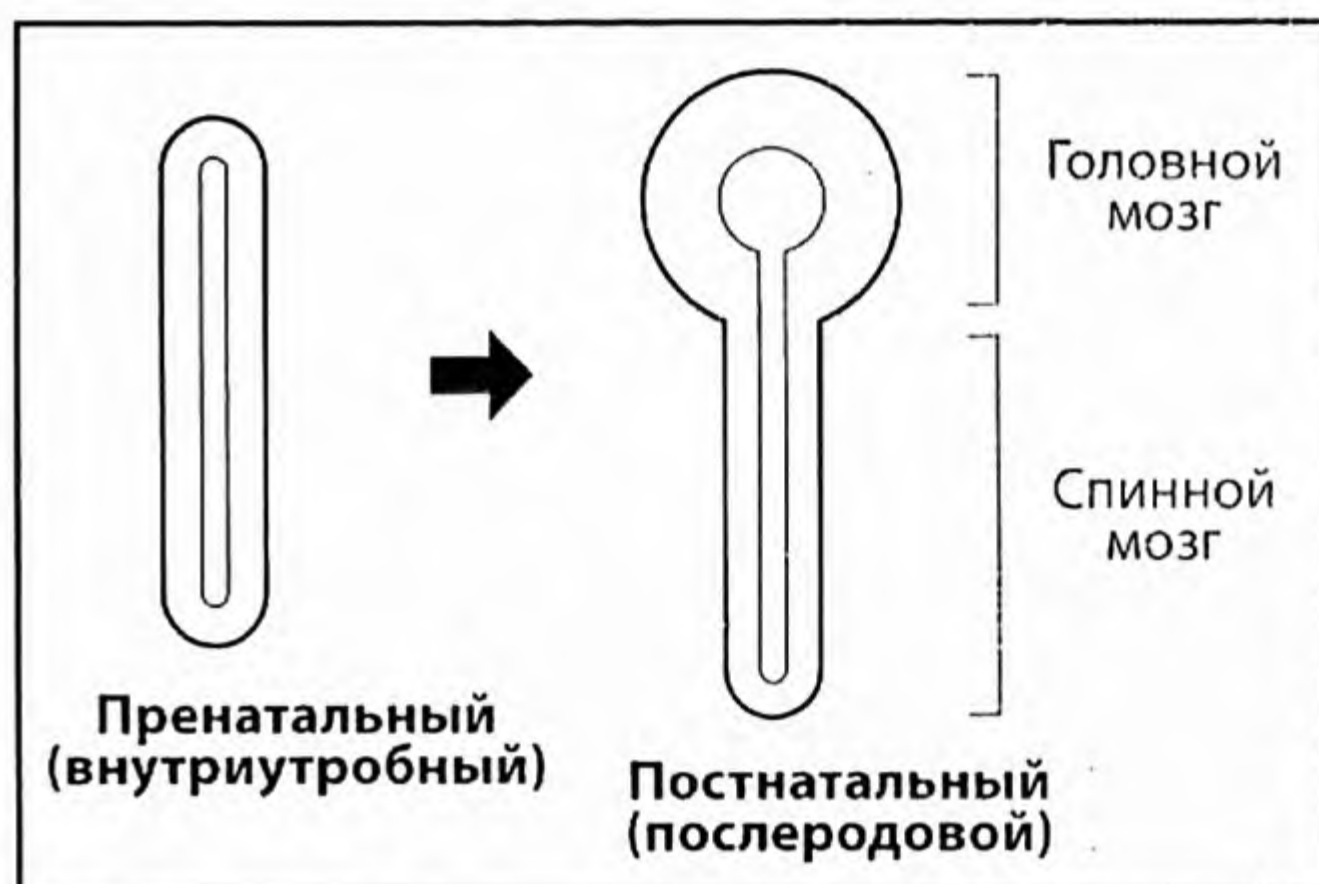


Рис. 6.6. Развитие головного и спинного мозга от пренатального до постнатального периода



В спинном мозге пути прохождения входящей и исходящей информации разделены, поэтому чувствительные импульсы, и команды, приходящие от головного мозга, не мешают друг другу (см. рисунок на стр.130).



А как конкретно спинной мозг передает команды и информацию между головным мозгом и периферическими нервами?



Я объясню это с помощью рис. 6.7.

Нисходящие нервные волокна доставляют команды от головного мозга к нервным клеткам серого вещества спинного мозга в его передней части (называется *вентральный корешок* или *передний корешок*). Спинномозговые нервы, идущие от переднего корешка, доносят команды к периферийным частям тела. Тем временем нервные волокна, получающие чувствительные импульсы от периферийных частей тела, входят в заднюю часть спинного мозга (*задний корешок* или *корешок спинномозгового нерва*), и доставляют информацию в нервные клетки серого вещества в задней части. Затем эти нервные волокна доставляют информацию в головной мозг. Все эти сигналы передаются по нервным волокнам разного типа в виде потенциалов действия, представляющих собой электроимпульсы. Мы также можем называть этот процесс распространения сигналов *возбуждением потенциала действия*.

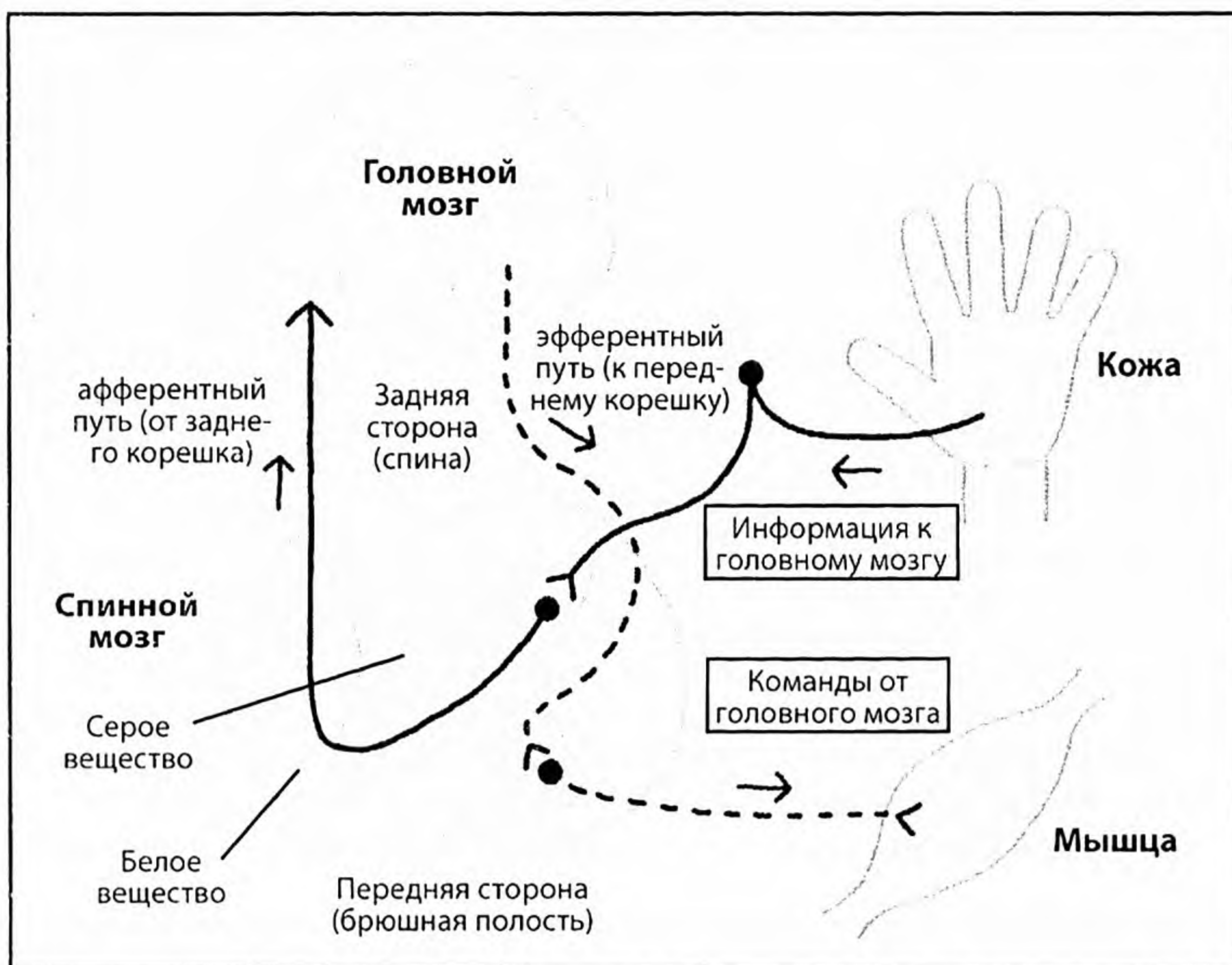


Рис. 6.7. Пути прохождения импульсов от спинного мозга и к спинному мозгу

Нервы в белом веществе спинного мозга разделяются по их функциональному назначению. *Эфферентные* пути передают команды от головного мозга, а *афферентные* пути передают чувствительные импульсы в мозг. Эти нервные волокна называются *проводящими путями*.

Большинство проводящих путей совершают, как говорят медики, *перекрест* или *переходят* с одной на другую сторону (например, с правой стороны на левую). Именно поэтому левое полушарие коры головного мозга отвечает за правую сторону тела, а правое полушарие – за левую сторону тела.



Какой путь проходит сигнал во время спинального рефлекса, например, того, что заставил меня отдернуть руку в тот момент, когда я дотронулась до горячей чашки?



Ах, да. В этом случае сигнал «срезает» путь.

Импульс, сигнализирующий «Горячо!», был послан в твой спинной мозг. Так как это *афферентный* путь, импульс вошел через заднюю часть спинного мозга. Обычно импульс продолжает движение по афферентному пути до очередной нервной клетки, которая передает информацию в головной мозг. Но вместо этого импульс «срезал» путь через спинной мозг (**рис. 6.8**), и информация была передана сразу к нервным клеткам *эфферентного* пути в передней части спинного мозга. Благодаря этому мышцы предплечья сократились, отдернув твою руку, даже до того, как ты поняла, что произошло.

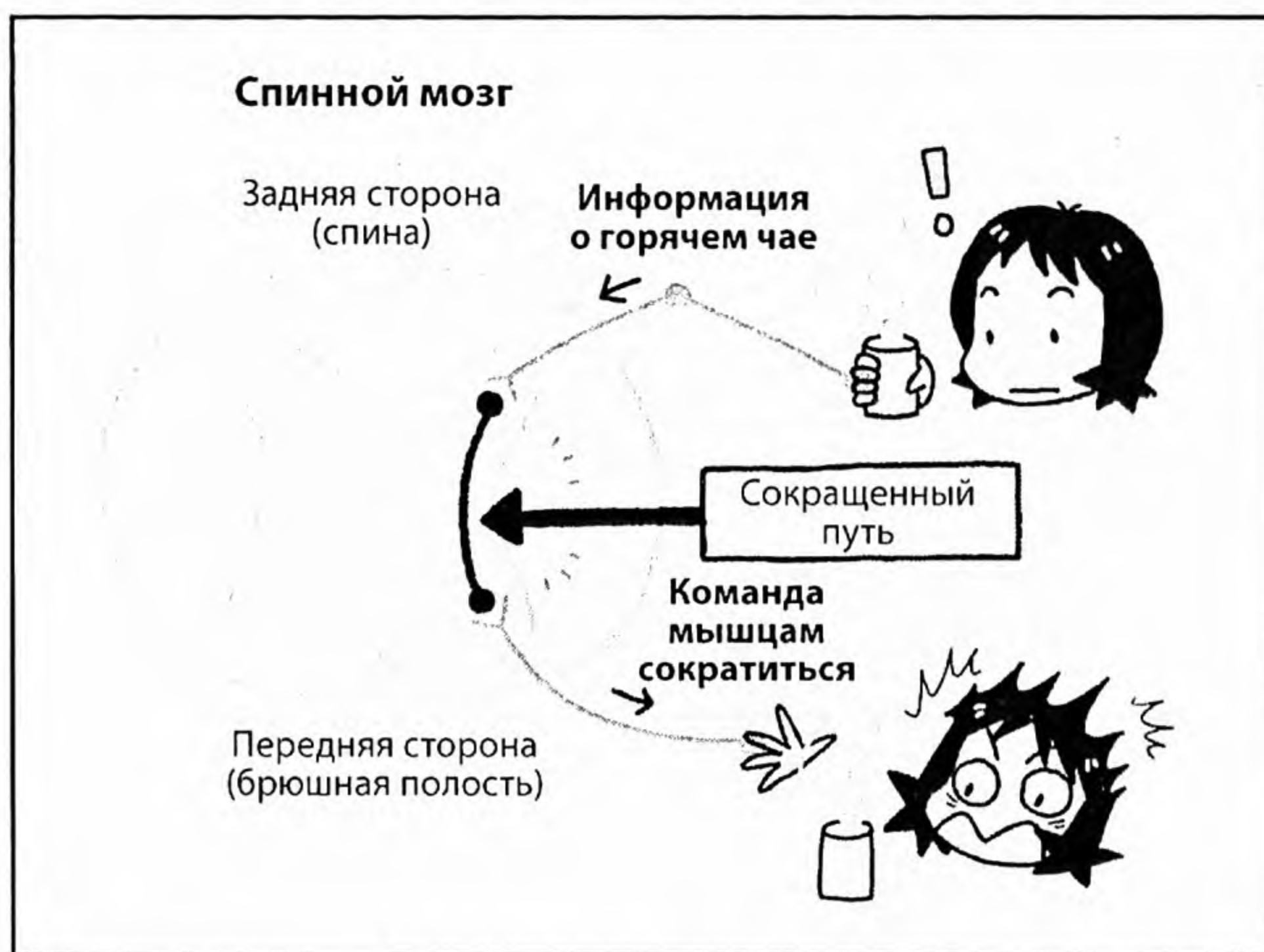


Рис. 6.8. Сокращенный путь спинномозговой реакции на раздражитель

Знаете ли вы, что...

После рождения длина спинного мозга, также, как длина позвоночного столба, увеличивается. Однако из-за того, что рост костей опережает рост спинного мозга, во взрослом возрасте зона спинномозгового канала ниже поясничных позвонков содержит только спинномозговую жидкость.



Головной мозг и спинной мозг образуют центральную нервную систему, а нервы, соединяющие центральные нервы с периферическими частями тела образуют периферическую нервную систему. Ранее я рассказывал, что периферические нервы классифицируются на двигательные нервы, передающие команды о движении от мозга, чувствительные нервы, передающие чувствительную информацию в мозг от периферических частей тела, и вегетативные нервы, управляющие работой внутренних органов.

Однако эти нервы можно также подразделять анатомически на *черепные нервы*, исходящие из головного мозга, и на *спинномозговые нервы*, исходящие из спинного мозга (см. рис. 6.9). И те и другие, а также ассоциативные нервы (переносящие импульсы между двигательными и чувствительными нервами) образуют *соматическую нервную систему*.

Существует 12 пар *черепных нервов*, каждая из которых имеет свое название и номер. Большинство наших черепных нервов либо двигательные, то есть передающие команды о движении нашему лицу, языку, глазным яблокам и так далее, либо чувствительные, то есть передающие пять видов ощущений, идущих от головы и кожи. А вот *блуждающий нерв* отличается от всех. Он разветвляется книзу от шеи и регулирует работу внутренних органов грудной клетки и брюшной полости. Блуждающий нерв работает в основном как вегетативный нерв.

Спинномозговых нервов насчитывается 31 пара. Они проходят от спинного мозга через отверстия между позвонками. К этой группе относятся нервы, несущие двигательные, чувствительные и вегетативные сигналы.

Все вместе черепные и спинномозговые нервы отвечают за движения и ощущения каждого миллиметра нашего тела. Дотроньтесь до себя в любой точке, от кончиков пальцев до макушки, и вы не найдете участка, где совсем нет ощущений. Удивительно, не правда ли? А теперь вспомните, как легко спутываются между собой провода от телевизора, DVD проигрывателя и телевизионной приставки. В то же время наши нервы проходят по всему телу, даже не перекрещиваясь по дороге и обмениваясь огромным объемом разного рода информации между центральной и периферической нервной системой.



Рис. 6.9. Черепные и спинномозговые нервы

Знаете ли вы, что...

Когда спинномозговые нервы выходят из спинного мозга, они разветвляются или сплетаются со спинномозговыми нервами выше и ниже них, и создают таким образом сетчатую структуру, называемую нервным сплетением.

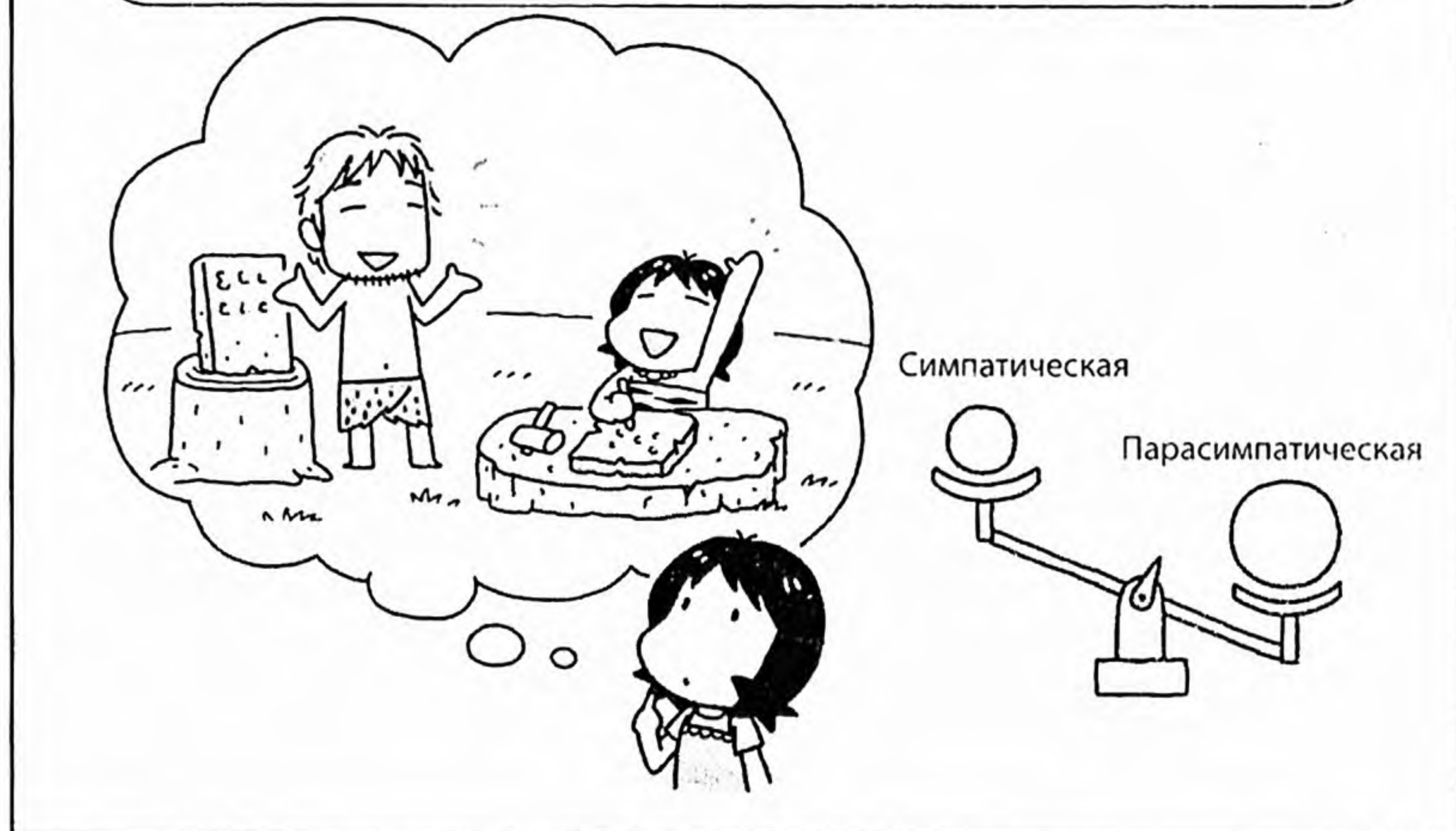
6. ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА



Слово *автономная* означает *непроизвольная* или *автоматическая*. Многие функции организма контролируются автономной или вегетативной нервной системой без нашего осознанного участия. Вегетативная нервная система состоит из двух основных частей, – это *симпатическая нервная система* (СНС), которая имеет дело с возбуждением и ответным действием, и *парасимпатическая нервная система* (ПНС), отвечающая за расслабление и спокойствие.

Реакция разных частей вегетативной нервной системы зависит от ситуации. Представь себе стадо травоядных животных, жующих траву в саванне. Они расслаблены и рядом нет хищников, которых надо бояться. В таком расслабленном состоянии (говорят «ешь и спи») в основном работает парасимпатическая нервная система (см. рисунок). Из парасимпатических нервов высвобождается нейротрансмиттер ацетилхолин.

ПРИ РАССЛАБЛЕНИИ, В ОСНОВНОМ РАБОТАЕТ ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА



Затем в поле зрения появляется хищник. Травоядные начинают резко нервничать, и либо убегают, либо вступают в схватку, защищая себя. В таком возбужденном состоянии (еще его называют «бей или беги»), в основном работает симпатическая нервная система (см. рисунок ниже). Когда возбуждены симпатические нервы, в мозговом веществе надпочечников вырабатывается *норэпинефрин* и *эпинефрин* (адреналин), таким образом поддерживая возбужденное состояние организма.

ПРИ ИСПУГЕ ИЛИ ВОЗБУЖДЕНИИ, ВКЛЮЧАЕТСЯ СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА



Когда симпатическая нервная система начинает доминировать, сердце начинает стучать, а давление крови растет.



Все верно. Травоядное животное, которое полагает, что сейчас на него нападет хищник, должно собрать все силы, чтобы убежать или защитить себя.

Когда это происходит, частота сердцебиения и кровяное давление возрастают. Трахея расширяется, чтобы можно было вобрать в себя много кислорода, происходит расщепление гликогена, хранящегося в печени, и в кровь попадает большое количество глюкозы. В такое время ты обычно не ешь и не ходишь в туалет. Приток крови к органам пищеварения уменьшается, а выработка пищеварительных соков и движение по пищеварительному тракту затормаживаются.

ЕСЛИ СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА АКТИВНА ДОЛГОЕ ВРЕМЯ, НАСТУПАЕТ ИСТОЩЕНИЕ





И хотя на меня вряд ли нападут хищники, я все равно чувствую угрозу из-за предстоящего экзамена. Я нервничаю!



Правильно. Хотя хищники редко нападают на людей, те все равно похожим образом реагируют на нежелательные или угрожающие жизни события.

К тому же, если стресс продолжается длительное время, тело и разум человека становятся изнуренными (см. рисунок на стр.135).

Очень важно, чтобы работа парасимпатической и симпатической нервной системы работали слаженно, как это показано на рисунке ниже. Вегетативные нервы рассредоточены среди внутренних органов, таких как сердце и печень, желез внутренней секреции, таких как поджелудочная железа и надпочечники, а также трахеи и бронхиол, пищеварительной системы, мочевого пузыря и артерий, расходящихся по всему телу. В большинстве случаев симпатические и парасимпатические нервы распределены так, чтобы оказывать противоположные и дополняющие друг друга эффекты на все перечисленные системы.



Что-то не так?



Нет, вовсе нет!

Знаете ли вы, что...

Третья составляющая вегетативной нервной системы называется **энтеральной нервной системой**. Она помогает координировать работу желудочно-кишечного тракта. Ее часто называют "вторым мозгом", потому что в нее входят около 100 миллионов нейронов, больше чем в спинном мозге или периферической нервной системе.

Энтеральная нервная система использует более 30 нейротрансмиттеров. Обнаружено, что в кишечнике находится более 90% всего выработанного гормона серотонина.



СЕНСОРНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

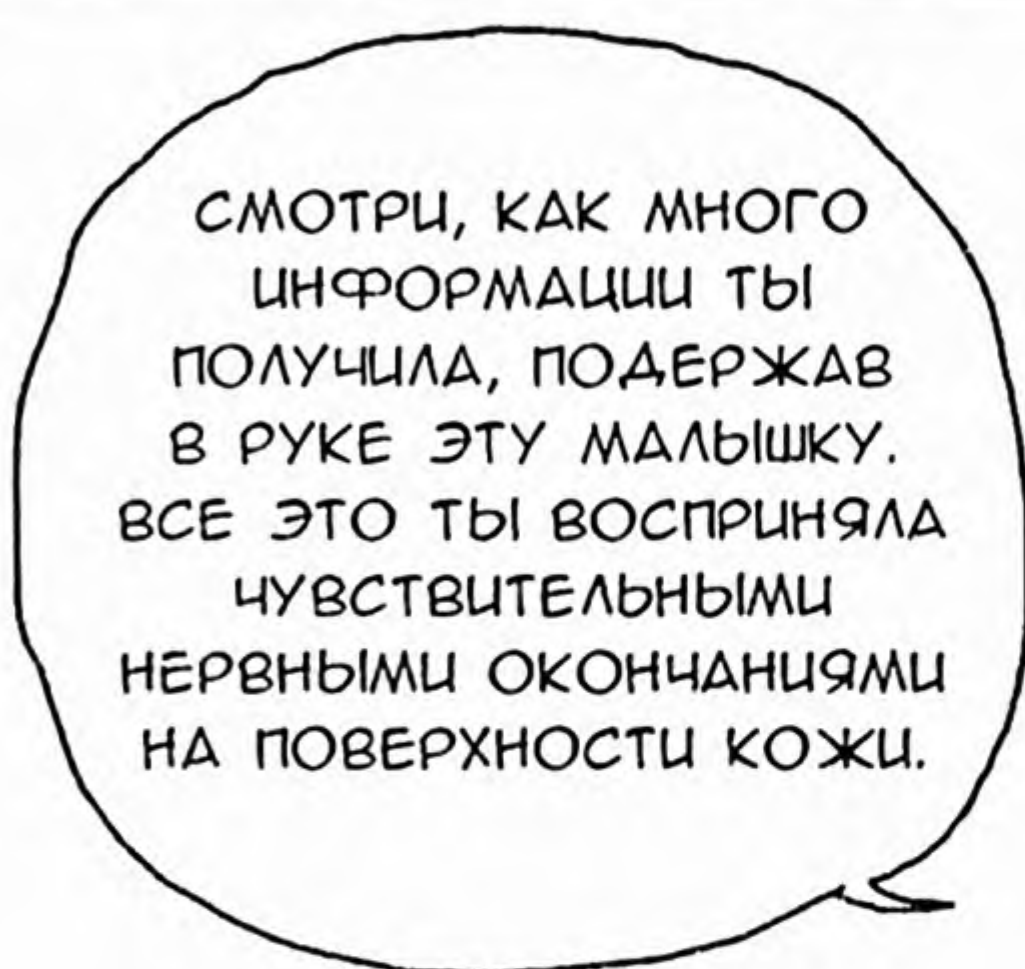
БОЛЬ И ДРУГИЕ ОЩУЩЕНИЯ,
А ТАКЖЕ НАШИ СПЕЦИАЛЬНЫЕ
ОРГАНЫ ЧУВСТВ

РАЗНОВИДНОСТИ ОЩУЩЕНИЙ









К ПОВЕРХНОСТНЫМ
ОЩУЩЕНИЯМ ОТНОСЯТСЯ
ПРИКОСНОВЕНИЕ,
НАДАВЛИВАНИЕ, ТЕПЛО,
ХОЛОД И БОЛЬ.

РЕЦЕПТОРЫ, РАСПО-
ЛОЖЕННЫЕ НА КОНЦЕ
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НЕРВОВ
НА КОЖЕ ВОСПРИНИМАЮТ
ЭТИ ОЩУЩЕНИЯ И ПЕРЕ-
ДАЮТ ИНФОРМАЦИЮ О
НИХ В МОЗГ.

Боль

Прикосновение

Надавливание

Тепло

Холод

А ОТКУДА Я ЗНАЮ,
ЧТО ЧУВСТВУЮ
ЧТО-ТО ГРУБОЕ ИЛИ
МЯГКОЕ?

ЕСТЬ ЧЕТЫРЕ ВИДА РЕ-
ЦЕПТОРОВ ДЛЯ КАСАНИЯ,
И КАЖДЫЙ ИЗ НИХ СО-
ОБЩАЕТ МОЗГУ СВОЕ.

МОЗГ СКЛАДЫВАЕТ ВСЕ
ЭТО ВМЕСТЕ, ЧТОБЫ
ПОНЯТЬ, КАКАЯ ПОВЕРХ-
НОСТЬ НА ОЩУПЬ.

НО
ПРОФЕССОР...

...А КАК ЖЕ, КОГДА
МЫ ЧУВСТВУЕМ ЧЕЙ-
ТО ВЕС. ЭТО СОВСЕМ
НЕ ТО, ЧТО БОЛЬ ИЛИ
ТЕМПЕРАТУРА.

МОЛОДЕЦ, ЧТО
ЗАМЕТИЛА И
ТАКОЕ.

КОГДА ЧТО-ТО
ТЯЖЕЛОЕ ИЛИ
ЛЕГКОЕ, ЭТО ЖЕ
ДРУГОЙ ВИД
ОЩУЩЕНИЙ.

М?

ЗАКРОЙ ГЛАЗА
НА СЕКУНДОЧКУ.

СНОВА Я БУДУ
ВАШИМ ПОД-
ОПЫТНЫМ КРО-
ЛИКОМ?

АА-А!

НУ...

ПОХОЖЕ, ВЫ
ПЫТАЕТЕСЬ ВЗЯТЬ
МОЕ ЯБЛОКО
В ГЛАЗУРИ...

Я ЕГО НЕ
ЗАБИРАЮ.

НО ТЫ МОЖЕШЬ
РАЗЛИЧИТЬ, ЧТО
Я ПОДНЯЛ ТВОЮ
РУКУ, ТАК?

А?
НУ, КОНЕЧНО,
МОГУ. ЭТО ЖЕ
МОЯ РУКА.

ЧТО СЕЙЧАС
ПРОИСХОДИТ?

А ЧТО ПРОИСХОДИТ,
КОГДА ТЫ ВОСПРИ-
НИМАЕШЬ ПОЛОЖЕ-
НИЕ СВОЕЙ РУКИ?

А?

НАВЕРНОЕ,
ЭТО ОТДЕЛЬ-
НЫЙ ВИД ОЩУ-
ЩЕНИЯ - КАК Я
ВОСПРИНИМАЮ
ПОЛОЖЕНИЕ
СВОЕГО ТЕЛА?

ПРАВИЛЬНО!

Я ПРЕКРАСНО
ПОНИМАЮ, ЧТО
ПРОИСХОДИТ С
МОИМИ СОБЕСТ-
ВЕННЫМИ РУКАМИ
И НОГАМИ В ЭТОЙ
ПОЗЕ, НЕ ГЛЯДЯ
НА НИХ.

Проприорецепция
(Ощущение
положения тела)



ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ
ПРОПРИОРЕЦЕПЦИЯ
(ОЩУЩЕНИЕ ПОЛО-
ЖЕНИЯ ТЕЛА)

И ЕСЛИ Я ДВИ-
ГАЮСЬ В ТАКОЙ
МАНЕРЕ, Я ВОС-
ПРИНИМАЮ ТИП
ДВИЖЕНИЯ, КОТО-
РОЕ СОВЕРШАЕТ
МОЕ ТЕЛО.

Кинестезия
(Мышечное чувство)



ЭТО ЧАСТЬ
ПРОПРИОРЕЦЕПЦИИ,
НАЗЫВАЕМАЯ
КИНЕСТЕЗИЯ.

ЭТИ
ОЩУЩЕНИЯ ЗАВИ-
СЯТ ОТ РЕЦЕПТОРОВ
В НАШИХ МЫШЦАХ И
СУСТАВАХ В ПРОТИВО-
ВЕС РЕЦЕПТОРАМ НА
НАШЕЙ КОЖЕ.

В РЕЗУЛЬТАТЕ
ЭТИ ОЩУЩЕНИЯ
ЧАСТО НАЗЫВА-
ЮТ ГЛУБИННЫМИ
ОЩУЩЕНИЯМИ.

**Положение
или движение**



Вибрация

ЕЩЕ ОДИН ВИД
ГЛУБИННЫХ ОЩУЩЕНИЙ -
ЭТО ВИБРАЦИЯ. НАШИ МЫШЦЫ
ИСПОЛЬЗУЮТ ЭТО ОЩУЩЕНИЕ,
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОТКЛИКА
ТЕЛА НА ТОЛЧКИ И УДЕРЖА-
НИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО
ПОЛОЖЕНИЯ.

**Глубинное
ощущение**



ТО ЕСТЬ, МЫ
ГОВОРИМ О ДВУХ
ВИДАХ ОЩУЩЕНИЙ.

Поверхностное
ощущение

Глубинное
ощущение

ПРАВИЛЬНО!

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ,
О КОТОРЫХ МЫ ГОВОРИЛИ
ЧУТЬ РАНЬШЕ, И ГЛУБИННЫЕ
ОЩУЩЕНИЯ ОБЪЕДИНЕНЫ
ПОД НАЗВАНИЕМ СОМА-
ТИЧЕСКИЕ ОЩУЩЕНИЯ.

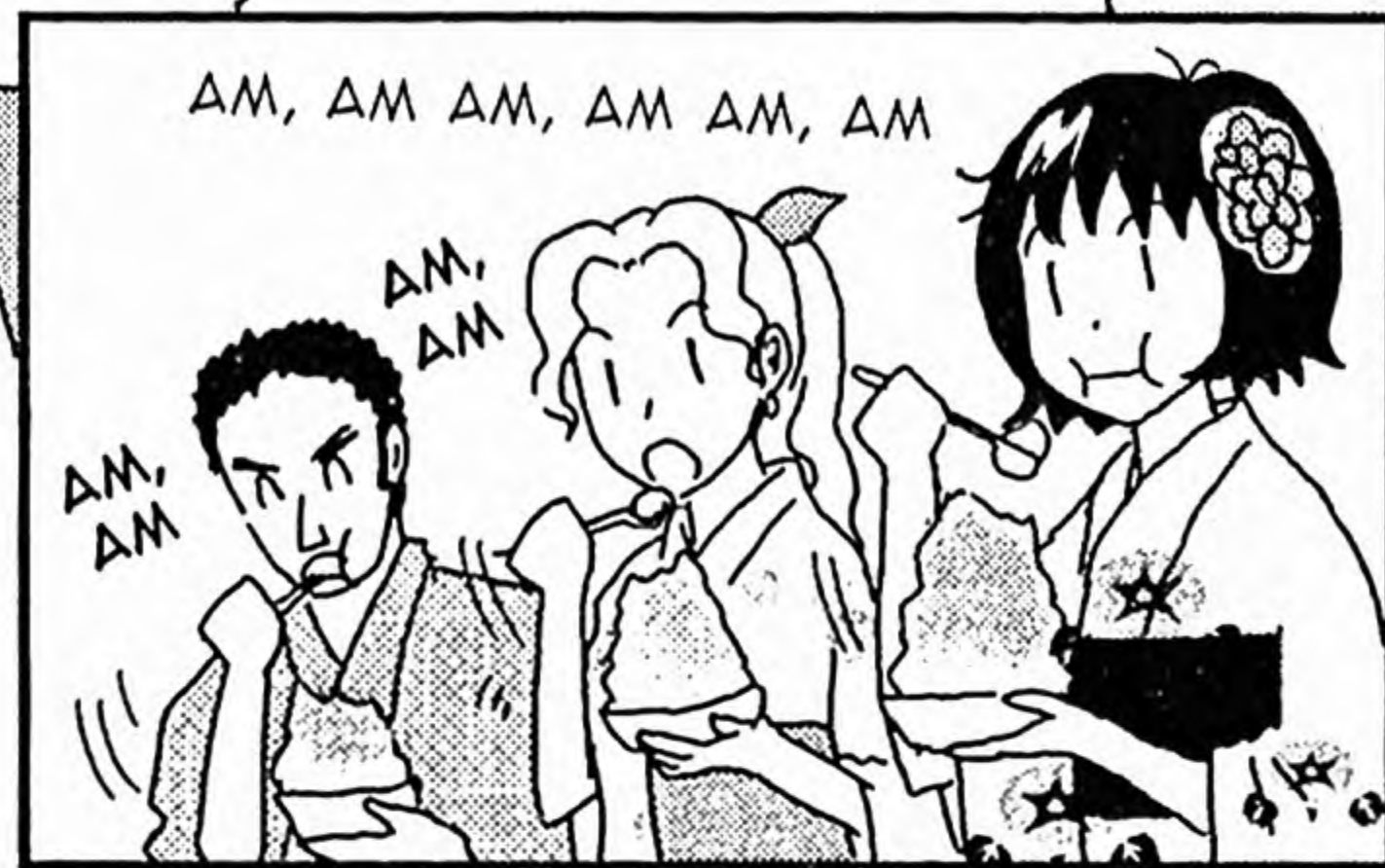
Я ВИЖУ.

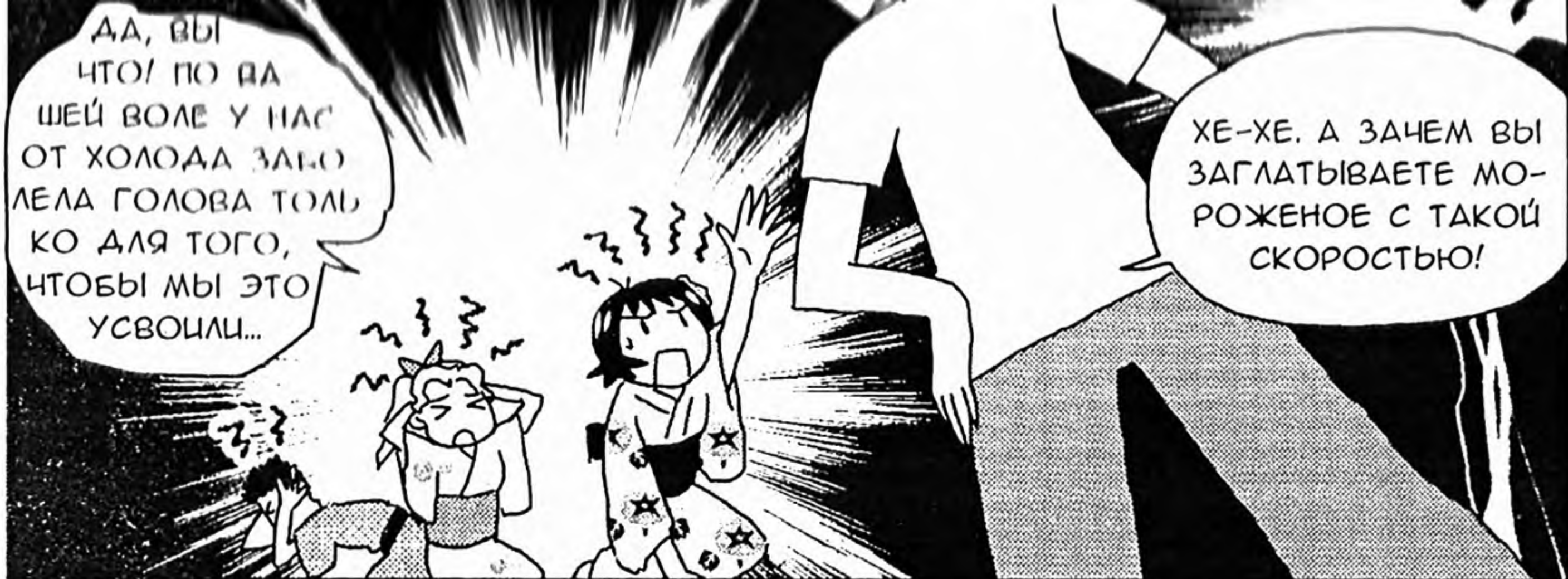
**Сомати-
ческие
ощуще-
ния**

Поверхностные
ощущения

Глубинные
ощущения

ХОРОШО.
ДУМАЮ, ТЫ
РАЗОБРАЛАСЬ
С ЭТИМ.





ХЕ-ХЕ. А ЗАЧЕМ ВЫ ЗАГЛАТЫВАЕТЕ МОРОЖЕНОЕ С ТАКОЙ СКОРОСТЬЮ!

ЧУВСТВО ГОЛОДА, СЫТОСТИ, ТОШНОТА, НЕОБХОДИМОСТЬ ПОМОЧЬСЯ ИЛИ СХОДИТЬ ПО-БОЛЬШОМУ - ВСЕ ЭТО ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ.

ЕСЛИ НУЖНО НА ЧТО-ТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ, НАША НЕРВНАЯ СИСТЕМА МОЖЕТ ЗАПУСТИТЬ ВИСЦЕРАЛЬНОЕ ОЩУЩЕНИЕ, ЧТОБЫ МЫ ПОЧУВСТВОВАЛИ НЕОБХОДИМОСТЬ ЧТО-ТО СДЕЛАТЬ.



НАПРИМЕР, ЕСЛИ НЕРВНАЯ СИСТЕМА ЗАМЕЧАЕТ НИЗКИЙ УРОВЕНЬ КИСЛОРОДА, У НАС ВОЗНИКАЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ СДЕЛАТЬ ГЛУБОКИЙ ВДОХ, ЧТОБЫ ВОСПОЛНИТЬ ЕГО НЕДОСТАТОК.



ФУХ, НАКОНЕЦ-ТО ПРЕКРАТИЛАСЬ.



ВМЕСТО НЕЕ У ТЕБЯ ВОЗНИКАЕТ ГОЛОВНАЯ БОЛЬ ИЗ-ЗА ТОГО, ЧТО НЕРВЫ, ВОСПРИНИМАЮЩИЕ ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ, ТАКИЕ КАК БОЛЬ, ХУЖЕ ОРГАНИЗОВАНЫ. ПОЭТОМУ ТВОЙ МОЗГ НЕ ЗНАЕТ НАВЕРНЯКА, ОТКУДА ИДУТ СИГНАЛЫ. И КОГДА ВО РТУ СТАНОВИТСЯ УЖАСНО ХОЛОДНО, ЭТО ОЩУЩЕНИЕ НЕВЕРНО ИНТЕРПРЕТИРУЕТСЯ, КАК БОЛЬ В ВИСОЧНОЙ ОБЛАСТИ. ЭТО ПОДОБНО СОЕДИНЕНИЮ ДВУХ ТЕЛЕФОННЫХ ПРОВОДОВ.



ЭТО СОСТОЯНИЕ НАЗЫВАЕТСЯ РЕПЕРКУССИОННОЙ БОЛЬЮ*.

* Реперкуссионная боль – боль воспринимаемая в месте, отличном от того места, где она возникает (в частности называется *отраженной болью*).

2. БОЛЕВОЙ ПОРОГ И СЕНСОРНАЯ АДАПТАЦИЯ



ПРОФЕССОР,
МНЕ КАЖЕТСЯ,
ВЫ ПОЛУЧИЛИ
УДОВОЛЬСТВИЕ
ОТ ТОГО, КАК У
НАС ЗАМОРОЗИ-
ЛО МОЗГИ.



НУ, ЧТО
ПОДЕЛАТЬ...



...ЭТО ЧАСТЬ
УЧЕБНОГО
ПРОЦЕССА.



ПО КРАЙНЕЙ
МЕРЕ, ТЕПЕРЬ
БУДЕТ ЛЕГЧЕ
ЗАПОМНИТЬ.



В ЧЕМ ДЕЛО? ВСЕ
ЕЩЕ ГОЛОВА БО-
ЛИТ?

Ой!



ТЕБЕ, ПОХОЖЕ,
НАТИРАЕТ ПЕРЕ-
МЫЧКА НА ТВОЕЙ
ГЕТА*.

Ой!

БОЛЬНО?

* Гета – японские дере-
вянные сандалии.



ДА НЕТ, ВСЕ
НОРМАЛЬНО.

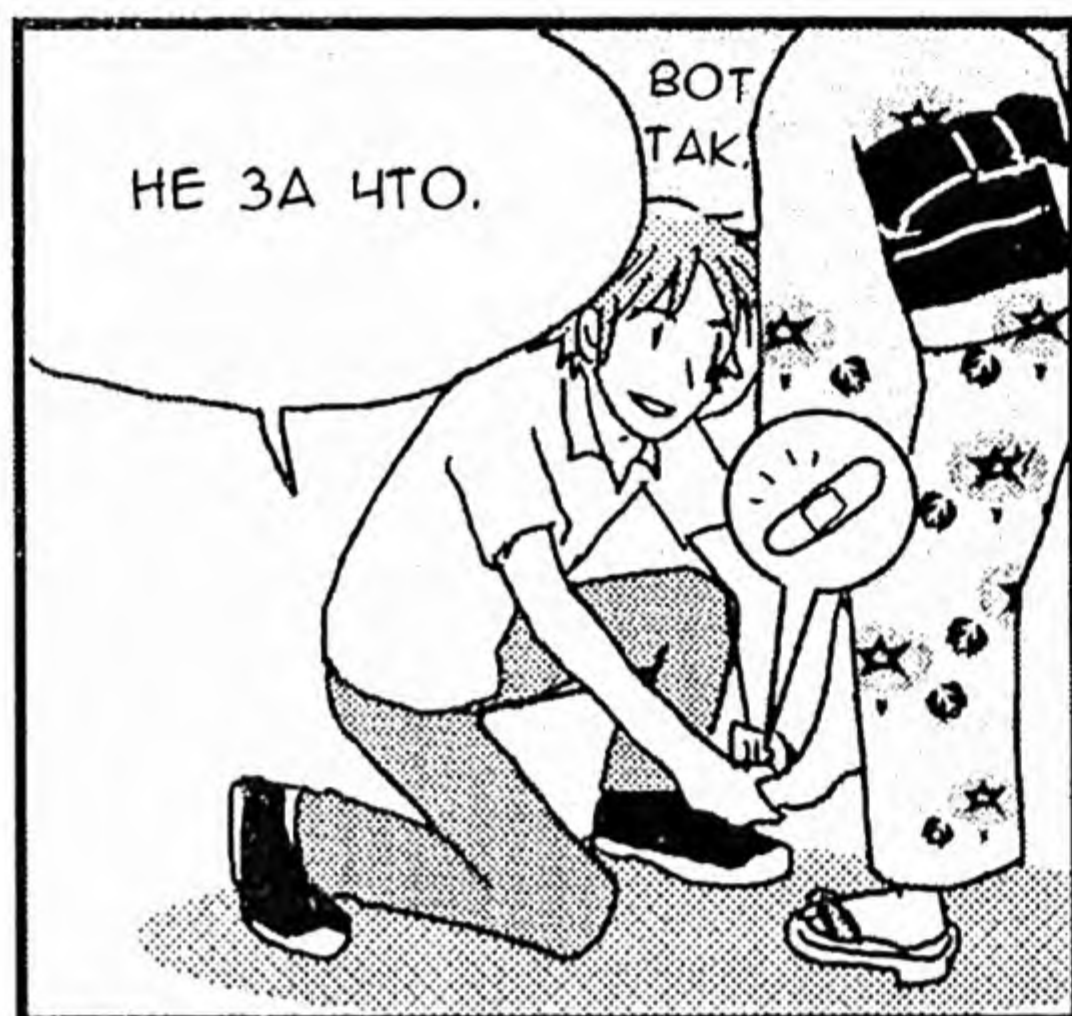


НЕ ГЛУПЦ,
ДАЖЕ
ПОСМОТРУ.

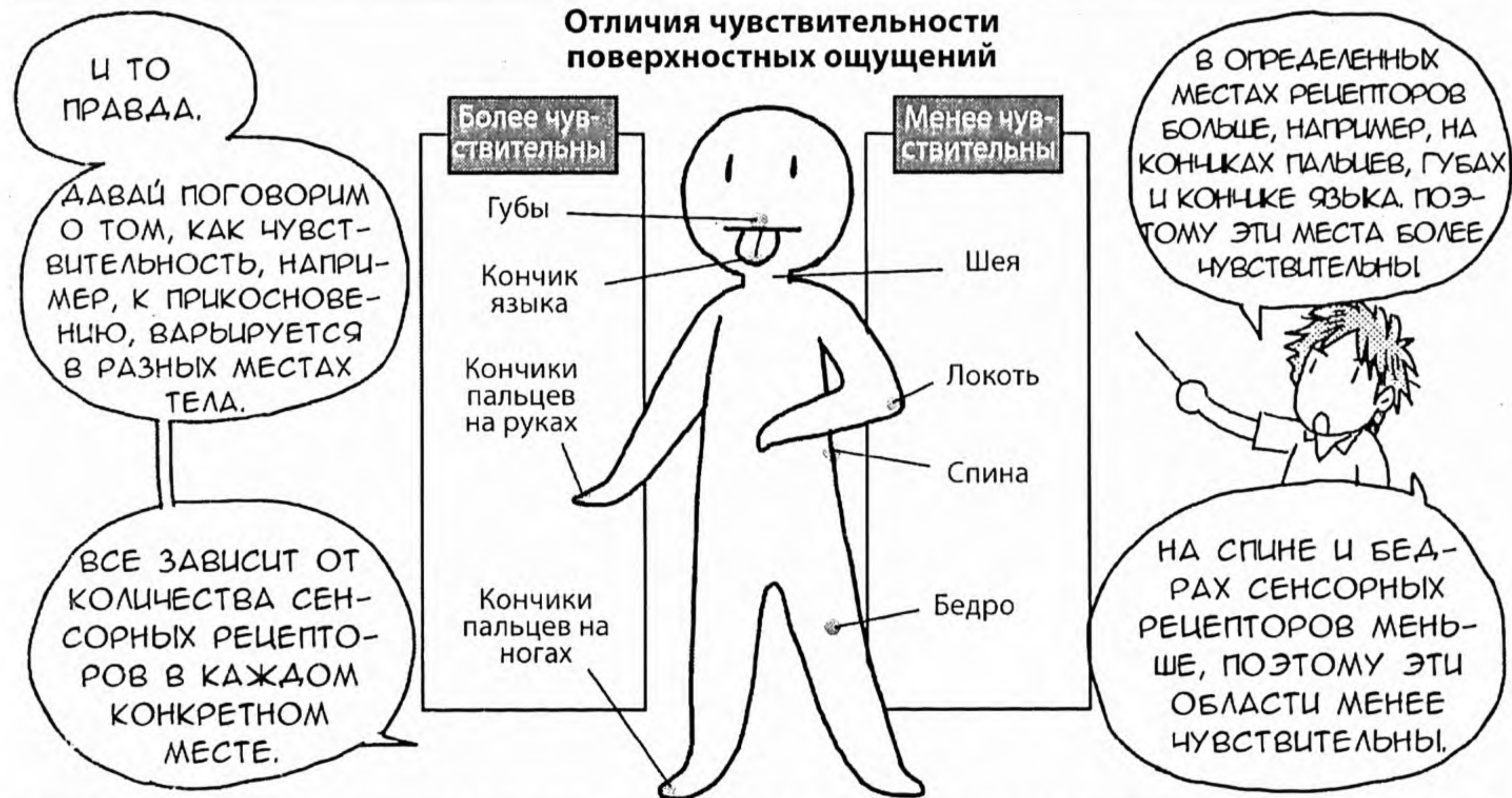
ЕСЛИ ТАК БУДЕТ
ПРОДОЛЖАТЬСЯ,
ЭТО ПОМЕШАЕТ
ТЕБЕ НА МАРА-
ФОНЕ.



РАЗРЕШИ-КА.



Отличия чувствительности поверхностных ощущений



ОДНИ ОБЛАСТИ ТЕЛА БОЛЕЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫ, ЧЕМ ДРУГИЕ. ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ОЩУЩЕНИЯ ИМЕЮТ БОЛЕЕ ВЫСОКИЙ ПРИОРИТЕТ, НАПРИМЕР, БОЛЬ ОТ РЕЦЕПТОРОВ, ВОСПРИНИМАЮЩИХ ПРИКОСНОВЕНИЕ БОЛЬШЕ, ЧЕМ ОТ РЕЦЕПТОРОВ ОБЫЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, НАПРИМЕР ТЕПЛЫЙ-ПРОХЛАДНЫЙ.



Рецептор боли

Рецептор давления

Рецептор холода

Рецептор тепла

Распределение болевых рецепторов

В ОРГАНИЗМЕ СУЩЕСТВУЕТ НЕМАЛО СПОСОБОВ ПОВЫСИТЬ ПРИОРИТЕТ БОЛИ НАД ОСТАЛЬНЫМИ ОЩУЩЕНИЯМИ. НАПРИМЕР, ТРАВМА МОЖЕТ СПРОВОЦИРОВАТЬ ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, УСИЛИВАЮЩИХ ВОСПРИЯТИЕ БОЛИ В ПРИЛЕГАЮЩИХ ТКАНЯХ. ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ ГИПЕРАЛГЕЗИЕЙ.

Распределение тепловых рецепторов

ДРУГИМИ СЛОВАМИ, ГИПЕРАЛГЕЗИЯ ПОНИЖАЕТ БОЛЕВОЙ ПОРОГ. МИНИМАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ РАЗДРАЖЕНИЯ, ВЫЗЫВАЮЩИЙ ВОСПРИЯТИЕ ТАКИХ ОЩУЩЕНИЙ, КАК БОЛЬ ИЛИ ХОЛОД, НАЗЫВАЕТСЯ ПОРОГОВОЙ ВЕЛИЧИНОЙ.

Пороговая величина	Низкая	Ощущается даже при слабом раздражителе (чувствительный порог)
	Высокая	Ощущается только при сильном раздражителе (нечувствительный порог)

НИЗКАЯ ПОРОГОВАЯ ВЕЛИЧИНА ОЗНАЧАЕТ, ЧТО ОЩУЩЕНИЕ ВОЗНИКАЕТ ДАЖЕ ПРИ СЛАБОМ РАЗДРАЖИТЕЛЕ.

А ВЫСОКАЯ ПОРОГОВАЯ ВЕЛИЧИНА ОЗНАЧАЕТ, ЧТО ОЩУЩЕНИЕ НЕ МОЖЕТ ВОЗНИКНУТЬ ДО ТЕХ ПОР, ПОКА РАЗДРАЖИТЕЛЬ НЕ СТАНЕТ ЗНАЧИТЕЛЬНЫМ.

Сильный ↑

↓ Слабый

ПРЕДСТАВЬ, ЧТО К ТЕБЕ СНАЧАЛА ПРИМЕНИЛИ РАЗДРАЖИТЕЛЬ В ВИДЕ СЛАБОГО ТОЛКА. ЗАТЕМ С КАЖДЫМ РАЗОМ ТЕБЯ ТОЛКАЮТ ВСЕ СИЛЬНЕЕ.

Не больно

Не больно

Не больно

Пороговая величина

АЙ-АЙ!

Сперва раздражитель так слаб, что это не воспринимается, как ощущение. КОГДА ТЫ ПЕРВЫЙ РАЗ ЧУВСТВУЕШЬ ТОЛЧОК, ЭТО И ЕСТЬ ПОРОГОВАЯ ВЕЛИЧИНА ДЛЯ ТВОИХ РЕЦЕПТОРОВ ПРИКОСНОВЕНИЯ. КОГДА ЖЕ СТАНОВИТСЯ БОЛЬНО, ТО ЭТО ПОРОГОВАЯ ВЕЛИЧИНА УЖЕ ДЛЯ БОЛЕВЫХ РЕЦЕПТОРОВ.

ПОНЯТНО.

ТВОЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К
РАЗДРАЖИТЕЛИЮ МОЖЕТ МЕН-
НЯТЬСЯ СО ВРЕМЕНЕМ. НАПРИМЕР,
ЕСЛИ ЕСТЬ РАЗДРАЖИТЕЛИ, ПЕР-
ВЫШАЮЩИЙ ПОРОГ И НЕ ОСЛА-
БЕВАЮЩИЙ - К ПРИМЕРУ, ЕСЛИ Я
ТЕБЯ ТКНУ ПАЛЬЦЕМ И ПРОДОЛЖУ
ЕГО ДЕРЖАТЬ - ЧЕРЕЗ КАКОЕ-ТО
ВРЕМЯ ТЫ МОЖЕШЬ ПЕРЕСТАТЬ
ЕГО ВОСПРИНИМАТЬ.

Уже не
больно

Сенсорная
адаптация

Пороговая
величина

По-прежне-
му не больно

ЭТО - ПРИМЕР
СЕНСОРНОЙ
АДАПТАЦИИ.

МИСС
КАРАДА?

А?

Вертит
головой

Эй, профессор,
идите быстрее
сюда!

БА-БАХ

А, КУДА МОГЛИ
ПОЙТИ ТЕ
ДВОЕ?

ОНИ, НАВЕРНОЕ,
ЗАБЛУДИЛИСЬ...

О...,
КАКОЕ КРАСОЧ-
НОЕ ШОУ.

МИСС КАРАДА, ТЫ
ВЕДЬ ПЕРВЫЙ РАЗ
НА ФЕСТИВАЛЕ,
ТАК?

БА-БАХ

ЧПОК,
ЧПОК

ДА, ТУТ
КРАСИВО.

ПО-МОЕМУ,
ЭТО БЫЛ УДАЧ-
НЫЙ ПЕРЕРЫВ В
ЗАНЯТИЯХ. ХОТЯ МЫ
И ПОЗНИМАЛИСЬ
НЕМНОГО...

НО, ВСЕ РАВНО
БЫЛО ЗДОРОВО.

ЕЩЕ НЕМНОГО О СЕНСОРНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ



До этого момента мы обсуждали поверхностные, глубинные и висцеральные ощущения. Но есть четвертая важная категория ощущений: специальные виды чувствительности, к которым относятся зрение, слух, чувство равновесия, запах и вкус. Все они связаны со специальными органами чувств, такими как глаза, уши и нос. Давай рассмотрим каждый из этих видов.

З. ЗРЕНИЕ И ГЛАЗА

Давай начнем со зрения. Основное строение глаза во многом схоже со строением кинокамеры (см. **рис. 7.1**). *Хрусталик* глаза – это как линзы в кинокамере, *радужная оболочка* – это диафрагма объектива, а *сетчатка* – это пленка.

На **рис. 7.2** строение глаза показано более детально. Свет, попадающий в глаз, преломляется благодаря роговице и хрусталику, и проецируется на сетчатку в виде изображения, которое перевернуто. В сетчатке есть два вида клеток: палочки и колбочки. Эти клетки воспринимают свет, попадающий на них, и посылают сигналы коре головного мозга по зрительному нерву. Затем наш мозг интерпретирует эти сигналы, как свет, и соединяет изображение воедино, преобразуя его в правильное положение.

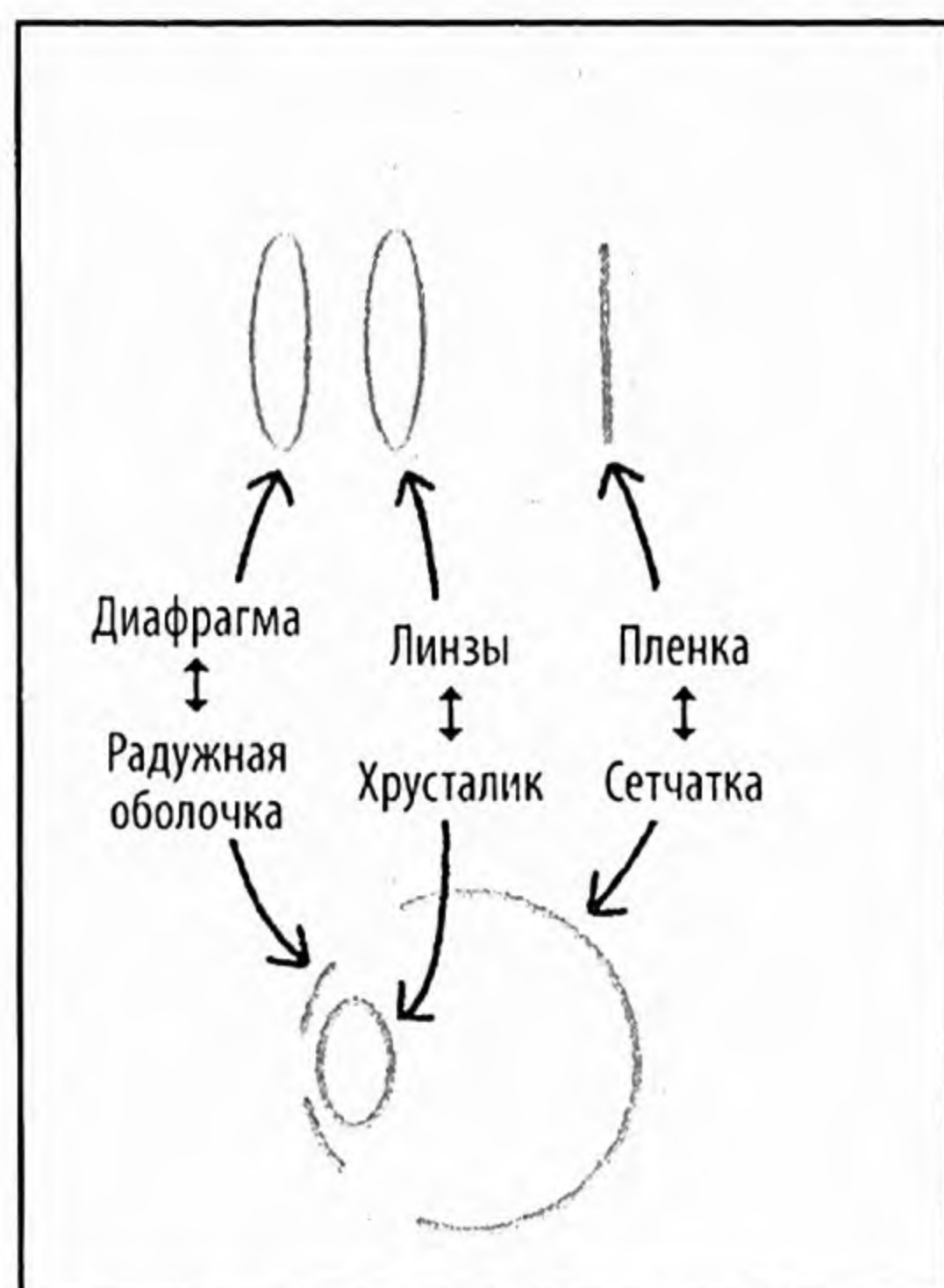


Рис. 7.1. Глаз похож на кинокамеру

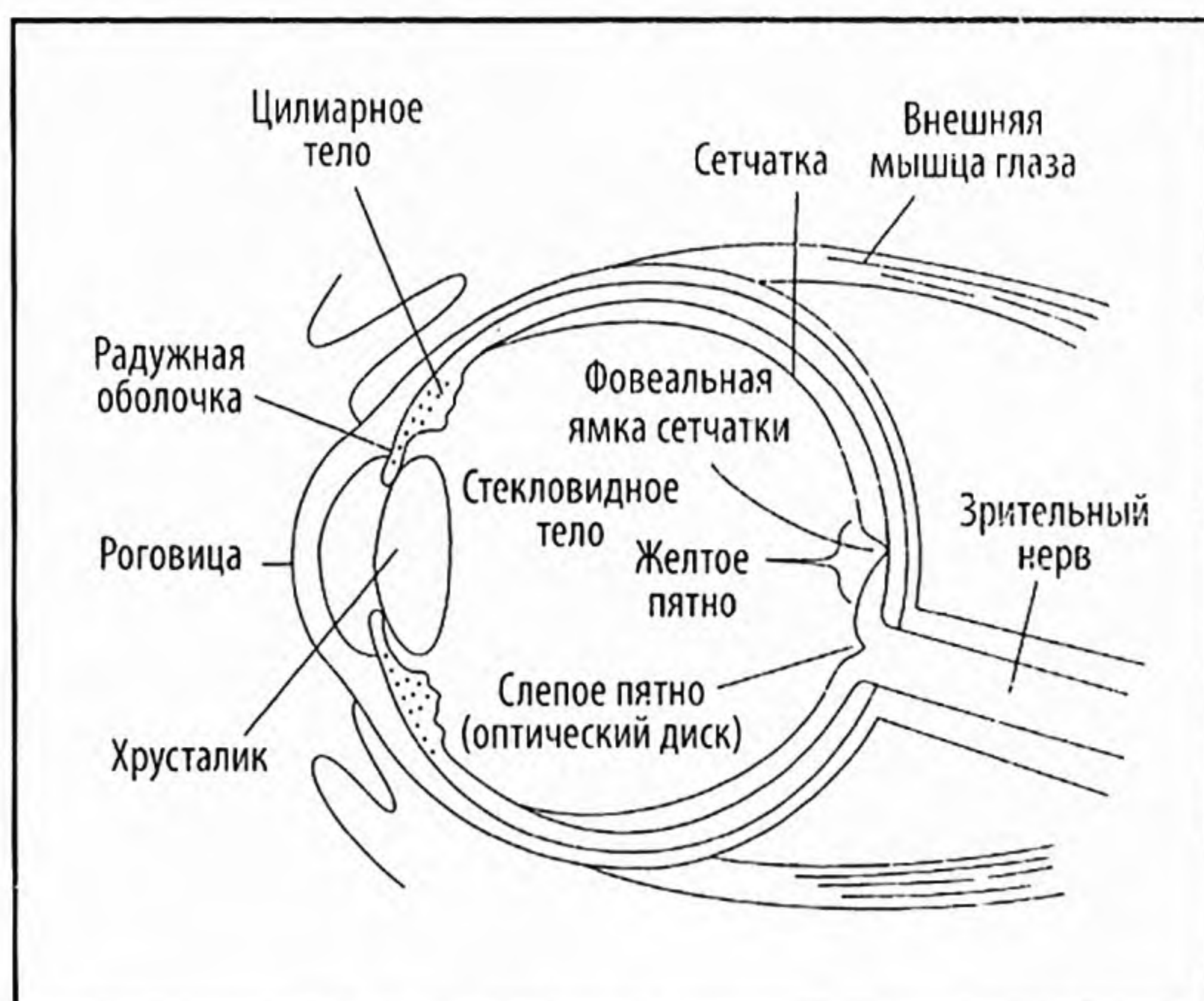


Рис. 7.2. Строение глаза



А есть ли конкретная причина, почему у людей, как и многих других животных, два глаза?



Тебе когда-нибудь приходилось носить повязку на одном глазу? Возможно, тогда ты заметила, что ты теряешь пространственное зрение, то есть ощущение расстояния. Когда ты фокусируешь на объекте два глаза, изображения, полученные каждым глазом, слегка смещены по отношению друг к другу по горизонтали. Насколько они смещены – зависит от расстояния до объекта. Наш мозг также анализирует и другие признаки (например, размер, текстуру и так далее), чтобы получить глубинную информацию, и тогда мы можем видеть предметы объемно, в трех измерениях.

Световая информация доставляется в зрительную зону коры головного мозга (часть коры головного мозга), где два изображения, полученные от обоих глаз, объединяются так, что объект становится «увиденным». Но свет попадает в зрительную кору от сетчатки немного разными путями, в зависимости от того, каким глазом и какой его частью была получена информация. Изображение, проецируемое на внешнюю половину сетчатки (ближе к ушам), посылается в визуальную кору на той же стороне мозга, что и данный глаз. В то же время изображение, проецируемое на внутреннюю половину сетчатки (ближе к носу), посылается в зрительную кору на противоположной стороне мозга. Та часть мозга, где эти маршруты пересекаются, называется *перекрестом зрительных нервов* (см. **рис. 7.3**).

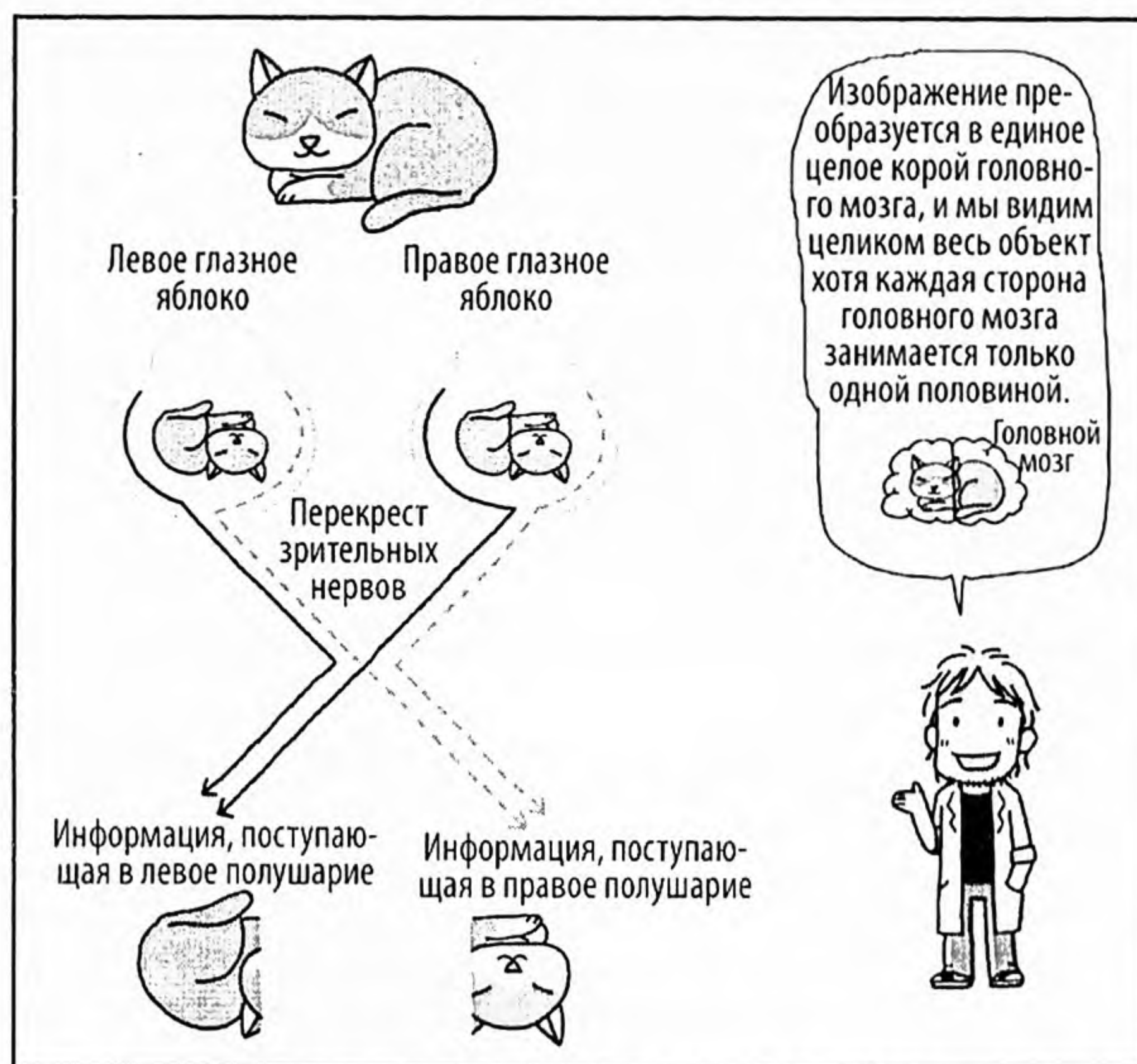


Рис. 7.3. Пути прохождения зрительной информации

Это означает, что, если ты держишь перед собой обе руки, изображение правой руки посылается в левое полушарие мозга (которое управляет этой рукой!), а изображение левой руки посылается в правое полушарие (которое управляет левой рукой!). Другими словами, когда ты ловишь мяч, летящий слева, левой рукой, именно правая сторона мозга и видит мяч, и управляет левой рукой, чтобы поймать этот мяч. Таким вот образом ты собираешь в единую картинку обе стороны твоего поля зрения, в то время как участки мозга, которым нужно увидеть и отреагировать на объекты перед тобой, находятся близко друг к другу.



Но глаза не всегда работают идеально. Когда хрусталик не может корректировать свою толщину, чтобы правильно наводить фокус, возникает миопия, так?



Да. Это одна из причин миопии.

Миопия (близорукость) – это ситуация, когда ты не можешь сфокусировать взгляд на дальних объектах – в таких случаях говорят: «пытаюсь увидеть как крот». Гиперопия (дальнозоркость) – это ситуация, когда четкое изображение не может быть спроецировано на сетчатку, и ты не можешь сфокусировать взгляд на ближних объектах.

Оба эти состояния часто возникают из-за изменения размеров глазного яблока. Если глазное яблоко удлиняется, расстояние от хрусталика до сетчатки увеличивается, и становится труднее видеть дальние объекты (развивается миопия). Если же глазное яблоко укорачивается, расстояние между сетчаткой и хрусталиком уменьшается, и сложнее разглядеть близкие объекты (развивается гиперопия).

Говоря о распространенных заболеваниях глаз, следует упомянуть о состоянии, называемом *астигматизмом*, при котором коэффициент преломления у роговицы отличается по вертикали и по горизонтали. В таком случае хрусталик преломляет свет как овал, а не как ровный круг, что искажает изображение.

И, наконец, *пресбиопия* (так называемая старческая дальнозоркость) – это состояние, при котором толщина хрусталика больше не может корректироваться расслаблением и сжатием ресничной мышцы глаза. Это состояние часто возникает с возрастом, но может произойти по другим причинам.



А как мы различаем цвета?



Эту задачу решают колбочки и палочки в сетчатке. Клетки-колбочки различают цвета. Клетки-палочки различают лишь свет и тьму вне зависимости от цвета света.

Есть три типа колбочек, и каждый связан с одним из основных цветов света: красным, зеленым и синим. Палочки более чувствительны, и сигнализируют друг другу, если в глаз попадает слишком мало света. В результате в темноте колбочки не могут различать свет, и мы видим в основном благодаря палочкам, отчего возникает ощущение, что предметы не такие красочные или вообще черно-белые. Палочки и колбочки рассосредоточены по сетчатке, но особенно плотно они расположены вокруг *желтого пятна* – центральной части сетчатки, куда хрусталик проецирует середину изображения. Центр желтого пятна, *фовеальная ямка* сетчатки – это место, где фокусируется центр поля зрения.

Знаете ли вы, что...

Когда вы на что-то смотрите, вы даже не поворачиваете голову: двигаются ваши глазные яблоки. За вращение глазных яблок отвечают в общей сложности шесть мышц, называемых внешними мышцами глаза.

Зрачок – это отверстие в роговице, куда проходит свет. Оно сокращается, когда света становится много, и расширяется в темноте. Зрачки управляются вегетативными нервами, и у здорового человека они одного размера в обоих глазах.

Острота зрения

Острота зрения характеризует резкость и ясность зрения человека. Ею измеряют способность распознавать свет и тьму, цвета, расстояние и движущиеся объекты.

Обычно остроту зрения проверяют с помощью таблицы букв и символов, расположенных в порядке убывания размера. Таким образом определяется, может ли глаз распознать детали на определенном расстоянии. К другим тестам можно отнести определение способности распознавать цвета, расстояние и движущиеся предметы, а также наличие или отсутствие любых проблемных «слепых пятен» в поле зрения, или областей, в которых глаза человека или его мозг не могут различить свет.



Звук – это колебания воздуха. Ухо – аппарат, усиливающий эти колебания и преобразующий их в нервные импульсы. Наши уши отвечают не только за то, что мы слышим, но и за чувство равновесия.

Давай посмотрим на строение уха (см. **рис. 7.4**). Ухо состоит из внешнего уха, среднего уха и внутреннего уха. Внешнее ухо включает в себя ушную раковину (основной хрящевой объем, прикрепленный к голове сбоку), и ушной канал. Барабанная перепонка и слуховые косточки за ней формируют среднее ухо. Слуховые косточки – это несколько костей, называемых молоточком, наковальней и стремечком. Внутреннее ухо расположено глубоко в черепе. Оно включает в себя полукружные каналы и преддверие, которые составляют наш вестибулярный аппарат, а также улитку.

Форма ушной раковины помогает отражать звуки внутрь уха, где трубчатый ушной канал способствует продвижению этих колебаний к барабанной перепонке, которая в ответ тоже вибрирует. Три слуховые косточки внутри среднего уха преобразуют колебания в более объемные движения и передает их во внутреннее ухо. Улитка во внутреннем ухе наполнена лимфатической жидкостью, и когда эта жидкость вибрирует, рецепторы внутри улитки могут различать разные частоты и преобразовывать их в нервные импульсы.

Хотя все эти составляющие помогают воспринимать звук, только внутреннее ухо (точнее вестибулярный аппарат) участвует в определении положения равновесия тела.

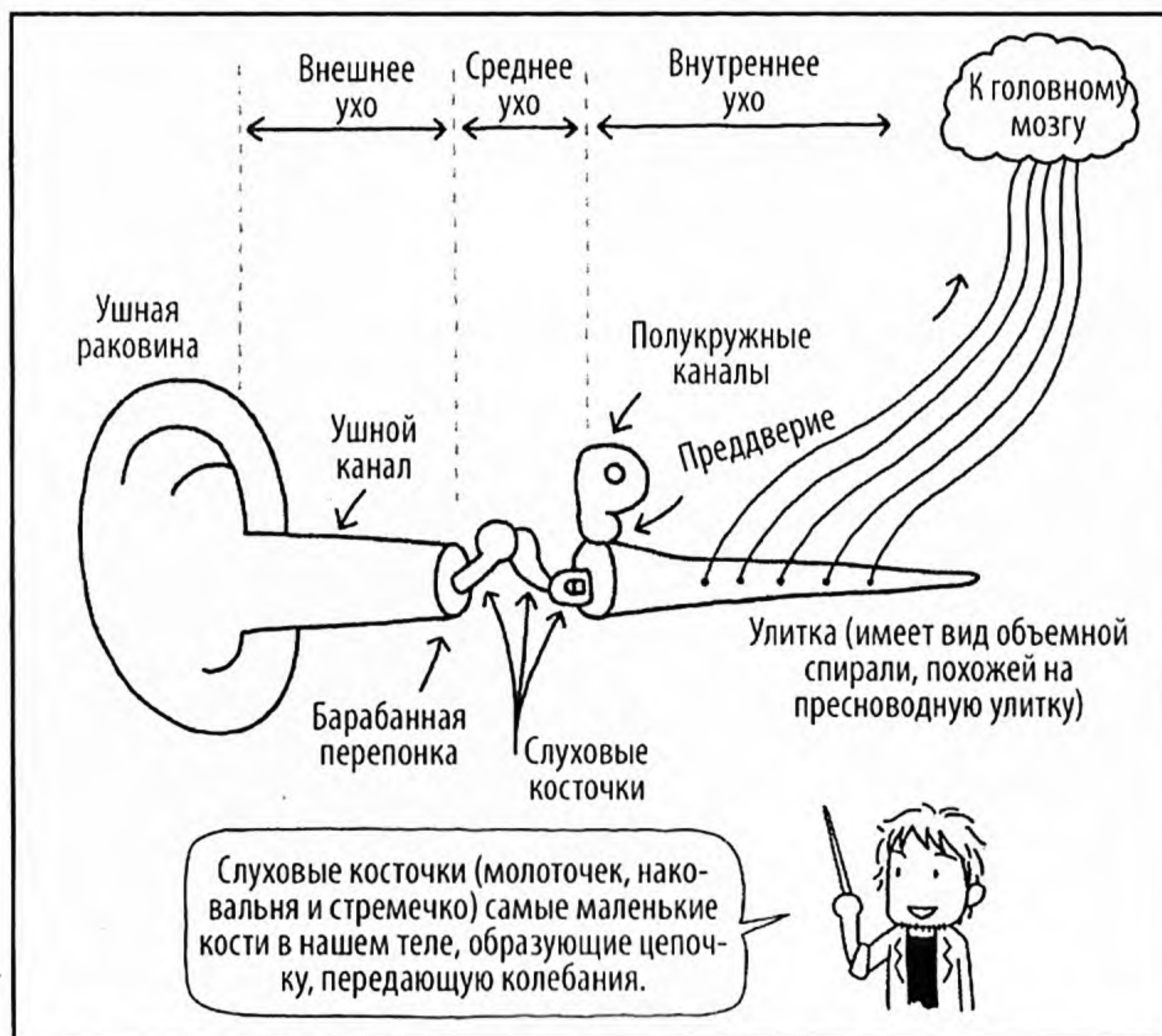


Рис. 7.4. Строение уха



Почему происходит потеря слуха?



Есть несколько видов потери слуха, в зависимости от того, в какой части уха возникла проблема.

Так как внешнее ухо и среднее ухо проводят звук, их иногда называют системой звукопроводимости. Если проблема возникает в этих отделах, ее называют *кондуктивной тугоухостью*. К особым случаям относят закупорку внутреннего уха, прободение барабанной перепонки или потерю подвижности слуховых косточек.

Кондуктивную тугоухость можно облегчить с помощью приспособлений, улучшающих костную проводимость. Костная проводимость – это передача колебаний во внутреннее ухо через кости черепа (а не через внешнее и среднее ухо), как это показано на **рис. 7.5**. Следовательно, пока внутреннее ухо не повреждено, человек может воспринимать звуки.

Так как внутреннее ухо «воспринимает звук», его иногда называют системой восприятия звука. Неспособность распознавать звуки из-за проблем с нервными тканями во внутреннем ухе или в головном мозге называется *нейросенсорной тугоухостью*.

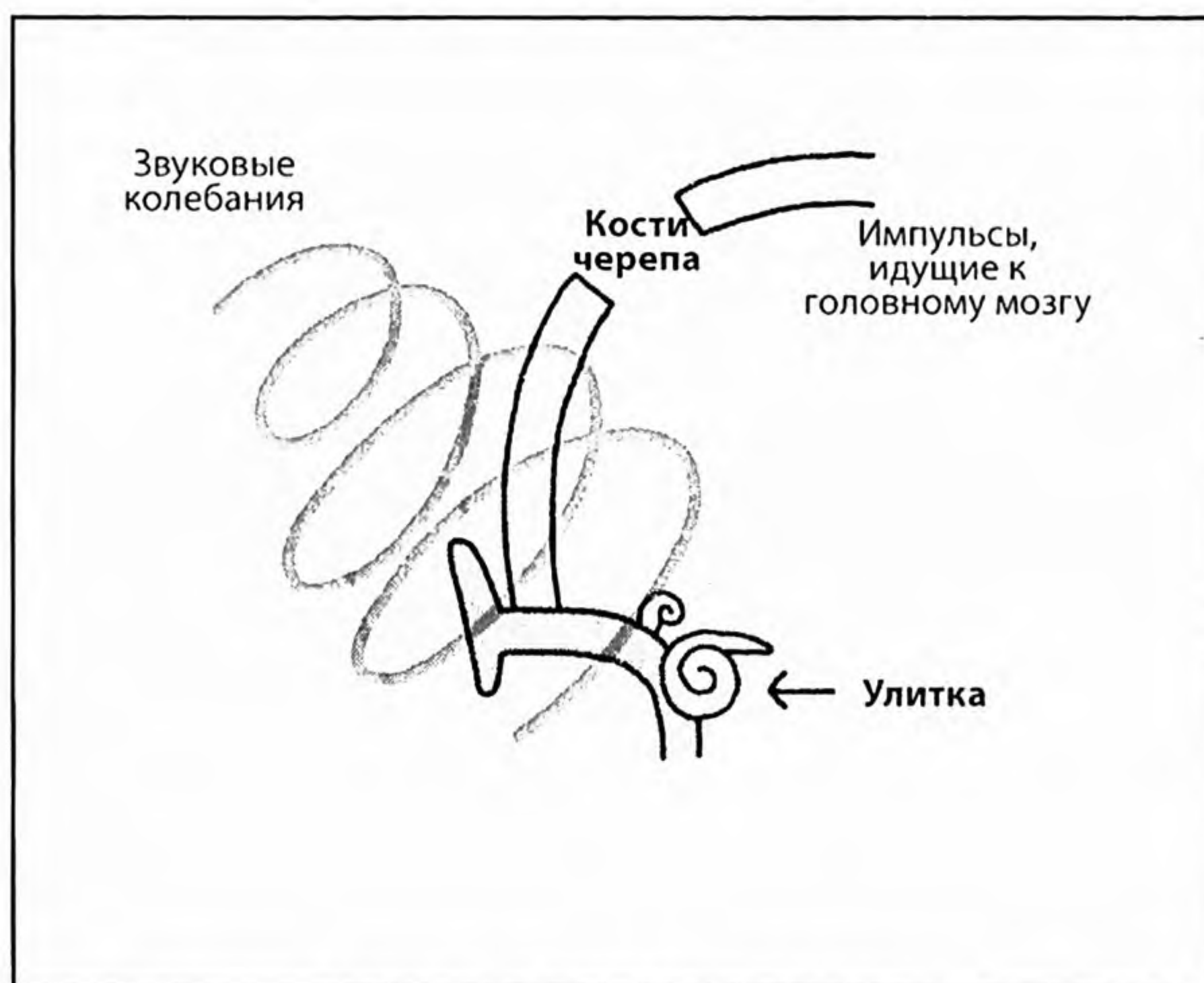


Рис. 7.5. Костная проводимость



Расскажите мне еще про вестибулярный аппарат. Как он определяет равновесие?



Внутреннее ухо определяет два вида движения: поворотное и наклоны головы. Поворотные движения воспринимаются костными полукружными каналами, а наклоны головы – преддверием, которое находится ниже полукружных каналов.

Полукружные каналы – это перпендикулярные друг к другу три петли. Когда вы поворачиваете голову в какую-либо сторону, лимфа внутри полукружных каналов толкает и сгибает особые нервные клетки в основании каждой петли. Эти нервы, в свою очередь, посылают сигналы в головной мозг, что вызывает ощущение движения в этом конкретном направлении. Это показано на рисунке слева.

Между тем преддверие обладает механизмом, определяющим, где верх, где низ (см. рисунок справа). В преддверии крошечные частицы плавают в похожей жидкости, и когда мы, сгибая шею, наклоняем голову, жидкость перемещается благодаря силе тяжести, и нервные клетки воспринимают в каком направлении действует сила тяжести. Благодаря этой информации наш мозг может определить, где «верх», и, путем сопоставления, в какую сторону наклонена голова.



Знаете ли вы, что...

Чтобы барабанная перепонка свободно двигалась, давление во внешнем ухе (атмосферное давление) и давление в среднем ухе должны быть одинаковы. Слуховая труба, соединяющая среднее ухо с задней частью носовой полости, позволяет вытекать жидкости или двигаться воздуху "вперед-назад", чтобы выравнивать давление. Но, если давление воздуха вокруг нас быстро меняется, например, во время полета на самолете или при плавании под водой с маской, разница в давлении может вызвать звон в ушах. Некоторые люди считают, что если поднатужиться и выдуть воздух из носа, зажав ноздри, то это вытолкнет воздух в слуховую трубу, она резко откроется и давление выровняется, и звон прекратится.



Запах воспринимается обонятельным эпителием – областью размером с ноготь, расположенной наверху носовой полости. Эта область усыпана химическими рецепторами. Когда пахучее вещество (любое химическое соединение, которое эти рецепторы могут распознать) попадает в носовую полость и вступает в контакт с обонятельным эпителием, эти клетки посылают сенсорную информацию в мозг.

Сенсорная информация, воспринятая от обонятельного эпителия, проходит по своду носовой полости и попадает в лимбическую систему (см. «Строение головного мозга» на стр.126), где она обрабатывается обонятельными луковицами в мозге. Лимбическая система также содержит элементы, отвечающие за базисные установки и эмоции, такие как аппетит и сексуальное желание, мотивации, удовольствие и неудовольствие. Так как ощущение запаха обрабатывается так близко с этим эмоциональным центром мозга, определенные запахи зачастую сильно связаны с определенными эмоциями.

МЕХАНИЗМ ОЩУЩЕНИЯ ЗАПАХОВ



А у животных обоняние лучше, чем у человека?



Конечно. Хотя человек может различить огромное количество запахов, обоняние животных развито гораздо лучше. Даже у некоторых насекомых наблюдается очень острое обоняние. Например, бабочки чувствуют запахи на расстоянии до километра.

Запахи также могут быть непосредственно связаны с воспоминаниями. Бывало так, что какой-нибудь знакомый запах почти сразу же переносил вас в какой-то момент из прошлого с мельчайшими подробностями? И опять же это связано с физически близким расположением обонятельных луковиц и других частей лимбической системы, связанных с памятью.



Когда нос заложен из-за простуды или гриппа, мы не можем чувствовать вкус пищи в полной мере из-за того, что основная часть ощущения, которое мы считаем «вкусом», на самом деле запах. Хотя вкус очевидно воспринимается языком, мы не можем распознать полноту вкуса пищи без ощущения ее запаха.



Знаете ли вы, что...

Чувствительная адаптация с готовностью включается, если надо адаптировать обоняние. То есть, если вокруг нас стоит какой-то запах, мы можем быстро приспособиться к нему и на время перестать его воспринимать. Однако даже после привыкания к запаху, мы все равно можем быть довольно чувствительными к интенсивности этого запаха, и оставаться восприимчивыми к другим запахам.

Люди могут воспринимать пять вкусов: соленость, сладость, горечь, кислотность и «мясной вкус» – юмами (из яп. «совершенный» – вкус глутамата натрия, характерный для блюд японской и китайской кухни). Раньше считалось, что определенная часть языка ощущает всего один вкус (например, соленость воспринималась только кончиком языка, а горечь только задней частью), но от этой теории отказались. Наше чувство вкуса важно, потому что оно дает нам возможность ощутить как питательные вещества, так и токсины или яды, находящиеся в пище.

Вкус в основном ощущается вкусовыми сосочками на поверхности языка. Каждый сосочек это что-то наподобие кармана с клетками, воспринимающими вкусы. Когда вкусовые элементы, такие как соль или сахар, смешиваются со слюной и распределяются внутри рта, они воспринимаются вкусовыми сосочками, которые посылают эту чувствительную информацию в головной мозг.

Так как вкусовой сосочек – это крошечный механизм (см. **рис. 7.6**), крупные молекулы пищи, такие как углеводы в рисе или хлебе, должны расщепляться на более мелкие молекулы, чтобы можно было ощутить их вкус. Помочь расщепить пищу для вкусовых сосочков призваны пережевывание и ферменты, содержащиеся в слюне, такие как амилаза.



Рис. 7.6. Строение вкусового сосочка



А где на языке расположены вкусовые сосочки?



Вкусовых сосочков особенно много на маленьких бугорках на поверхности языка. Однако вкусовые сосочки также были обнаружены на слизистой оболочке рта и горла.

Знаете ли вы, что...

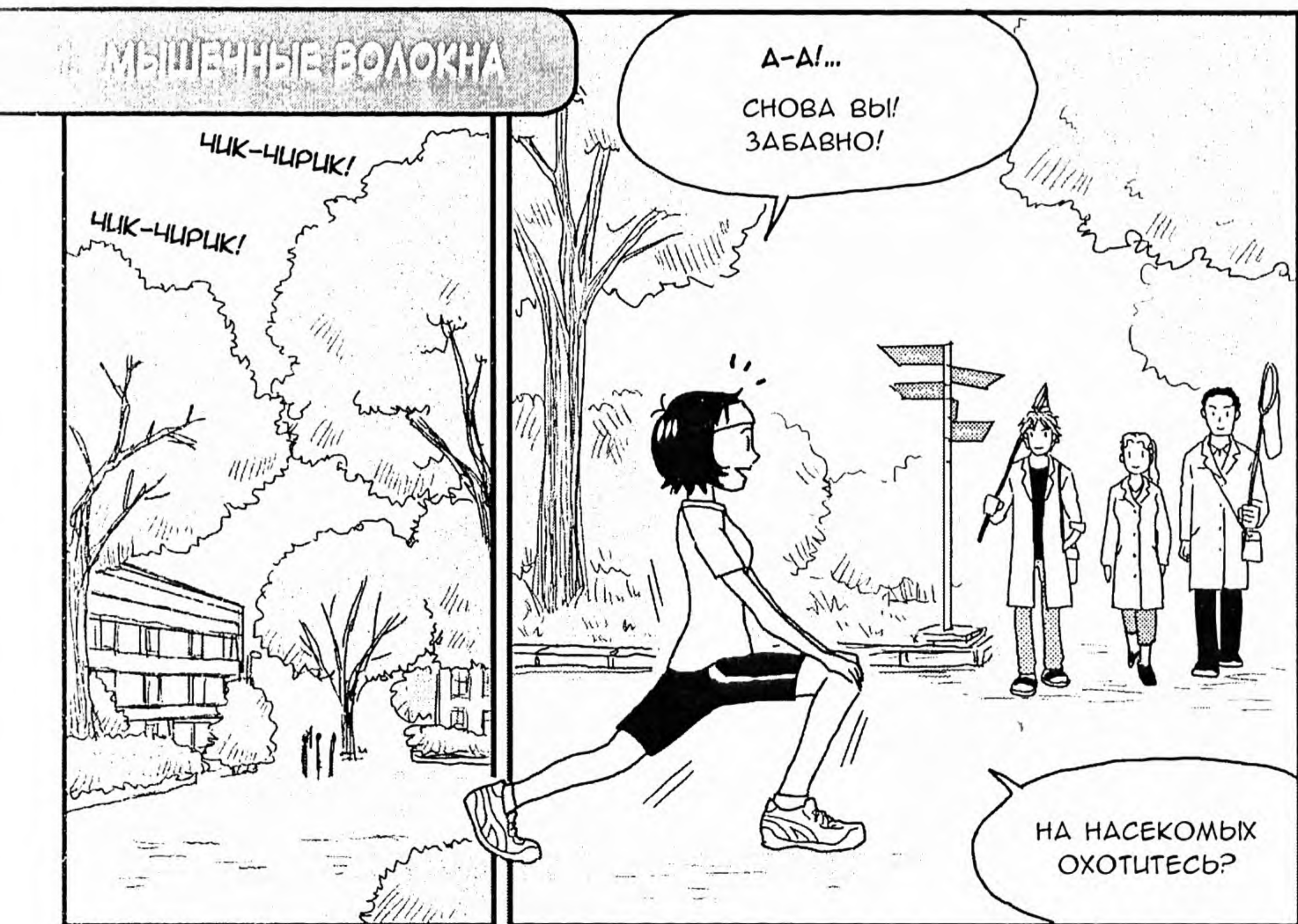
На языке есть четыре вида бугорков. Наиболее распространенными являются нитевидные сосочки, и в основном из-за них наш язык имеет шероховатую поверхность. Однако, в отличие от других видов бугорков, они не содержат никаких вкусовых сосочков. Они нужны для того, чтобы удерживать пищу и разламывать её на кусочки.

Температура пищи влияет на вкусовое восприятие сосочков. Чем горячее пища, тем острее будет ощущаться ее сладость или горечь. Вот почему растаявшее мороженое может показаться слишком сладким, а теплое пиво слишком горьким.

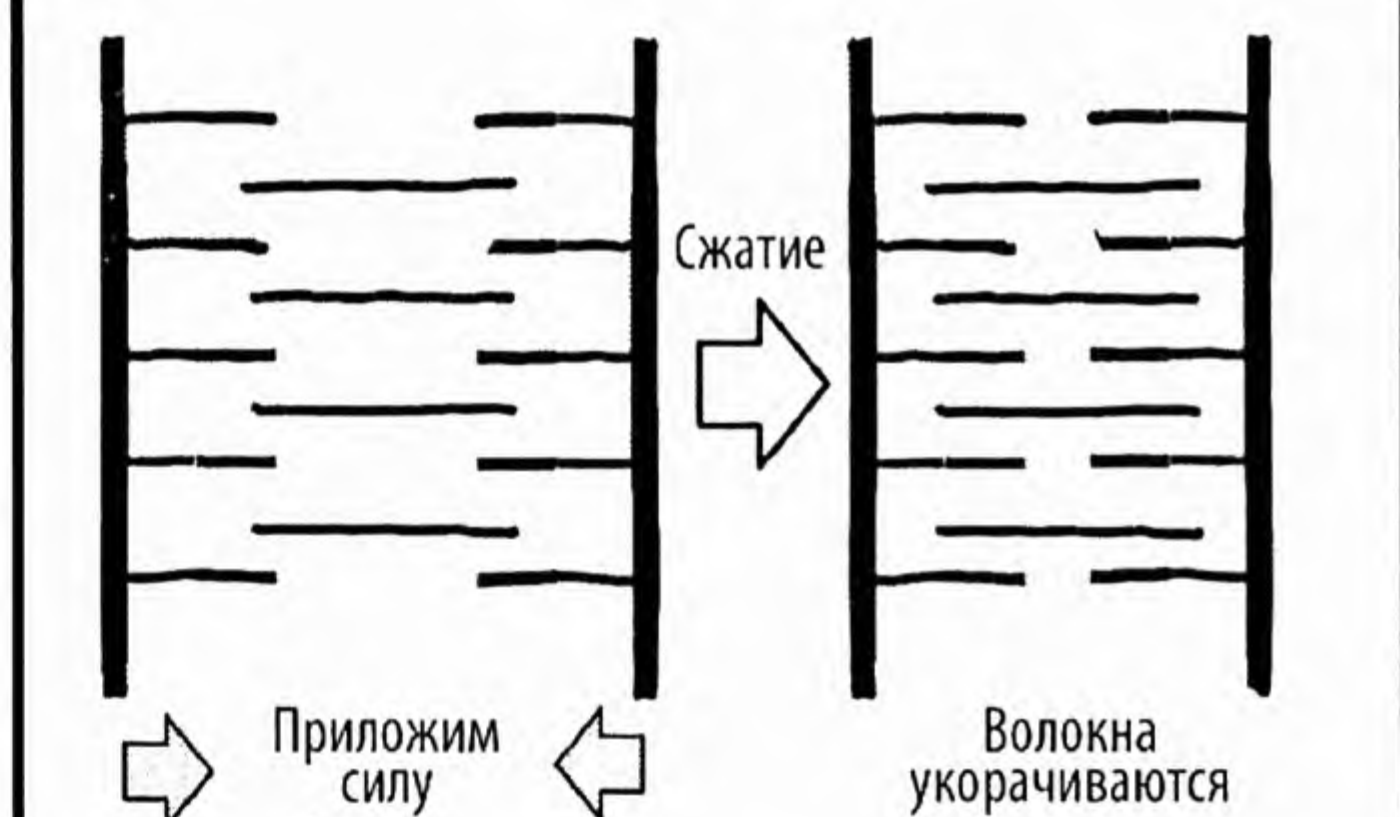


ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

МЫШЦЫ, КОСТИ И СУСТАВЫ

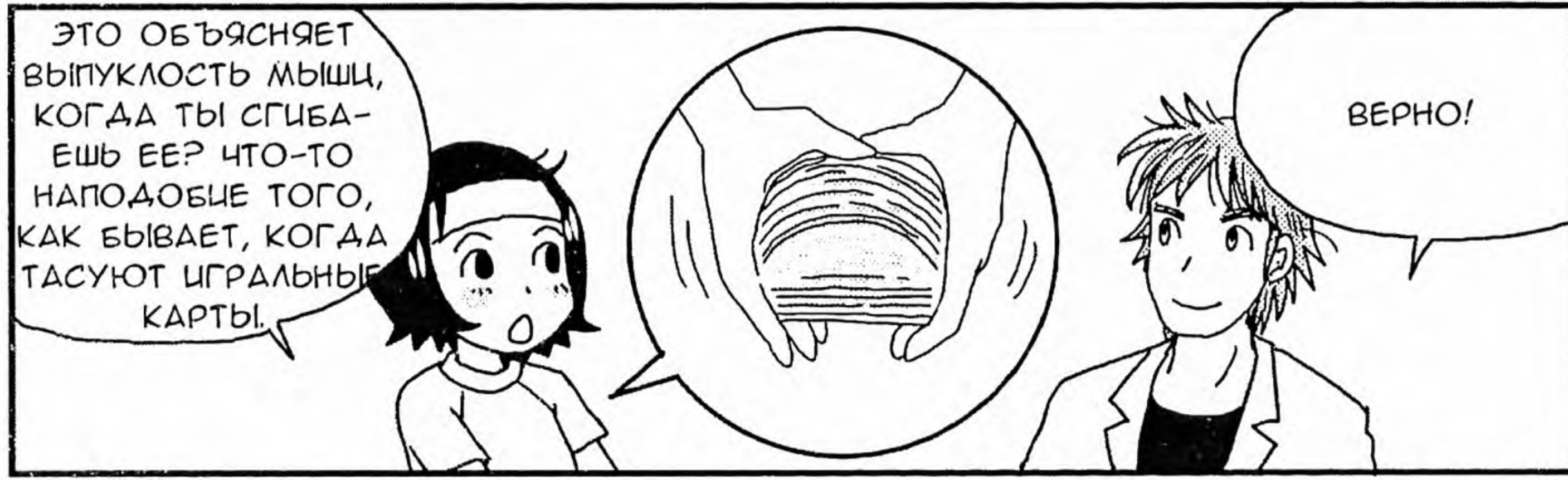






* Ниже в таблице приведены три вида мышц.

Скелетные мышцы	Эти мышцы крепятся к костям. Они еще называются <i>произвольными мышцами</i> , так как ими можно сознательно двигать.
Гладкие мышцы	Эти мышцы находятся в кровеносных сосудах и различных внутренних органах. Они называются <i>непроизвольными мышцами</i> , так как их работой нельзя управлять осознано. В отличие от скелетных мышц и миокарда, у них бороздчатость отсутствует.
Сердечные мышцы	Это мышцы сердца. Они многократно и ритмично сокращаются и расслабляются без осознанного управления.



ОТКУДА, ПО-ТВОЕМУ,
БЕРЕТСЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ
СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦ?

Я ЗНАЮ!

ЭНЕРГИЯ ПРОИЗВО-
ДИТСЯ БЛАГОДА-
РЯ РАСЩЕПЛЕНИЮ
АТФ.

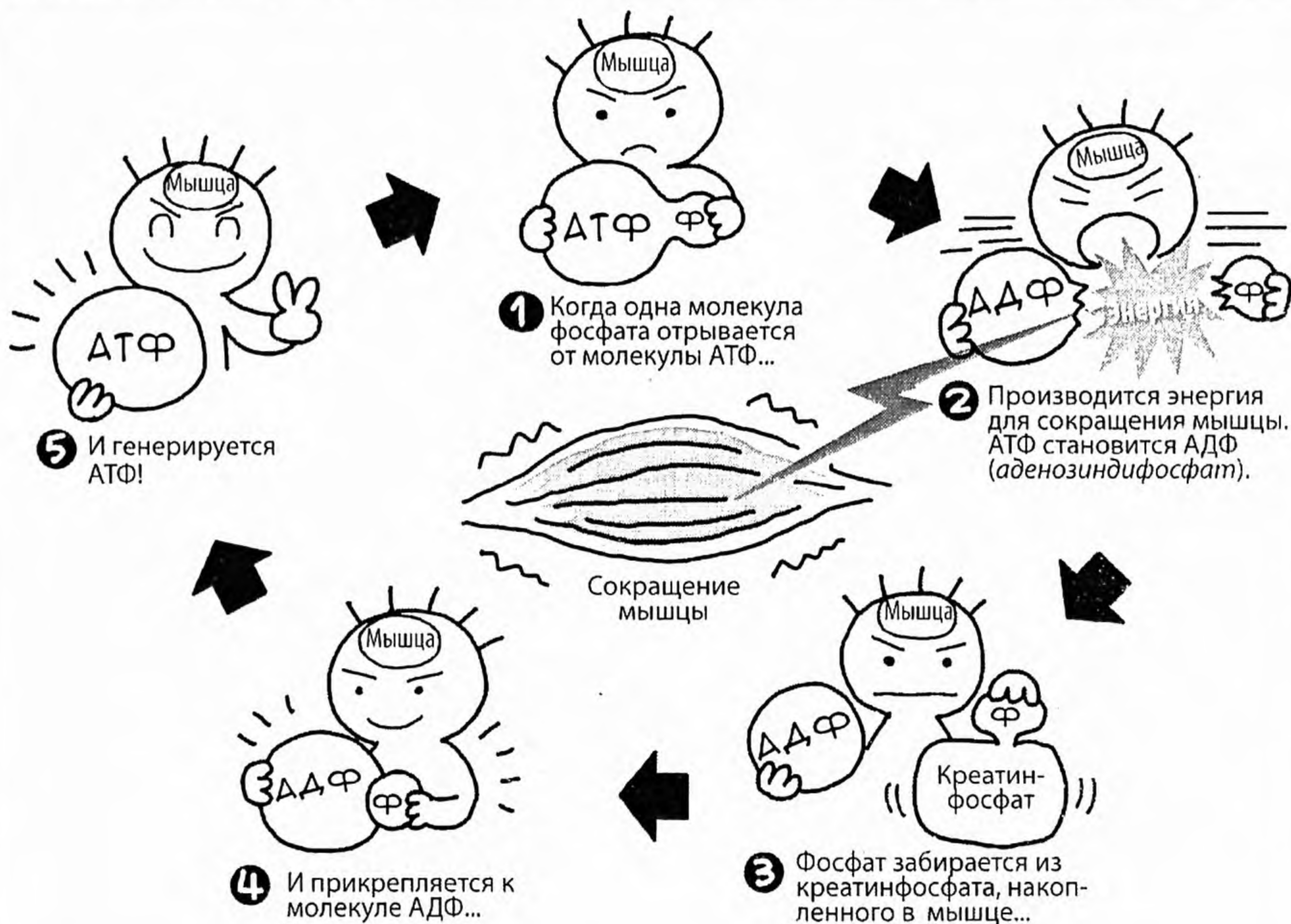
ПРЕКРАСНО!
И КАК ТЫ ПОМНИШЬ,
АТФ ПРОИЗВОДИТСЯ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЦИКЛА
ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ*.

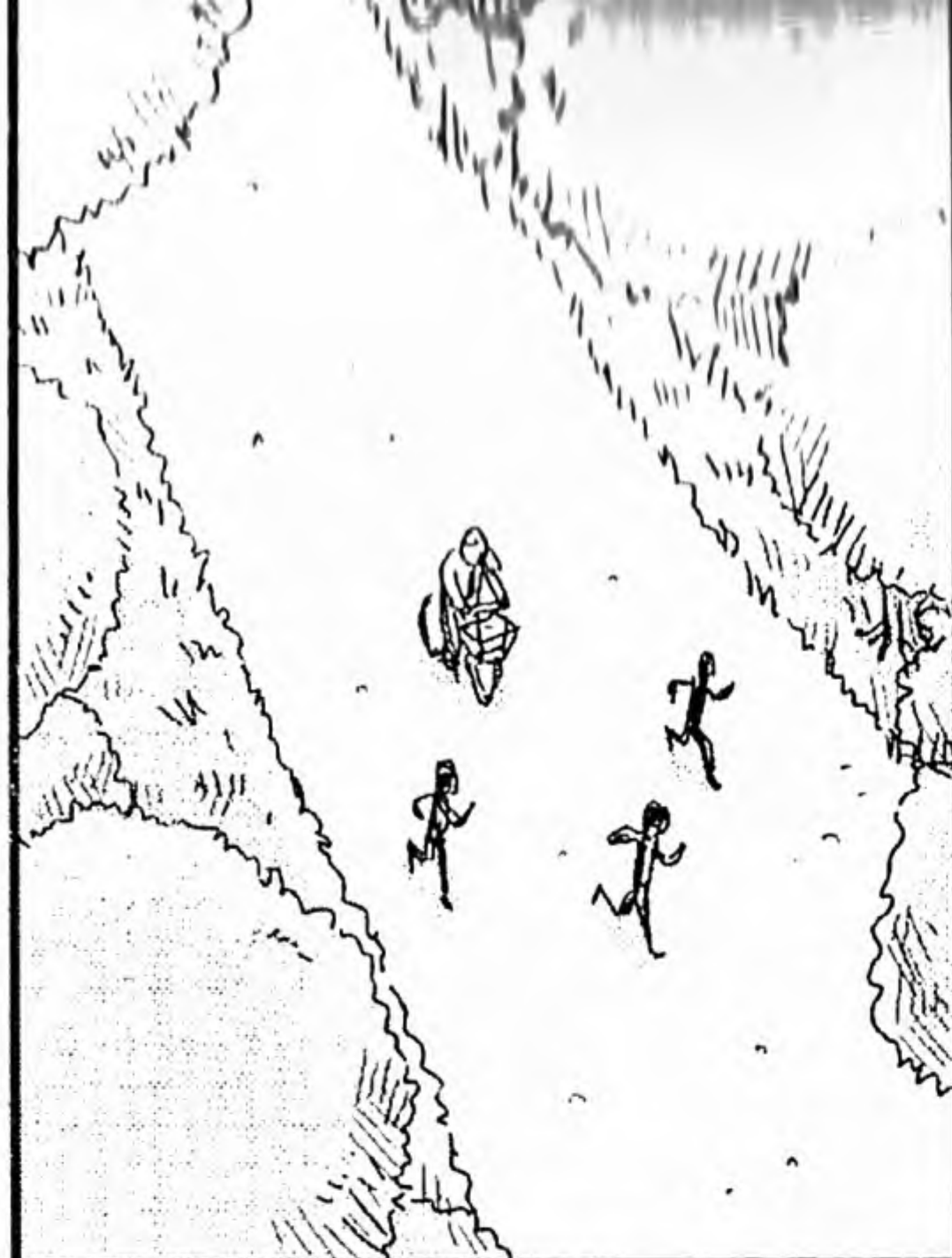
* См. «АТФ и цикл лимонной кислоты» на стр. 70.

АТФ - ЭТО СО-
КРАЩЕНИЕ ОТ АДЕНО-
ЗИНТРИФОСФАТА, МОЛЕКУ-
ЛЫ, КОТОРОЙ СОДЕРЖАТ ТРИ
ФОСФАТНЫЕ ГРУППЫ. КОГДА
ФОСФАТ РАСПАДАЕТСЯ, В РЕ-
ЗУЛЬТАТЕ ВЫСВОБОЖДАЕТСЯ
ЭНЕРГИЯ, КОТОРАЯ МОЖЕТ
ПИТАТЬ МЫШЕЧНОЕ СОКРА-
ЩЕНИЕ.

МЫШЦЫ ТАКЖЕ МОГУТ
ИСПОЛЬЗОВАТЬ КРЕАТИН,
ЧТОБЫ РЕГЕНЕРИРОВАТЬ
АТФ ПРИ РЕЗКИХ ДВИ-
ЖЕНИЯХ.

МЫШЦЫ ПОЛУЧАЮТ ЭНЕРГИЮ ОТ АТФ





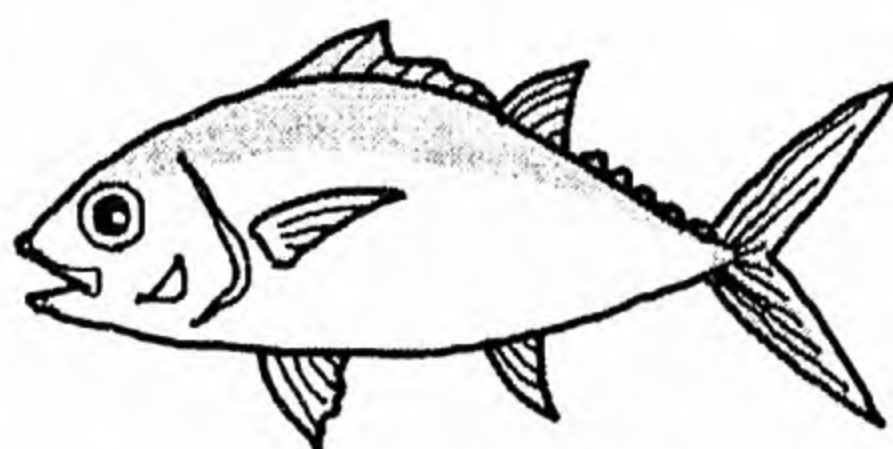
ВСЕ ВЕРНО!
Я ДУМАЮ, ЛЕГЧЕ ОБ
ЭТОМ ВСПОМНИТЬ,
ЕСЛИ ПОДУМАТЬ О
РЫБЕ.

КРАСНЫЕ МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА ТАКЖЕ НАЗЫВАЕМЫЕ МЕДЛЕННЫМИ МЫШЕЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ) В ОСНОВНОМ СОСТОЯТ ИЗ МИОГЛОБИНА, КОТОРЫЙ ПОЛУЧАЕТ И СОХРАНЯЕТ КИСЛОРОД. КРАСНЫЕ ВОЛОКНА УМЕЮТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ КИСЛОРОД ПРИ УМЕРЕННЫХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ.

БЕЛЫЕ МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА (НАЗЫВАЕМЫЕ ЕЩЕ БЫСТРЫМИ МЫШЕЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ) ИМЕЮТ В СВОЕМ СОСТАВЕ НАМНОГО МЕНЬШЕ МИОГЛОБИНА, НО УМЕЮТ РЕЗКО СОКРАЩАТЬСЯ ПРИ МОЩНЫХ ТОЛЧКАХ ИЛИ ВЫПАДАХ, ИСПОЛЬЗУЯ АНАЭРОБНУЮ ЭНЕРГИЮ (ЭНЕРГИЮ, ПРОИЗВЕДЕННУЮ БЕЗ УЧАСТИЯ КИСЛОРОДА).

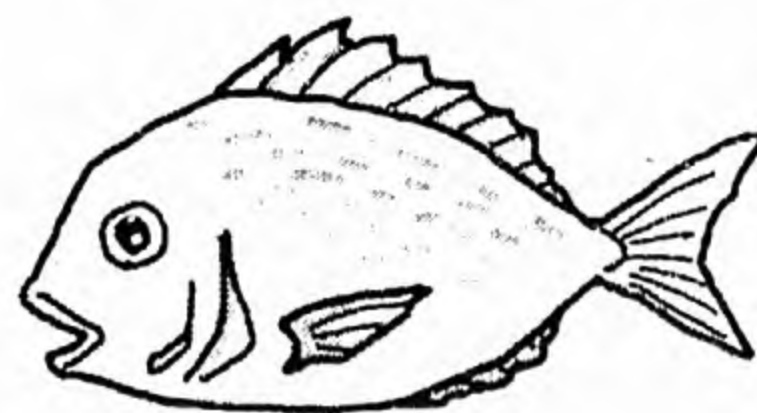


Красная мышца



- У мигрирующих видов рыб, вроде тунца, больше красных волокон, необходимых для длительного плавания.
- В составе красных волокон много миоглобина.

Белая мышца



- Рыбы с белыми волокнами, такие как морской карась, в основном передвигаются быстрыми резкими толчками.
- В белых волокнах мало миоглобина.

У ВАШИХ ДРУЗЕЙ
ТАМ ПОЗАДИ НЕ
ОСОБО МНОГО
ВЫНОСЛИВОСТИ.

ИХ МЫШЦЫ,
НАВЕРНОЕ, В ОС-
НОВНОМ БЕЛЫЕ,
КАК ДУМАЕТЕ?

ХА!
У ЛЮДЕЙ СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ -
ЭТО СМЕСЬ КРАСНЫХ МЫШЕЧНЫХ
ВОЛОКОН, ГДЕ ПОЛНО МИОГЛО-
БИНА, И БЕЛЫХ ВОЛОКОН, ГДЕ
ЕГО МАЛО.

И ЭТА ПРОПОРЦИЯ
У ВСЕХ РАЗНАЯ.



Эй,
ПОМЕДЛЕННЕЕ!





МИСС КАРАДА, ТЕБЕ
НЕ КАЖЕТСЯ, ЧТО ТЫ
ПЕРЕУСЕРДСТВУЕШЬ?



МНЕ ЕЩЕ НЕМНО-
ГО НАДО ПРОБЕ-
ЖАТЬ...

...ЧТОБЫ ПЛАН
ВЫПОЛНИТЬ.



ЧТО-ТО
ОНА ТЕРЯЕТ
ФОРМУ...



УУУ!

хромает



ПОХОЖЕ, ТЫ
ОСТУПИЛАСЬ.
ДАВАЙ СДЕЛАЕМ
ПЕРЕРЫВ.

ХНЫ!

СЛИШКОМ Силь-
НО РВАНУЛАСЬ.

Я, НАВЕРНО, ПЕ-
РЕСТАРАЛАСЬ.



КАКОЕ КОЛЕНО
БОЛИТ?
ПРАВОЕ?

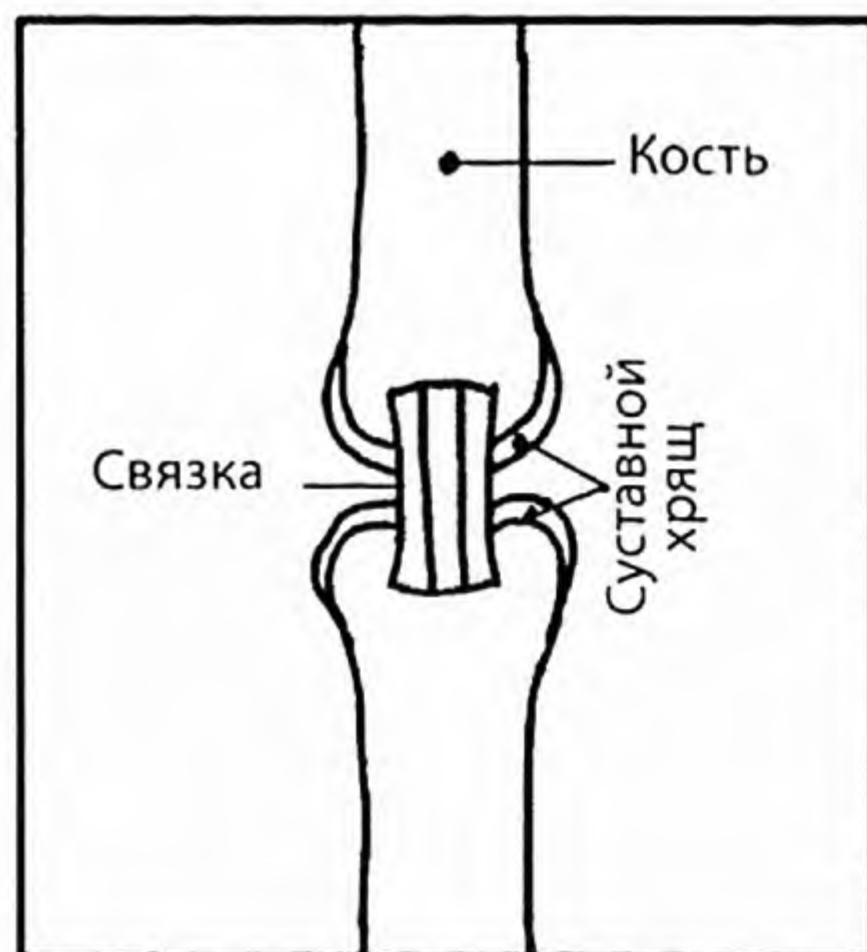
ПОХОЖЕ, ТЫ ЕГО
ПОТЯНУЛА.

НАДО
ПРИЛОЖИТЬ ЛЕД
И ОТДОХНУТЬ.

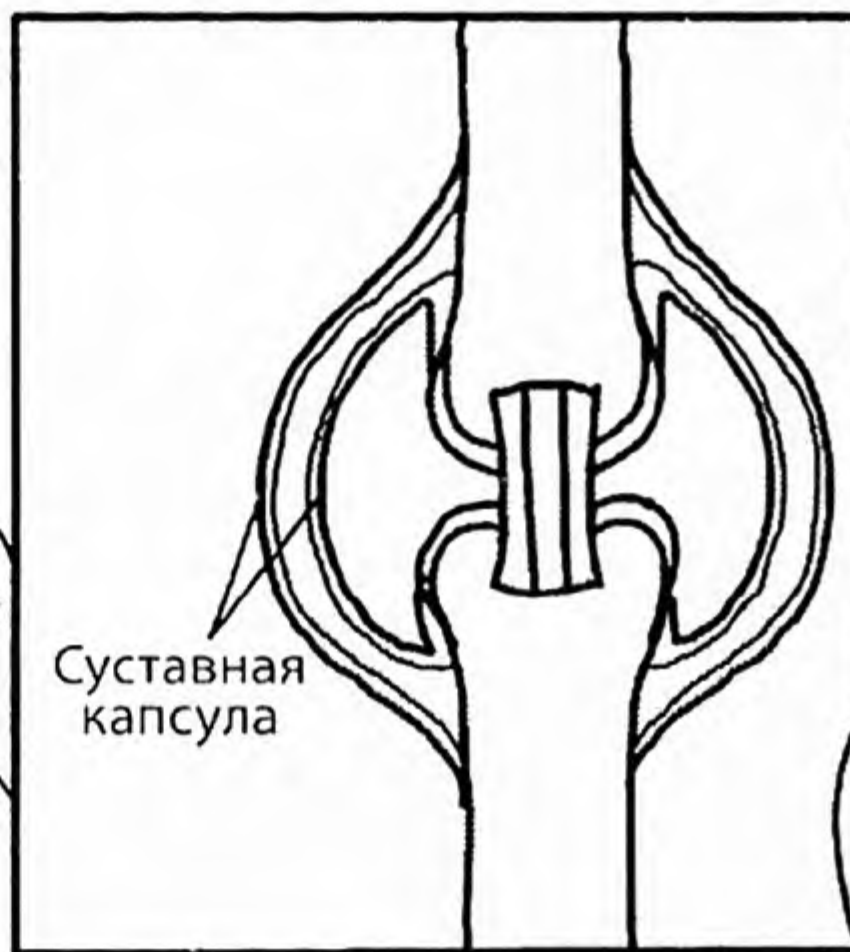


ТАКОЙ ЗАБОТЛИВЫЙ...

СУСТАВ - ЭТО МЕСТО, ГДЕ ВСТРЕЧАЮТСЯ ДВЕ КОСТИ И ДАЖЕ БОЛЕЕ. КОСТИ СОЕДИНЕНЫ СВЯЗКАМИ, И МЕЖДУ НИМИ ЕСТЬ ХРЯЩ, КОТОРЫЙ СНИЖАЕТ ТРЕНИЕ.



ВСЕ С СУСТАВ НАХОДИТСЯ В КАПСУЛЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ СИНОВИАЛЬНУЮ ЖИДКОСТЬ В КАЧЕСТВЕ СМАЗКИ.

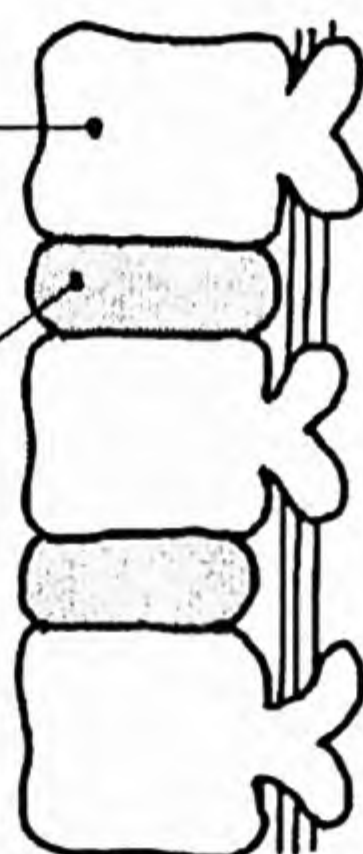


У ВАС ВСЕГДА ВСЕ КОНЧАЕТСЯ ЛЕКЦИЕЙ, ДА?

В НЕКОТОРЫХ СУСТАВАХ ЕСТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СМЯГЧЕНИЕ. НАПРИМЕР, МЕЖПОЗВОНОЧНЫЕ ДИСКИ ВЫПОЛНЯЮТ РОЛЬ СМЯГЧИТЕЛЕЙ МЕЖДУ СУСТАВАМИ И ПОЗВОНОЧНИКОМ.

Позвонок

Межпозвоночный диск

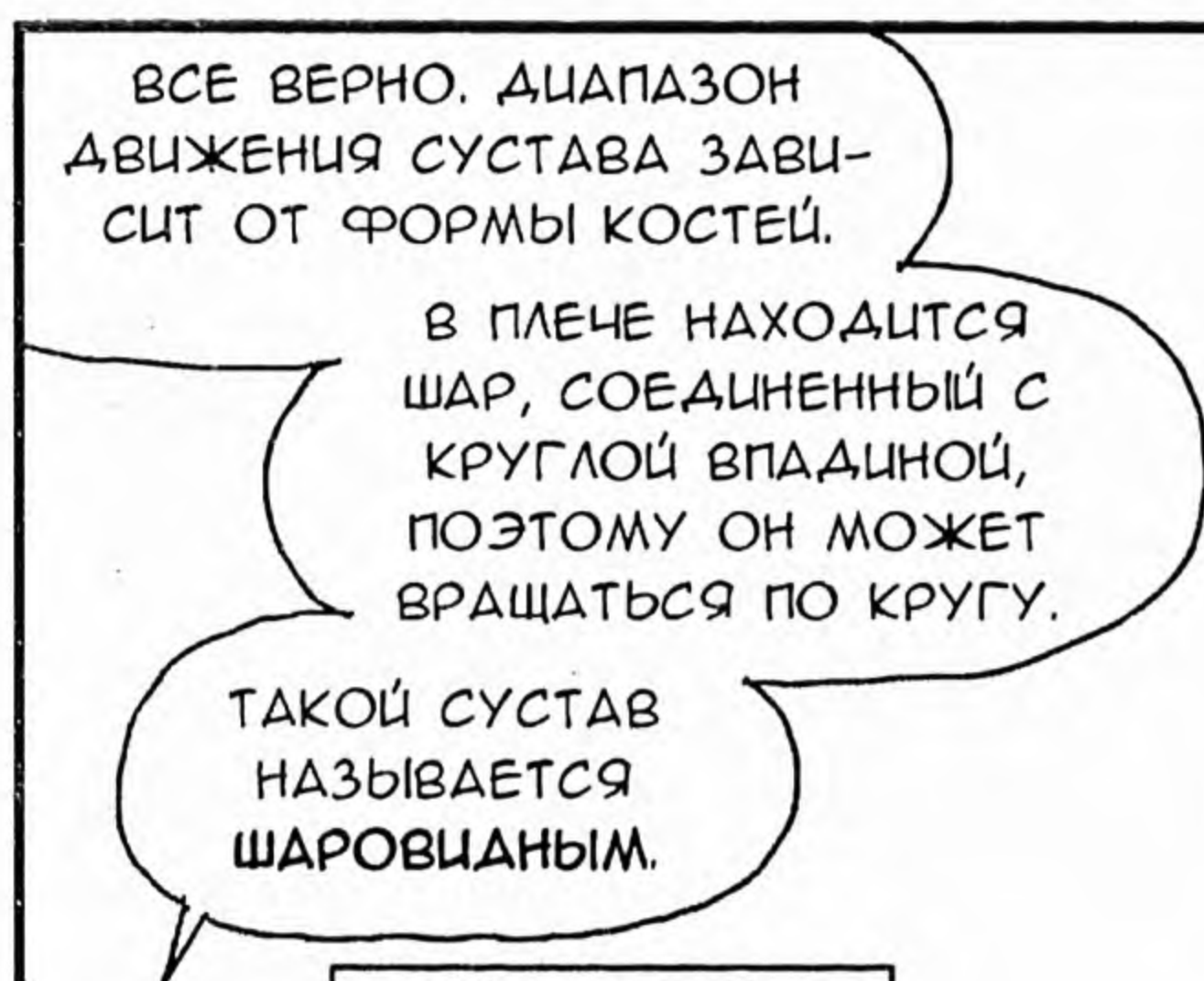


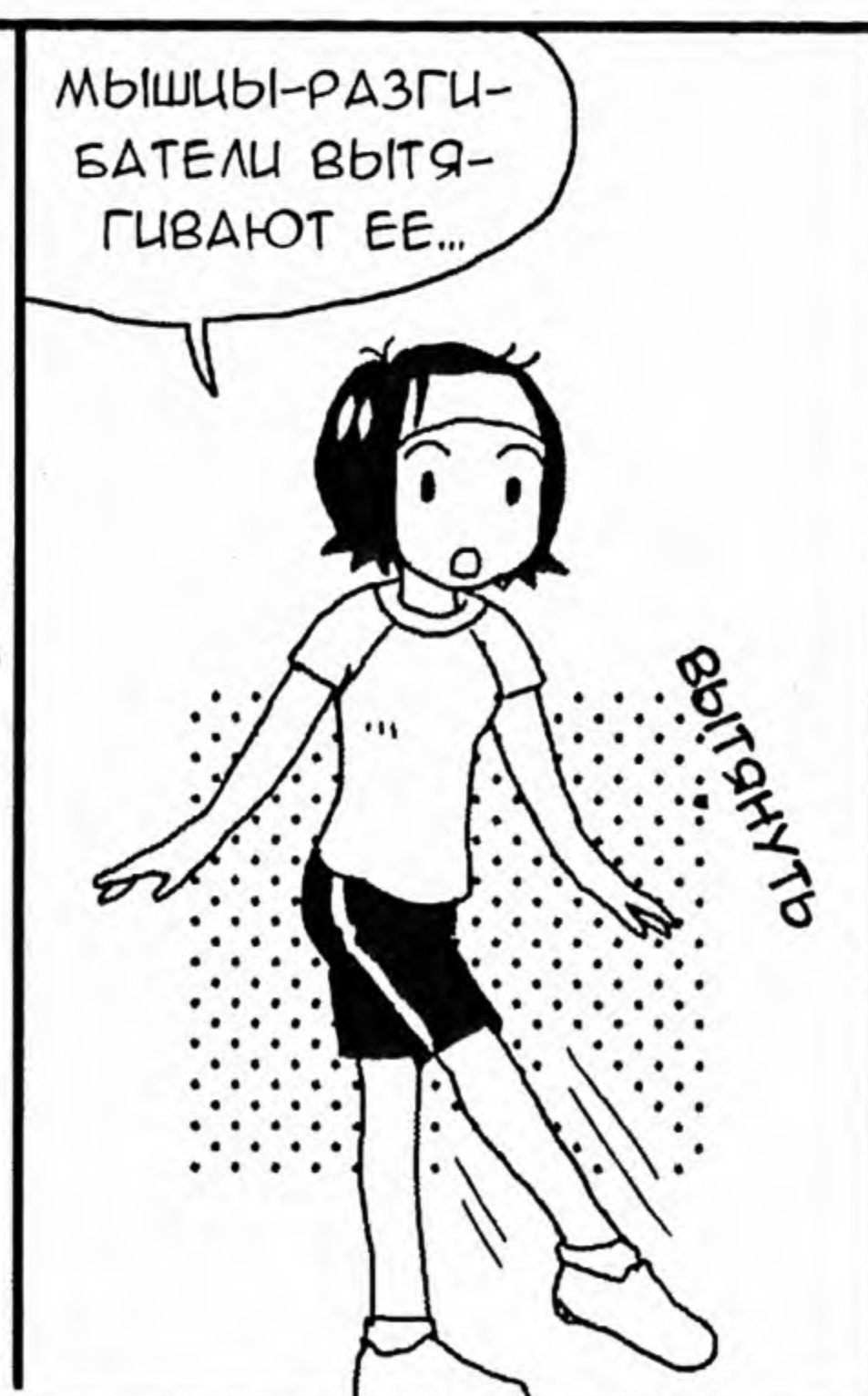
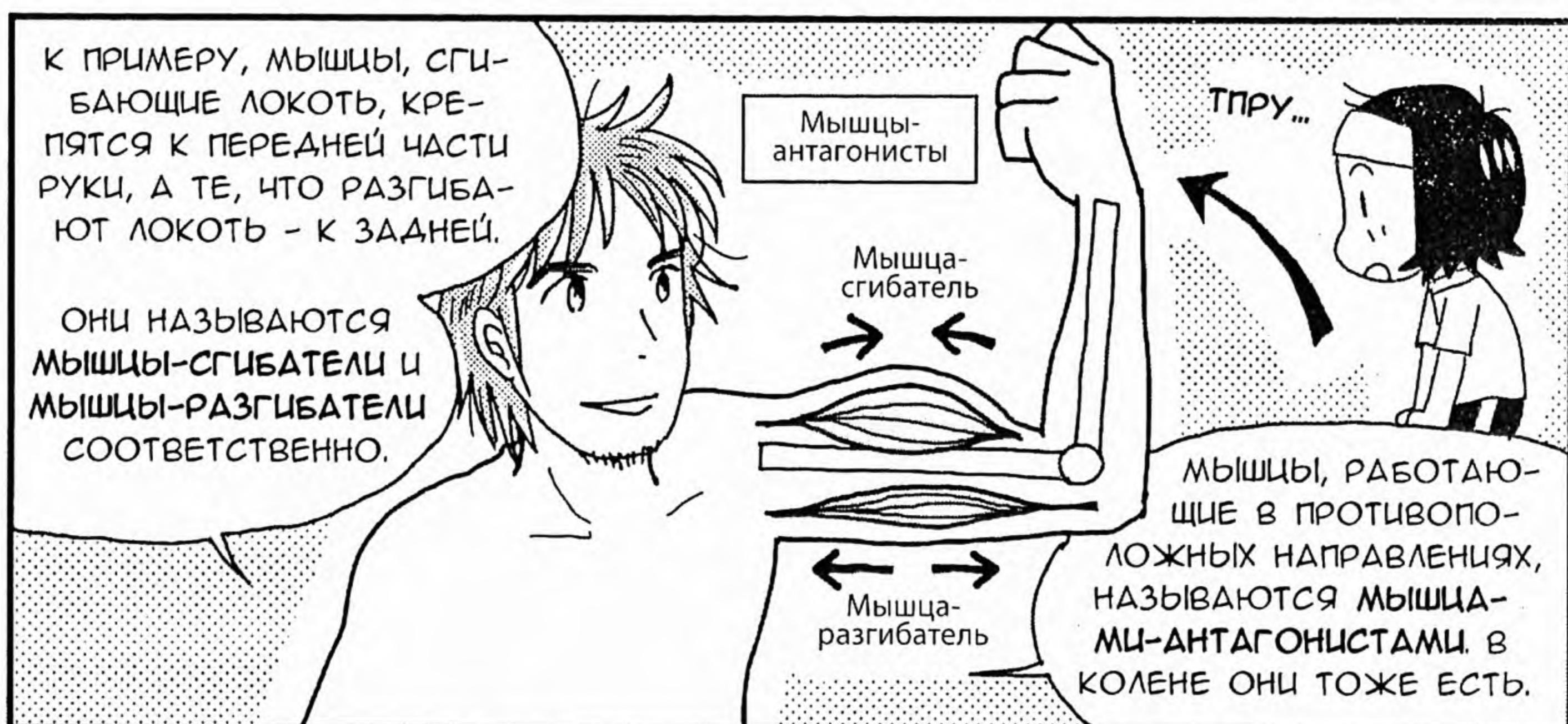
ПОЗВОНОЧНИК ДЕЙСТВИТЕЛЬНО УДИВИТЕЛЬНАЯ ВЕЩЬ! ОН УДИВИТЕЛЬНО ПОДВИЖНЫЙ И КРЕПКИЙ, И В ТО ЖЕ ВРЕМЯ ОН ЗАЩИЩАЕТ СПИННОЙ МОЗГ.

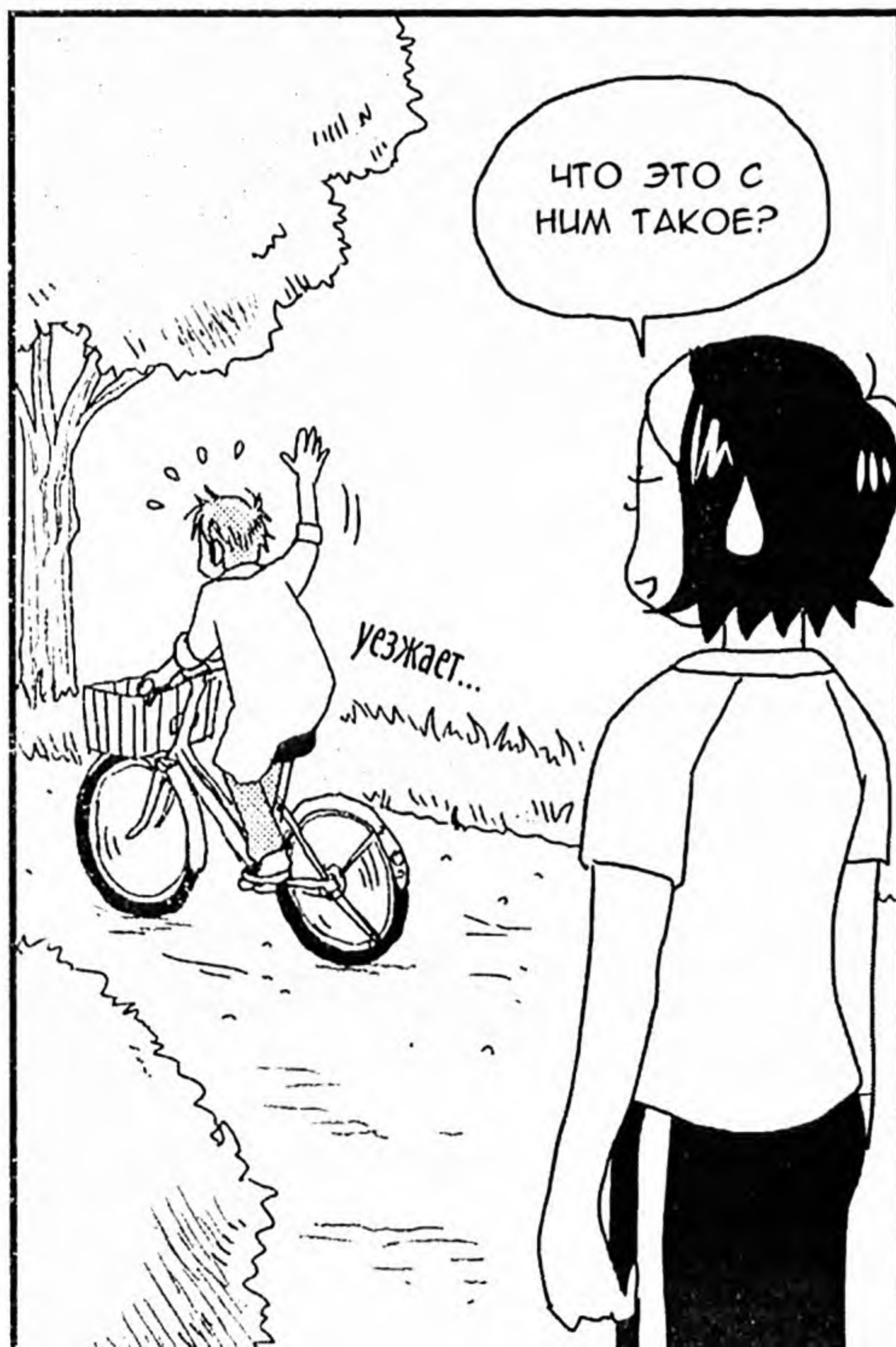


ЕСЛИ СЕЙЧАС О НИХ НЕ ПОЗАБОТИТЬСЯ, ПОТОМ ОНИ БУДУТ СИЛЬНО БОЛЕТЬ.











ЕЩЕ НЕМНОГО О МЫШЦАХ И КОСТЯХ



Мы обсудили строение мышц и суставов. Ты узнала, что именно мышцы позволяют твоему телу двигаться. Но в нашем теле есть мышцы, которые не нужны. Это длинные ладонные мышцы, которые не выполняют никаких функций. Животным они были нужны для выпуска когтей, а нам они, видимо, достались в наследство. Впрочем, такие мышцы имеются не у всех: у некоторых людей их нет. Вернемся, однако, к решению наших проблем.

Теперь поговорим немного о том, как наше тело вырабатывает тепло. Наш организм постоянно вырабатывает энергию из кислорода и пищи, и сжигает эту энергию, высвобождая тепло. Наше тело производит и распространяет тепло даже, когда мы спим или сидим за столом, готовясь к экзамену. Чем больше энергии мы используем, тем больше тепла вырабатывается, поэтому тело становится намного теплее, когда мы начинаем делать физические упражнения, как видно на рисунке.

ЧЕМ МЫ АКТИВНЕЕ, ТЕМ БОЛЬШЕ ВЫРАБАТЫВАЕТСЯ ТЕПЛА



Сон



Сидение за столом



Занятие спортом

Знаете ли вы, что...

Особый вид жировой ткани, называемый бурый жир, состоит из клеток с дополнительными митохондриями, плюс определенный тип белка, влияющий на производство АТФ. В результате, когда бурый жир потребляет калории, он взамен АТФ производит тепло. Этот тип ткани особо распространен у новорожденных и впадающих в спячку животных.

РЕГУЛЯЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА

Скелетные мышцы – это главные, но не единственные, производители тепла в теле. Пищеварительная система, сердце, головной мозг и печень – все они также производят тепло. На самом деле любая активная клетка производит тепло в той или иной степени. Телу становится теплее после приема пищи, и не только, когда пища горячая, но и из-за того, что активизируется пищеварительный процесс.

Люди теплокровны. Это означает, что температура тела должна всегда оставаться в определенном диапазоне. Если она слишком высокая или низкая, наш организм не может нормально функционировать.

Возможно, ты заметила, что когда ты занимаешься, твоё тело разогревается. Это происходит из-за того, что при сокращении скелетных мышц выделяется тепло. Когда холодно, мышцы быстро сокращаются, и ты дрожишь (см. рисунок). В результате этого также вырабатывается тепло, которое кровь переносит по всему телу, чтобы поддерживать его температуру.

ОТ ХОЛОДА И ОЗНОБА МЫШЦЫ СОКРАЩАЮТСЯ
И ПРОИЗВОДЯТ ТЕПЛО



Но наш организм также должен беречься от перегрева, да? Для этого мы потеем?



Да. Температура тела должна поддерживаться в диапазоне 36–38 °C.

Тепло может выходить из тела через кожу, дыхание и через пот (см. рисунок на стр. 172). Когда ты активно упражняешься и начинаешь разогреваться, твоё тело начинает потеть, чтобы охладить себя. По мере рассеивания тепла, тело охлаждается.

СПОСОБЫ ИЗБАВЛЕНИЯ ОТ ЛИШНЕГО ТЕПЛА



Кровеносные сосуды под кожей расширяются, чтобы больше тепла из крови рассеялось в окружающем воздухе.



Тепло можно вывести с помощью дыхания.



Когда пот испаряется с поверхности кожи, он также забирает с собой часть тепла тела.

Когда температура окружающей среды высока, наша кожа краснеет из-за того, что кровеносные сосуды под ней расширяются. Это позволяет обеспечить приток большого количества крови к поверхности кожи, чтобы тепло крови от кожи излучалось в окружающий воздух.

Потоотделение также охлаждает тело благодаря процессу, называемому «охлаждение испарением». Когда температура воздуха выше температуры тела, потоотделение – единственный способ избавиться от лишнего тепла. К тому же потовые железы, как и мышцы, могут увеличиваться и выделять больше пота, и если использовать их чаще, то регулярные упражнения помогут организму лучше адаптироваться к летнему зною! Когда температура воздуха высока, важно поддерживать водный баланс, поскольку тело, когда потеет, теряет много жидкости.



Ты знаешь, почему тело не может функционировать при температуре выше 42 °C?



Хм... почему?

Если температура тела превышает 42 °C, белок в организме начинает перерождаться, и организм не может больше функционировать. (На старых ртутных термометрах шкала на этом значении и заканчивалась). Температура тела регулируется терморегуляторным центром гипоталамуса. Гипоталамус для поддержания температуры тела использует несколько механизмов. Когда тебе слишком холодно, задняя часть гипоталамуса координирует отклик (например, дрожь), управляет притоком крови к кожным покровам и способствует выработке таких гормонов, как норэпинефрин и эпинефрин. Когда тебе слишком жарко, передний отдел гипоталамуса координирует противоположные отклики.

Знаете ли вы, что...

Сонная артерия, подмышечная артерия и бедренная артерия – это три крупные артерии, проходящие вблизи от поверхности кожи в районе шеи, подмышки и паха соответственно. Охлаждение или разогревание этих участков тела может оказать сильное влияние на температуру тела, благодаря изменению температуры крови, протекающей по этим артериям.



Структурная основа – именно это основное назначение примерно 206 костей человеческого тела. Не было бы костей, оно бы распалось и не могло бы двигаться. Но это не единственная роль, выполняемая костями. В них также накапливается кальций, и содержится костный мозг, создающий новые клетки крови.

Кости сконструированы так, чтобы быть крепкими и мало весить. Многие кости имеют пористую структуру, называемую *губчатой костью*, которая похожа на губку. Губчатая кость в основном находится в оконечностях длинных костей и в костях сложной формы, таких как лопатка, позвоночник и таз. Крепкий внешний слой костей – это *кортикальный слой*, который намного плотнее внутреннего. Если рассмотреть длинную кость на примере бедра, то валик этой кости – это кортикальная кость с полым центром (*костномозговая полость*). Кортикальная и губчатая кости вместе обеспечивают невероятную крепость костям. На **рис. 8.1** показано строение костей.

Если посмотреть в микроскоп, то видно, что кость состоит из белкового каркаса, называемого *коллагеном* (он крепче стали). Коллаген кальцифицируется таким образом, что становится гибким, а не полностью жестким. Эта способность сгибаться не трескаясь помогает нашим костям выносить чрезмерно мощные внешние нагрузки.

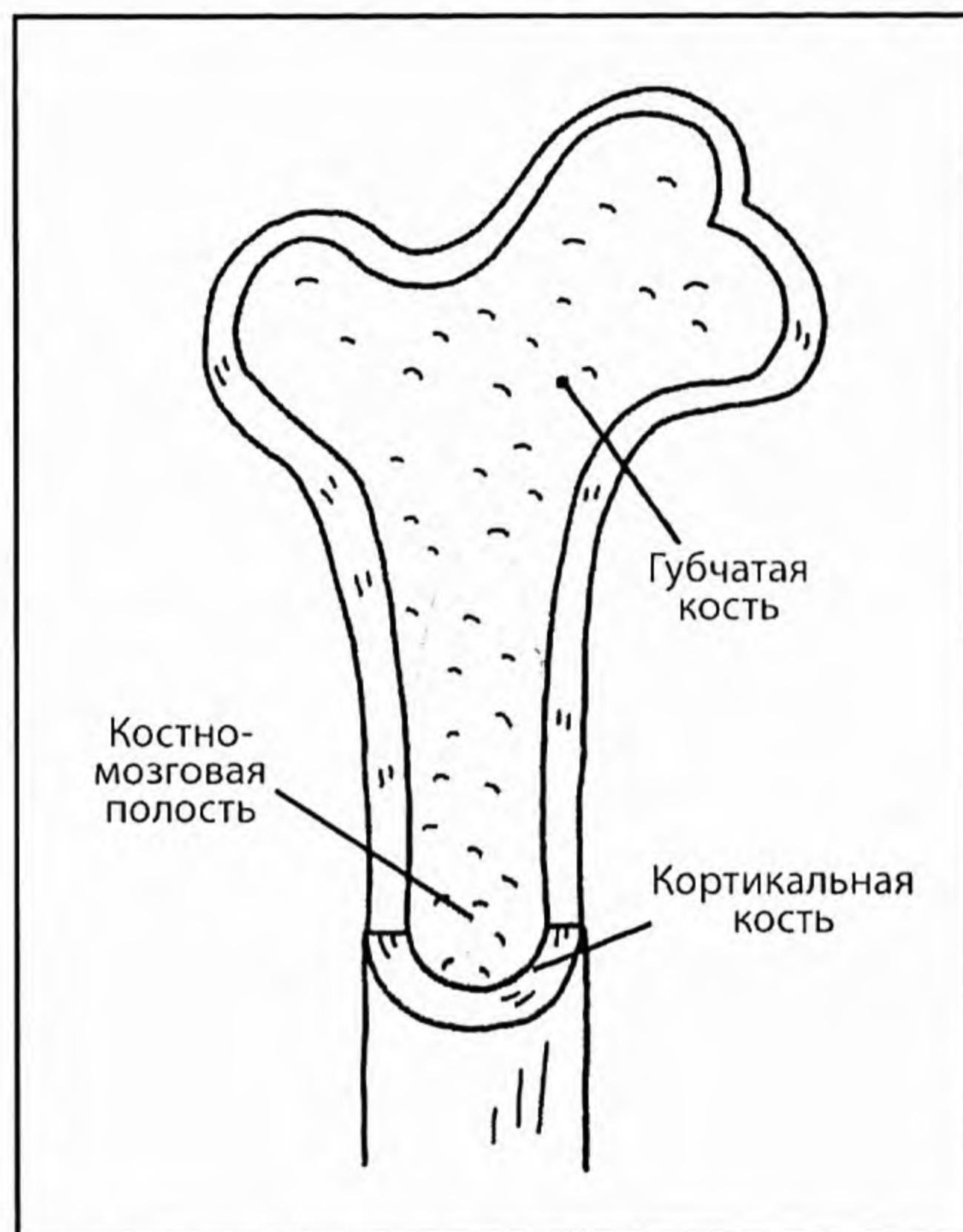


Рис. 8.1. Основное строение кости



Кто бы мог подумать, что кости – это так сложно! Кости всегда заменяют сами себя, верно?



Точно. Даже после остановки роста скелета наши кости всегда немного рассасываются (*костная резорбция*), и на том месте происходит образование новой костной ткани (*оссификация*). Считается, что к возрасту двух лет все изначально сформировавшиеся кости уже заменились на новые.

Кости рассасываются и регенерируются благодаря клеткам, называемым *остеокласты* и *остеобласты*. Остеокласты постепенно растворяют и разрушают костную структуру. Остеобласты регенерируют кость, присоединяя кальций. Весь этот процесс называется *обменом веществ в костной ткани*, который как прекращает, так и активизирует рост костной ткани, всегда поддерживая в порядке ее микроструктуру (см. **рис. 8.2**).

Конечно, когда остеокласты разрушают костную ткань, они до известной степени создают проблему. Убирая старую кость, на которой с течением времени образовались микротрещины, они также извлекают оттуда кальций, чтобы поддерживать нужную концентрацию кальция в крови.

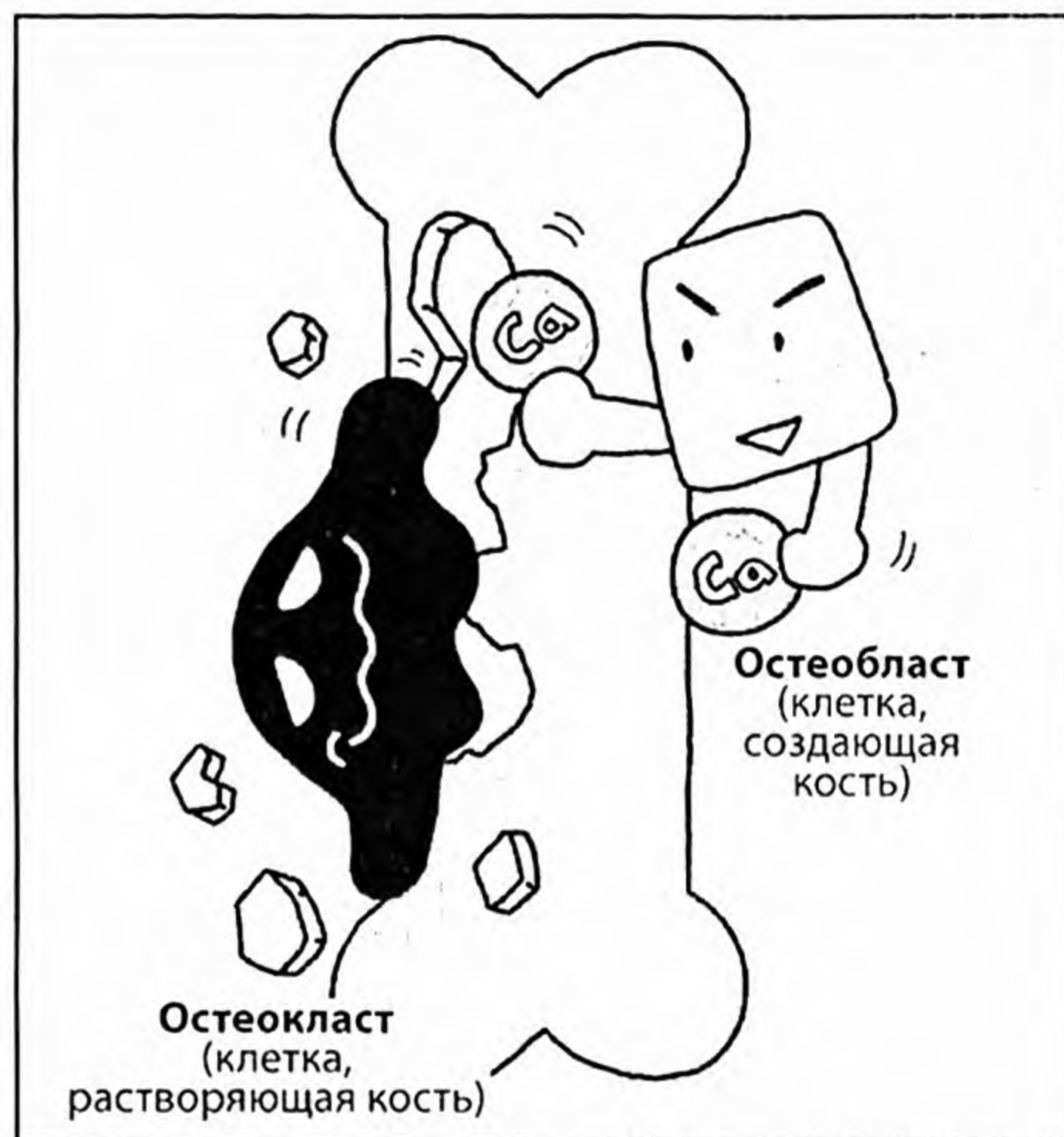


Рис. 8.2. Остеокласты и остеобласты за работой

Знаете ли вы, что...

В костях содержится 99% всего кальция, накопленного в организме. Обмен веществ в костной ткани имеет тесную связь с эстрогеном, который замедляет разрушение костной ткани. В результате после менопаузы, когда в организме женщин производится значительно меньше эстрогена, женщины становятся предрасположенными к опасной потере костной массы, называемой *остеопорозом*, отчего кости становятся очень хрупкими.

Костный мозг

Костный мозг находится внутри наших костей. Если собрать весь костный мозг одного человека, то его объем будет примерно равен объему печени. Костный мозг полон клеток-предшественников – стволовых клеток, которые в конечном итоге образуют клетки крови определенных типов, таких как эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Эта способность стволовых клеток трансформироваться в любые клетки, необходимые организму, представляет особый интерес для исследователей, ищущих способ лечить заболевания с помощью «универсальных» клеток, которые могут регенерировать поврежденные органы.

В костном мозгу плоских костей, таких как тазовые и ребра, постоянно создаются клетки крови. А в длинных и узких костях (например, в костях рук и ног) большое количество клеток крови не производится. Длинные кости производят кровь только до 20-летнего возраста. После этого костный мозг в них становится неактивным и теряет свою красную окраску, и красный костный мозг становится желтым костным мозгом.

Когда зародыш развивается в матке, его клетки крови производятся печенью и селезенкой. Эти органы могут возобновить производство клеток крови позже на протяжении жизни, если костный мозг будет не в состоянии производить достаточное количество крови.

ГЛАВА

9

КЛЕТКИ, ГЕНЫ И РЕПРОДУКЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

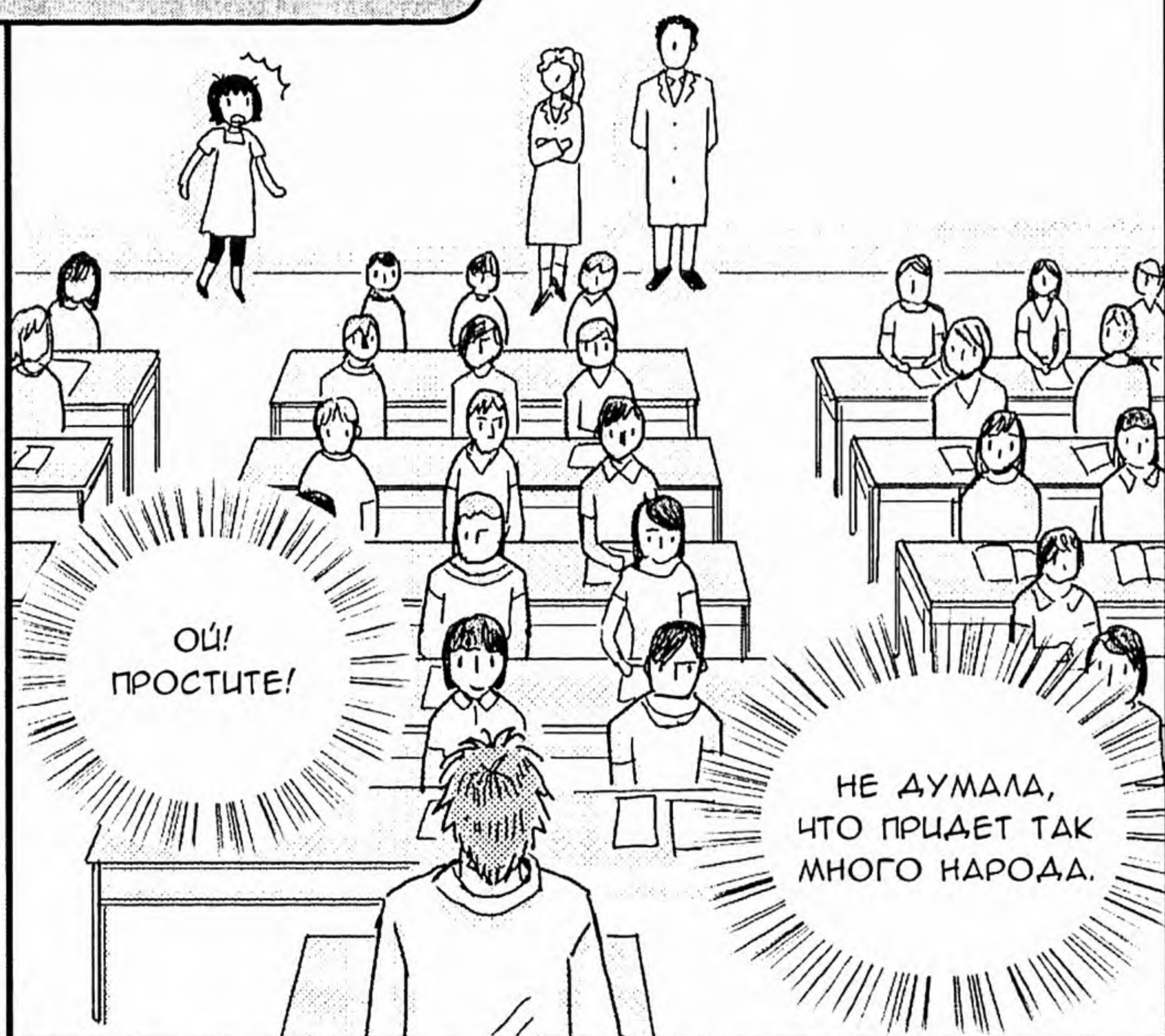
ХРАНЕНИЕ И ВОССОЗДАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАМЫСЛОВ ПРИРОДЫ

ОСНОВНОЕ СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Тихо...

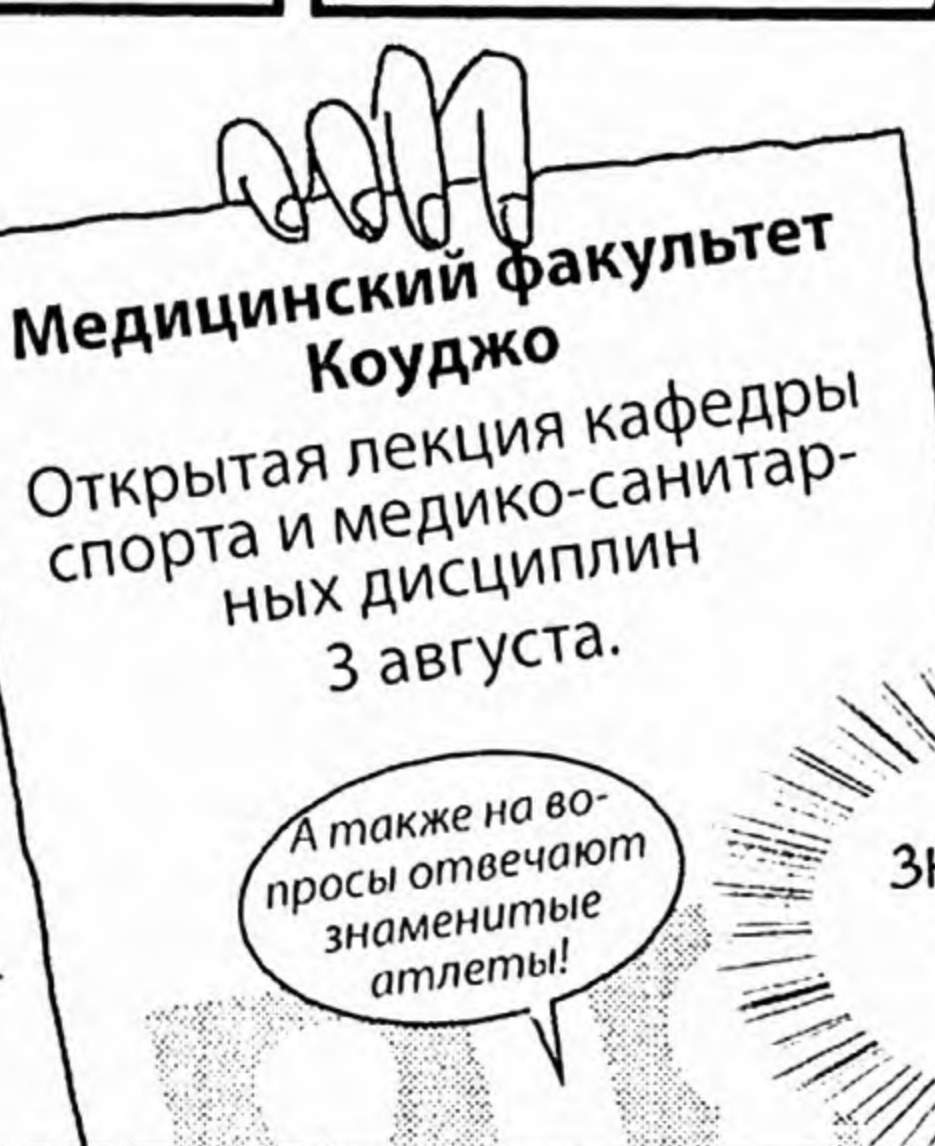


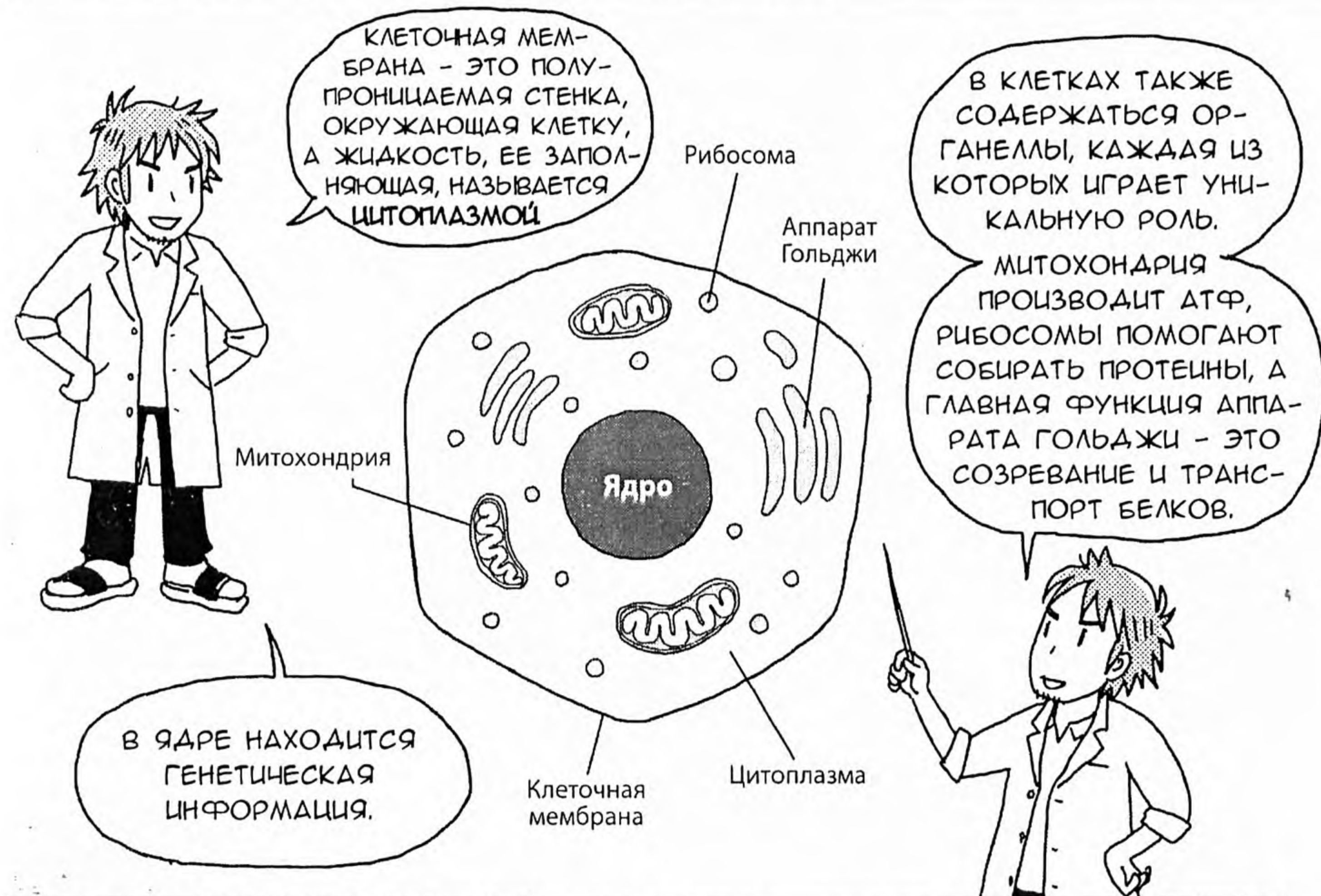
ЩЕЛК



Ой!
ПРОСТИТЕ!

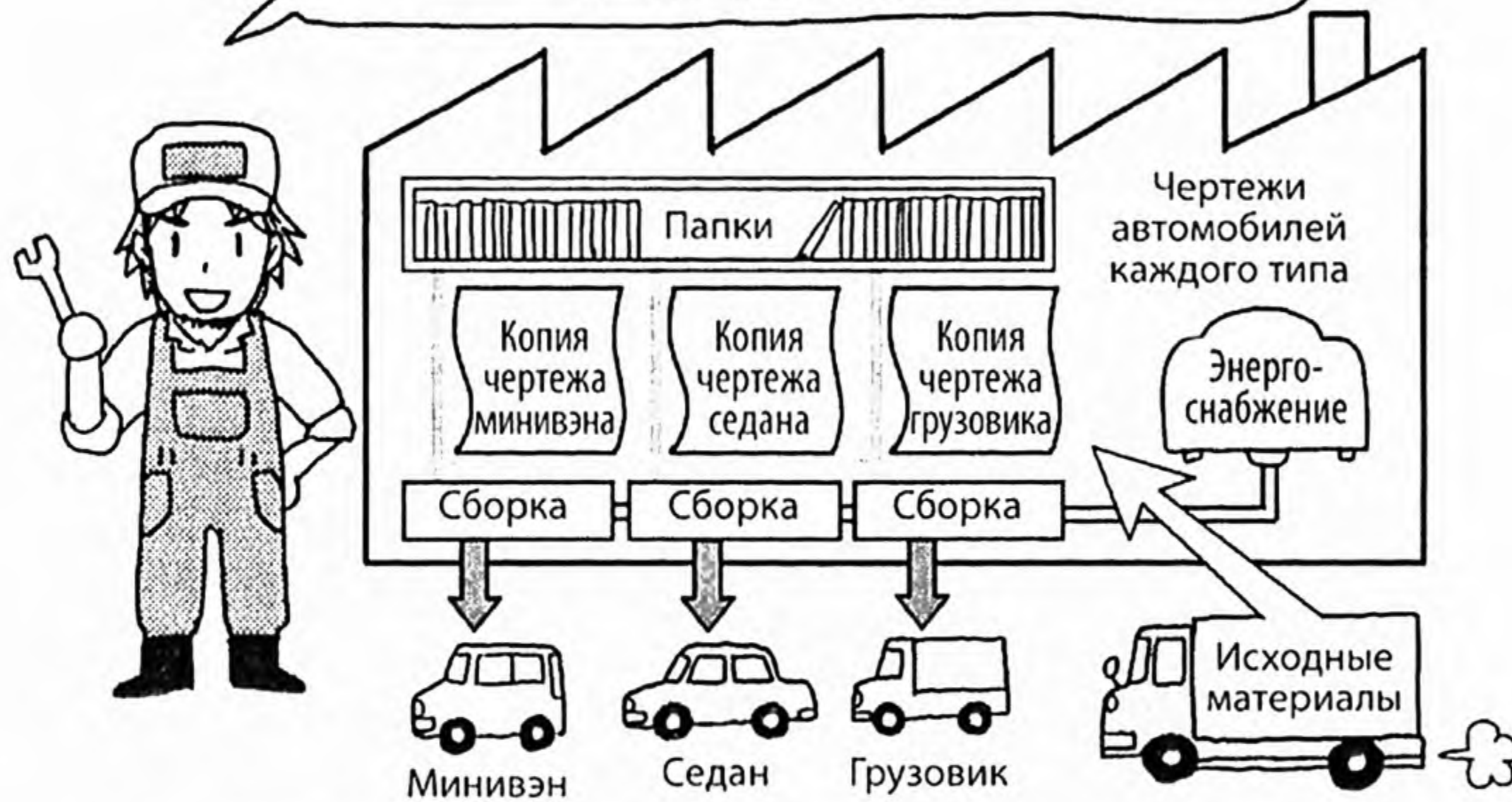
НЕ ДУМАЛА,
ЧТО ПРИДЕТ ТАК
МНОГО НАРОДА.







КОГДА ПРИХОДИТ ПОРА СОБИРАТЬ ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ВИД МАШИНЫ, ДЕЛАЕТСЯ КОПИЯ ЧЕРТЕЖА ИЗ ПАПКИ, И ЕЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ПРИ СБОРКЕ.

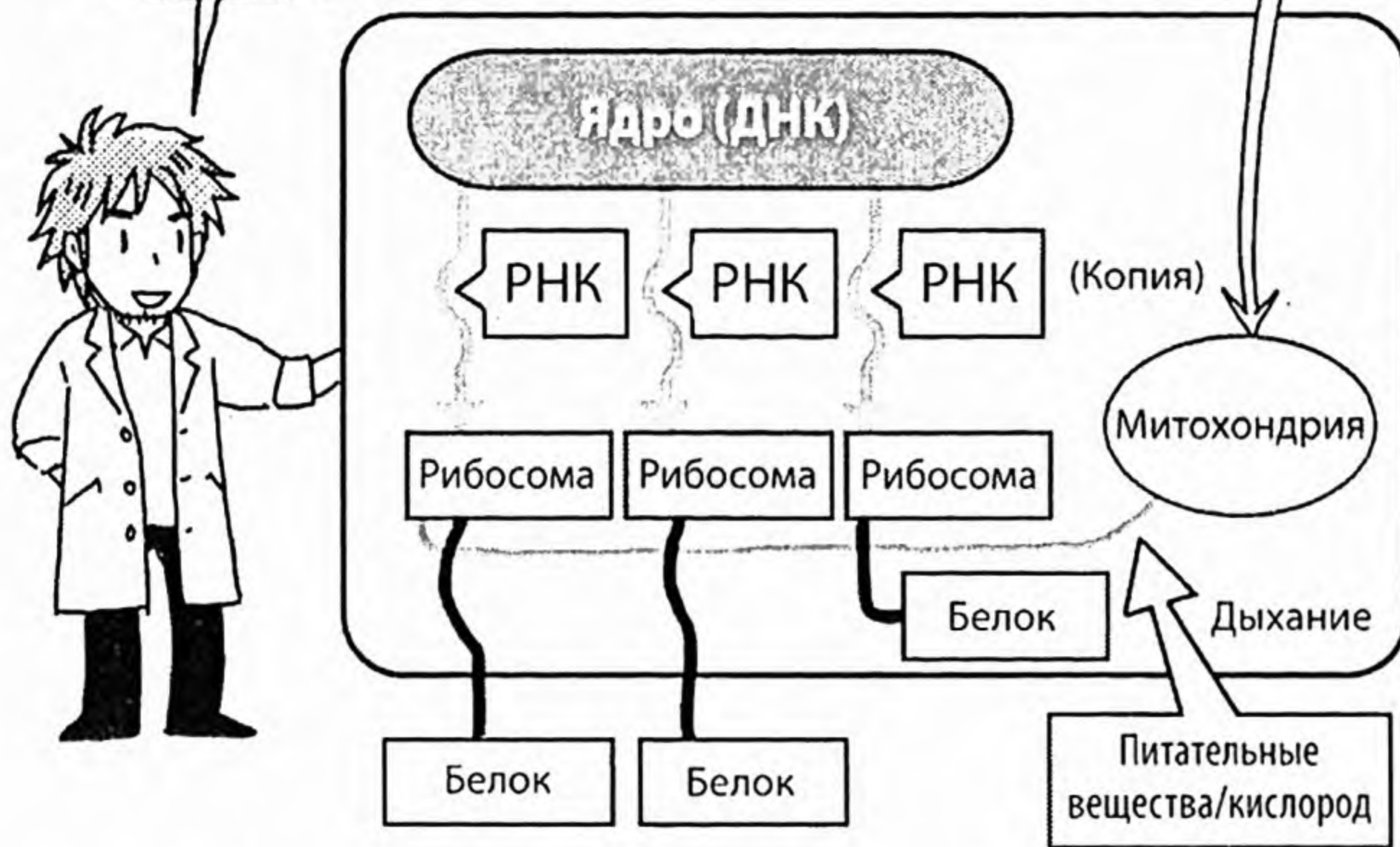


ХОРОШО, ПОКА ВСЕ ПОНЯТНО...



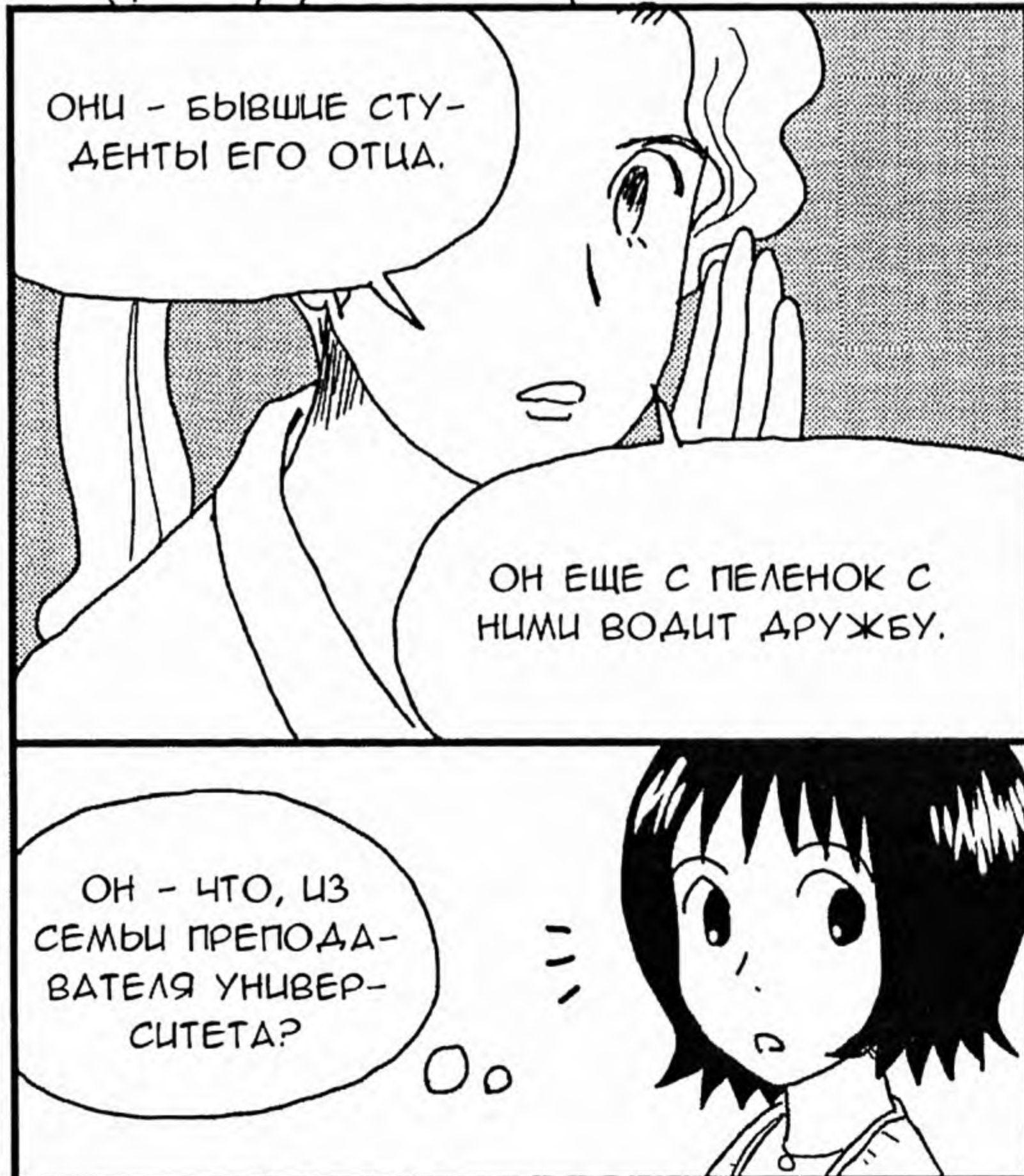
В ЛЮБОЙ КЛЕТКЕ РАЗДЕЛ ДНК КОПИРУЕТСЯ В НИТЬ РНК, А РИБОСОМЫ СИНТЕЗИРУЮТ БЕЛКИ СОГЛАСНО ТОЙ КОПИИ РНК.

Митохондрия поставляет АТФ в качестве энергии (см. «АТФ и цикл лимонной кислоты» на стр. 70).



ЭТО ОСНОВНОЕ СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ АБСОЛЮТНО ОДИНАКОВО У ВСЕХ, В ТОМ ЧИСЛЕ И У МИСТЕРА САТО, И У МИСТЕРА МИЗУШИМА, КОТОРЫЕ СОГЛАСИЛИСЬ ПРИЙТИ К НАМ СЕГОДНЯ.





ДАВАЙТЕ ПОГОВОРИМ, КАК КЛЕТКИ ГРУППИРУЮТСЯ.



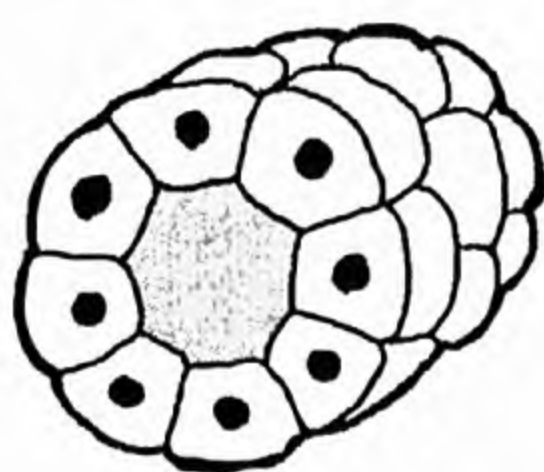
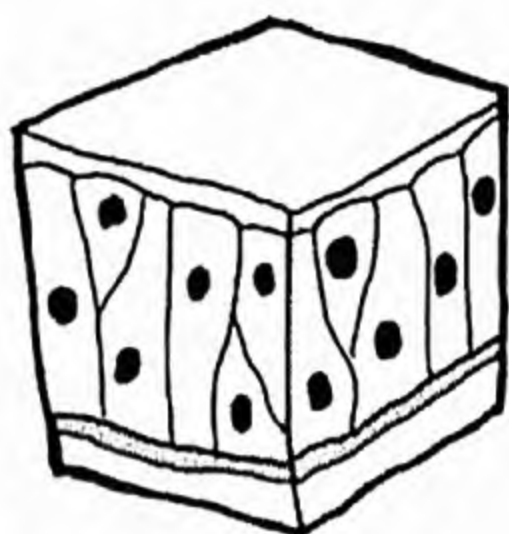
ЧПОК

СКОПЛЕНИЕ КЛЕТОК НАЗЫВАЕТСЯ ТКАНЬЮ.

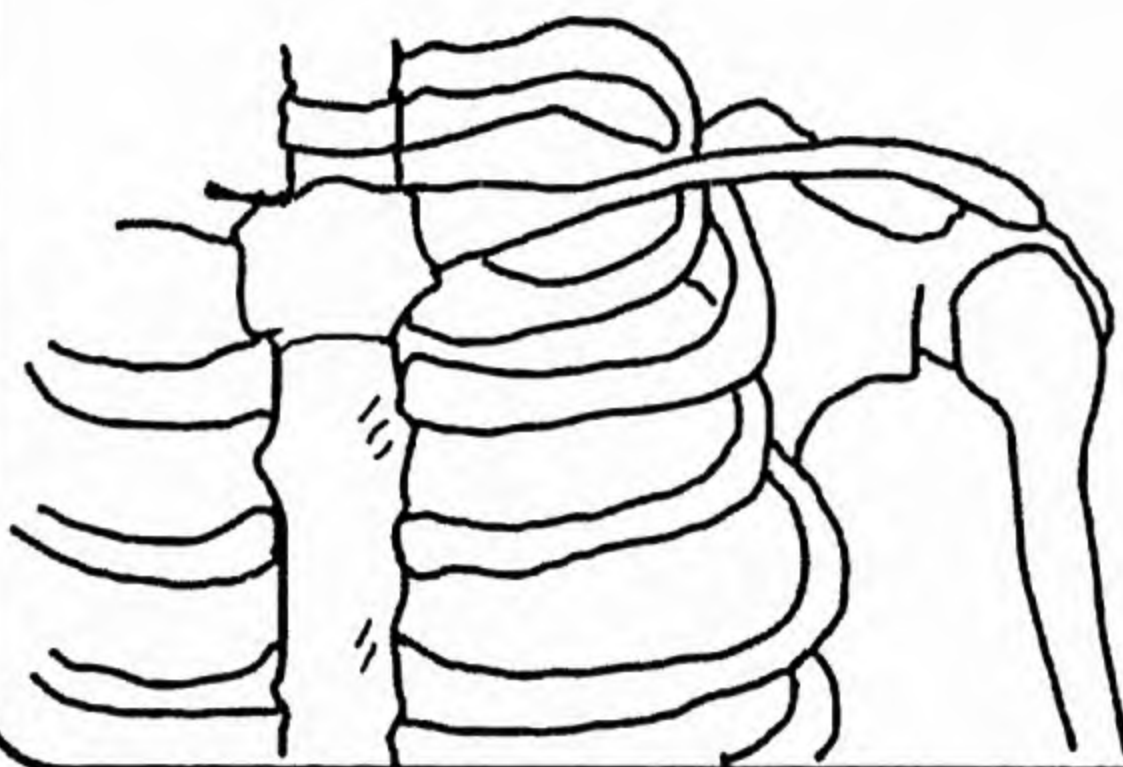
ФОРМА И ФУНКЦИИ КЛЕТКИ ЗАВИСЯТ ОТ ТОГО, К КАКОМУ ТИПУ ТКАНИ ОНА ПРИНАДЛЕЖИТ. ТКАНЬ МОЖНО КЛАССИФИЦИРОВАТЬ ЧЕТЫРЬМЯ ТИПАМИ.



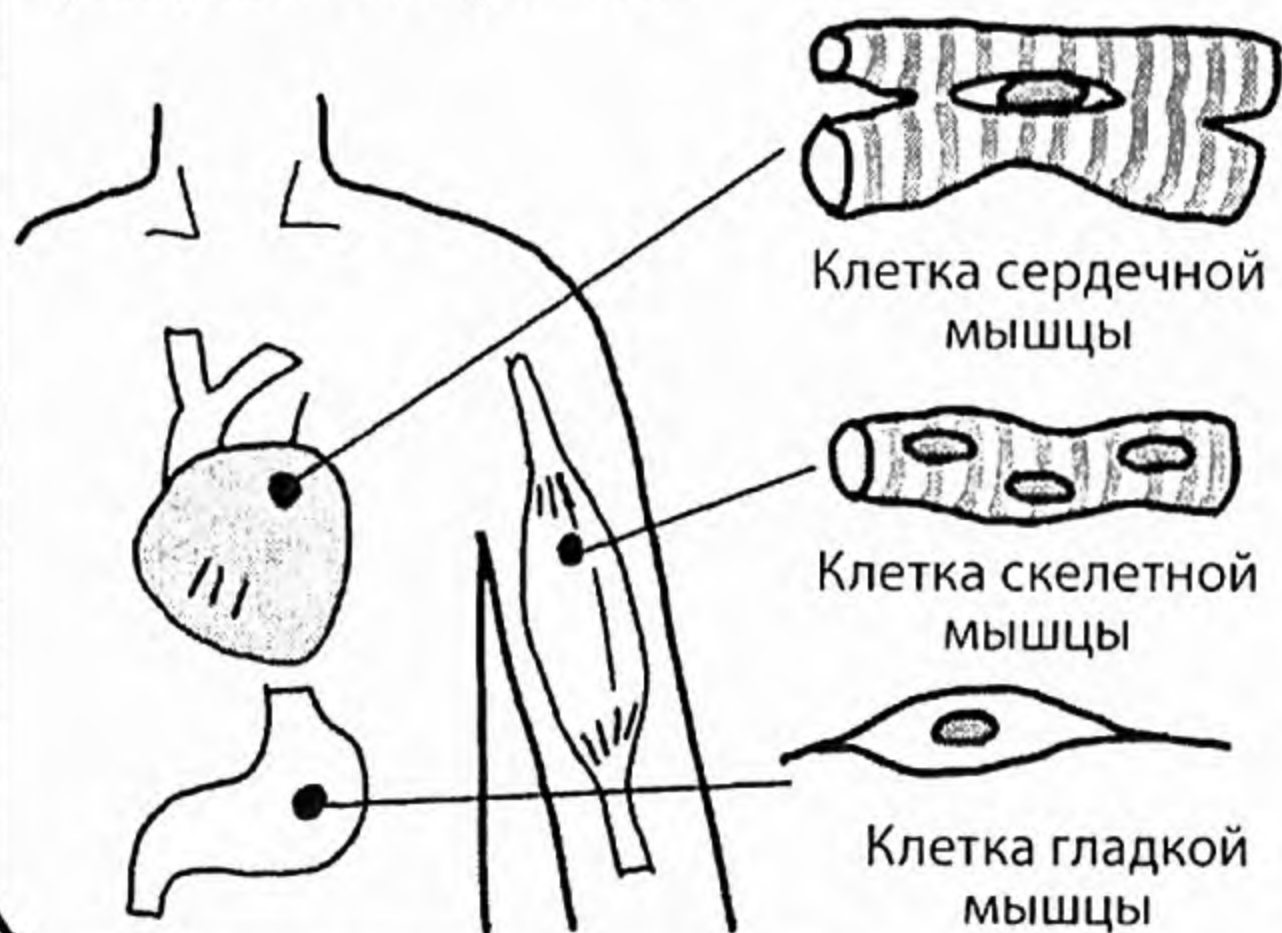
Эпителиальной тканью выложена поверхность нашего тела. Она образует внешний слой кожи и оболочки внутренних органов. Эти клетки образуют защитный барьер, который может поглощать и выделять жидкости.



Соединительная ткань сохраняет структуру всего тела. В основном из нее состоят хрящи, кости и жир.



Клетки мышечной ткани созданы, чтобы сокращаться. Их три типа:

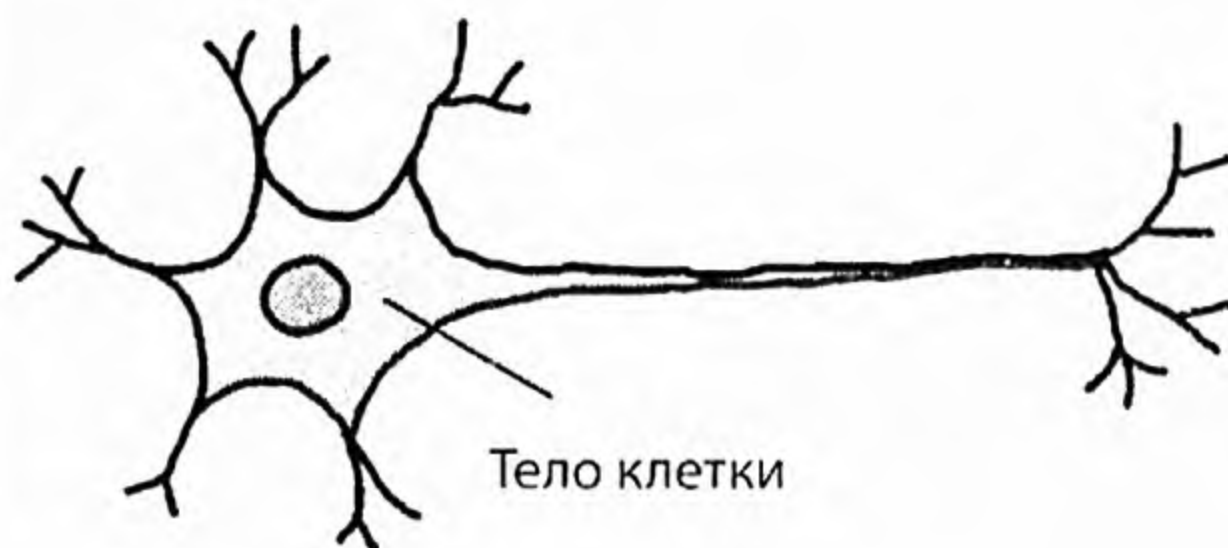


Клетка сердечной мышцы

Клетка скелетной мышцы

Клетка гладкой мышцы

Нервная ткань состоит из нейронов и глияльных клеток, которые обслуживают нейроны и обеспечивают их питательными веществами.



Тело клетки

ИТАК, СОБРАННЫЕ ВМЕСТЕ КЛЕТКИ ОБРАЗУЮТ ТКАНЬ, А РАЗНЫЕ ТИПЫ ТКАНИ В КОМБИНАЦИИ ОБРАЗУЮТ ОРГАНЫ.

А ВСЕ ЭТИ ОРГАНЫ ВМЕСТЕ СОСТАВЛЯЮТ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ.

НИЧЕГО СЕБЕ



ТЕПЕРЬ ДАВАЙТЕ ПЕРЕИДЕМ
К ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИ-
НОВАЯ КИСЛОТЕ, БОЛЬШЕ
ИЗВЕСТНОЙ КАК ДНК.

ДНК

ДНК СОДЕРЖИТСЯ В КЛЕТОЧНОМ
ЯДРЕ И СЛУЖИТ ПОЛНЫМ ДЕ-
ТАЛЬНЫМ ПЛАНОМ ЧЕЛОВЕКА.

ДНК

ДНК

ДНК

ПО ЭТИМ ПЛАНАМ КЛЕТКИ
УЗНАЮТ, КАК СОБИРАТЬ
БЕЛКИ.

БЕЛКИ - ЭТО МНОГОЦЕ-
ЛЕВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
БЛОКИ.

ЭНЗИМЫ, АНТИТЕЛА И КОЛ-
ЛАГЕН - ВСЕ ОНИ СОСТО-
ЯТ ИЗ БЕЛКОВ.

БЕЛОК СОСТО-
ИТ ИЗ ЦЕПОЧКИ
АМИНОКИСЛОТ.

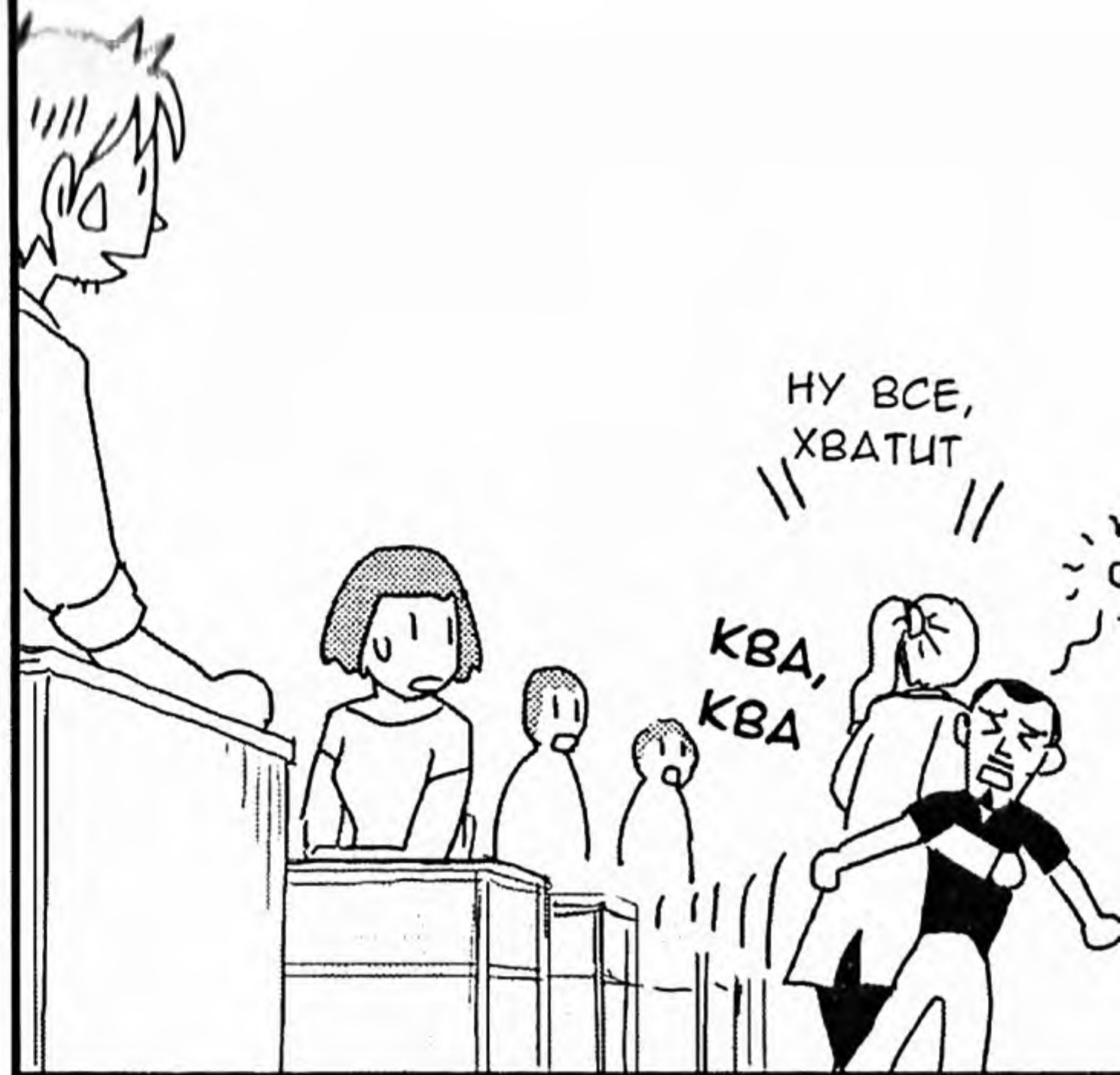
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ЧИСЛА И ПОРЯДКА АМИ-
НОКИСЛОТ ПОЛУЧАЮТСЯ
РАЗНЫЕ БЕЛКИ.

Это антитело!

Это энзим!

ПРОСТИТЕ,
ПРОФЕССОР.











ЕЩЕ НЕМНОГО О КЛЕТКАХ, ГЕНАХ И РЕПРОДУКЦИИ



Наследственность – это явление, при котором характеристики и признаки передаются от клетки к клетке или от родителя к ребенку. В этом разделе мы поговорим о двух механизмах, позволяющих генам передавать свои признаки новым клеткам или потомкам – делении клеток и репродукции.

9. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

По мере того, как деградируют клетки кожи, костей и других частей тела, в результате деления клеток происходит образование новых замещающих клеток. Деление клетки – это еще и процесс, позволяющий одной оплодотворенной клетке за время беременности вырасти в младенца (к этому мы вернемся чуть позже).

Перед тем, как поговорить о делении клеток, нам надо узнать немного о хромосомах. *Хромосомы* – это очень длинные цепочки ДНК, обернутые вокруг белков. Их можно представить себе, как связки ДНК аккуратно упакованные таким образом в клетке, чтобы ими было легче управлять. У человека насчитывается 46 хромосом, распределенных в 23 пары. Наличие пар гарантирует, что у нас есть две копии всех незаменимых ДНК, необходимых нашему организму. Клетки, у которых есть две копии каждой хромосомы, называются *диплоидом*.

Одна из 23 пар (то есть 2 хромосомы) – это особые *половые хромосомы* (или *гоносомы*), а остальные 22 пары (44 хромосомы) называются *аутосомами*. У женщин обе половые хромосомы – это X хромосомы, а у мужчин – одна хромосома – X, а вторая – Y.

Обычно молекулы ДНК рассосредоточены по всему клеточному ядру, но когда клетка собирается делиться, она группирует каждую нить ДНК в хромосомы. На этом этапе можно воспользоваться микроскопом и изучить строение 46 хромосом, чтобы увидеть, имеет ли клетка две X хромосомы или по одной – X и Y.



Хм, то есть мы можем увидеть форму хромосом только во время деления.



Да. Обычно ДНК организована в виде длинной и тонкой спирали, чтобы клетка могла прочесть и использовать ДНК код, но эти спирали собраны в хромосомы во время одной из разновидностей процесса деления клетки, который называется митоз. Давай изучим этот процесс.

В первую очередь, до того, как начинается митоз, ДНК реплицируется в ядре. Затем ядерная оболочка распадается, и ДНК группируется, и образует хромосомы в виде буквы X. Каждая X содержит две нити идентичного кода – оригинал и дубликат, которые расположены рядом друг с другом и сосредоточены в центре клетки. Эти двойные хромосомы затем выстраиваются в центре клетки, и каждая двойная хромосома как бы разрывается нитевыми структурами, называемыми микротрубочками, так, чтобы каждая клетка получила в дальнейшем только одну копию. В заключение центр клетки плотно сжимается до тех пор, пока клетка не разделяется. В результате получают две идентичные клетки, как это показано на **рис. 9.1**.

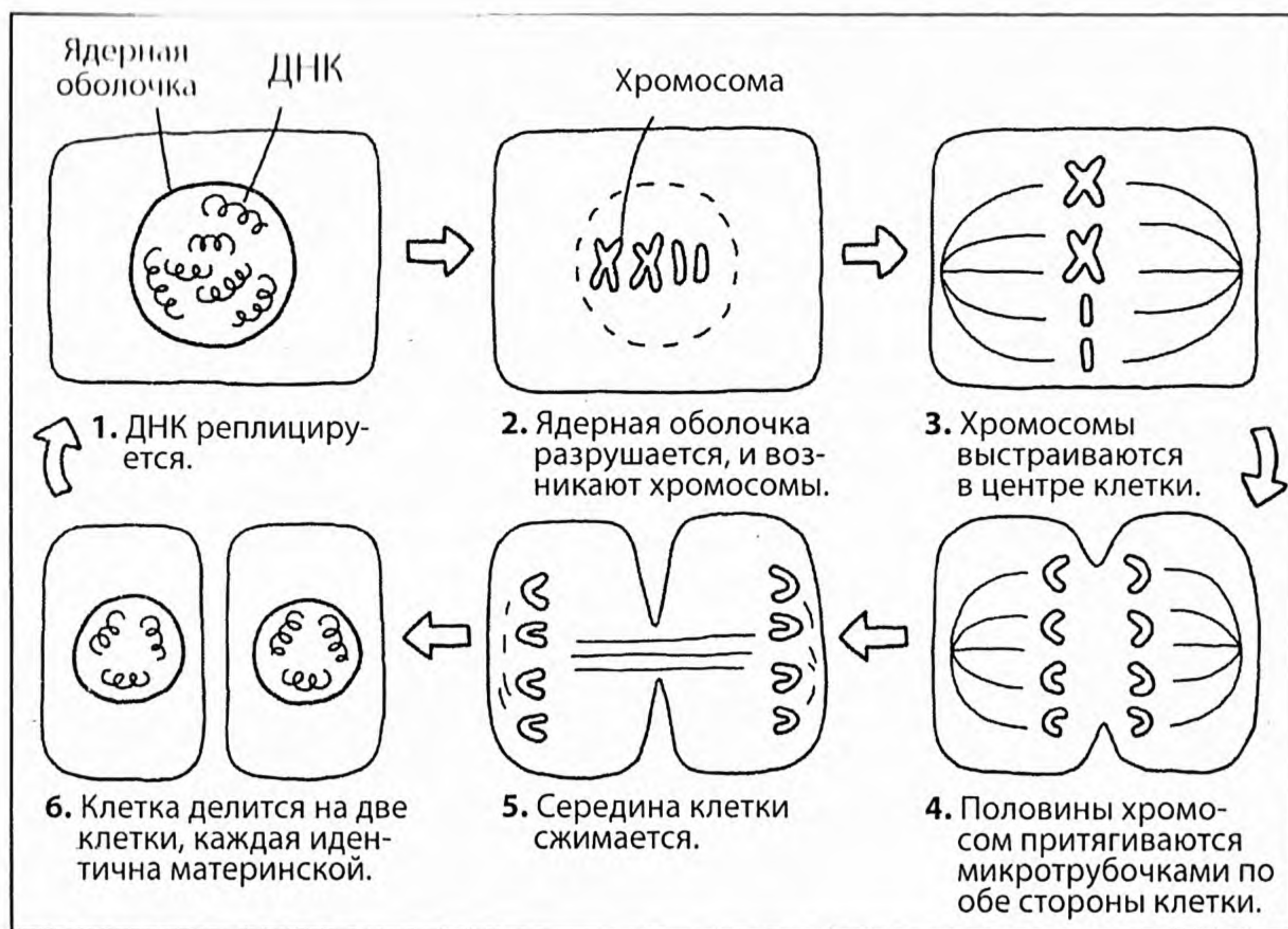


Рис. 9.1. Схематичное представление митоза



Тебе известно, что зародышевые клетки (также их называют половые клетки или гаметы) проходят особое клеточное деление?



Да. Так как яйцеклеткам и сперматозоидам нужна всего половина хромосом от обычной клетки организма.

При обычном делении клетки производят клетки с таким же набором хромосом, как и в оригинальной клетке. Половые клетки, однако, имеют половину хромосом от числа хромосом в обычной клетке, и производятся с помощью специального вида клеточного деления, называемого мейозом.

Мейоз начинается с того, что клетка дублирует все свои ДНК, также как при митозе. Но затем вместо того, чтобы поделиться один раз, она делится дважды. В результате получаются четыре половых клетки, каждая с 23 хромосомами. Эти половые клетки гаплоидные, и являются противоположностью диплоидным клеткам, которые имеют 23 пары хромосом.

Знаете ли вы, что...

Количество хромосом отличается в зависимости от типа организма. У человека – 46 хромосом, у собаки – 78, а у плодовой мушки дрозофилы – всего 8.

Пока что мы обсуждали явление деления клетки, называемое фазой деления, но большую часть времени клетки находятся в состоянии интерфазы. В интерфазе клетки используют информацию ДНК, чтобы расти, накапливать питательные вещества, создавать белки и выполнять свои специфические функции в организме. При необходимости клетка, находящаяся в интерфазе, может инициировать очередную фазу деления для создания двух клеток, которые затем входят в интерфазу. Интерфаза и фаза деления вместе составляют полный клеточный цикл.

4. ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Для своего воспроизводства одноклеточные организмы, такие как бактерии или водоросли, просто делятся на два. При таком воспроизводстве, называемом *бесполом* размножением, новый организм представляет собой полную копию родителя. А вот почти все многоклеточные организмы (включая людей) полагаются на половое размножение, при котором получаются отпрыски, отличные от каждого из родителей.

Половое размножение зависит от гаметов – сперматозоидов и яйцеклеток. Сперматозоиды производятся в яичках самца, а яйцеклетки производятся и созревают в яичниках самок. Самки рождаются с одним или двумя миллионами овариальных фолликулов. Каждая овариальная фолликула – это группа клеток, окружающих одну незрелую яйцеклетку (также называемую яйцом).



Яички постоянно производят сперму, а вот количество яйцеклеток в яичниках ограничено, не так ли?



С наступлением полового созревания каждый месяц одна овариальная фолликула созревает и становится годной для оплодотворения, а несколько тысяч других овариальных фолликулов постепенно запустевают и ресорбируются организмом. В конце концов запас овариальных фолликулов заканчивается.

Когда овариальная фолликула созревает, из нее высвобождается яйцеклетка и выталкивается из яичника. Этот процесс называется *овуляцией* (см. **рис. 9.2**). Яйцеклетка затем направляется бахромками маточной трубы – что-то вроде множественных выростов по краю – в фаллопиевую трубу, где она может встретиться со сперматозоидом. В это время овариальный фолликул, который произвел яйцеклетку, изменяет форму и становится желтым телом. Если яйцеклетка встречается со сперматозоидом, она оплодотворяется и затем посылает сигнал желтому телу, которое в дальнейшем будет играть ключевую роль, выделяя важные гормоны для развития беременности (см. «Половые гормоны» на стр. 209).

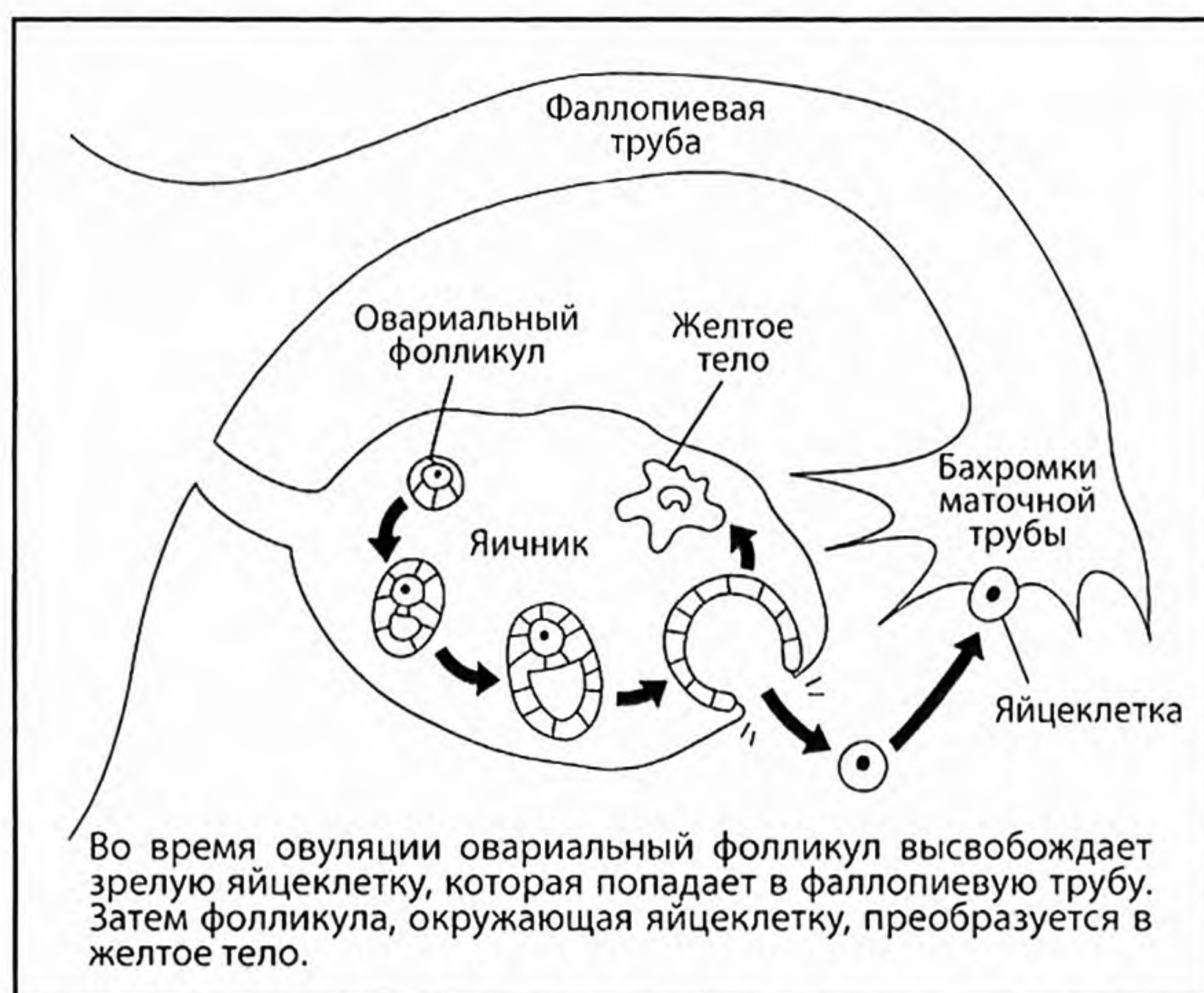


Рис. 9.2. Процесс овуляции



Только один сперматозоид может оплодотворить яйцеклетку, так? Сколько сперматозоидов обычно участвует в гонке?



Количество выпущенных за один раз сперматозоидов разнится от десяти миллионов до сотен миллионов.

Теперь поговорим о сперматозоидах. Когда сперматозоиды попадают в вагину, начинается ожесточенная гонка «кто первый достигнет яйцеклетки» (см. рисунок). Во время этой гонки некоторые сперматозоиды рвутся вперед, а другие отклоняются от курса и выбывают из игры. Число сперматозоидов, достигших фаллопиевых труб, в среднем составляет десятки тысяч, и только ста удастся приблизиться к яйцеклетке. Всего один сперматозоид способен в конце концов оплодотворить яйцеклетку, но вполне вероятно, что ни один этого не сделает.

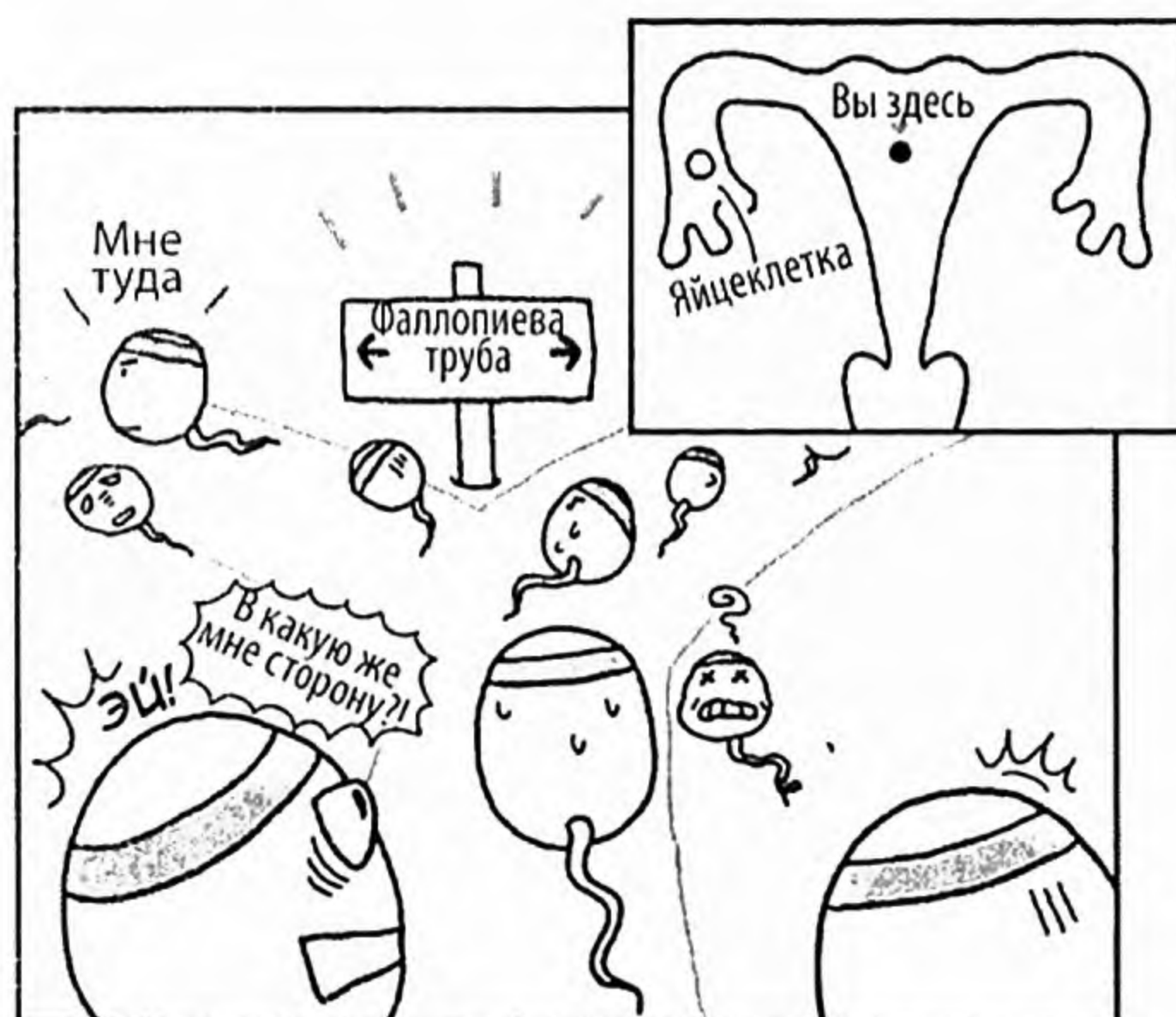
ГОНКА СПЕРМАТОЗОИДОВ



❶ От 10 до 100 миллионов сперматозоидов стартуют одновременно.



❷ Гонка сперматозоидов к матке. По дороге некоторые теряются и умирают.



❸ При входе в фаллопиевы трубы сперматозоиды не торопятся останавливаться, по ходу решая куда двигаться – направо или налево.



❹ Относительно малая часть сперматозоидов оказывается поблизости от яйцеклетки. Ее оплодотворит самый первый добравшийся до нее сперматозоид.

Реснички, расположенные по внутренней поверхности фаллопиевой трубы, переносят яйцеклетку в матку. Если оплодотворение произошло, то яйцеклетку ждет много циклов клеточного деления и рост. Оплодотворенная яйцеклетка имплантирует себя там, где она оказывается на эндометрии (внутренняя стенка матки), и именно там будет происходить ее развитие во время беременности, как это показано на **рис. 9.3**.

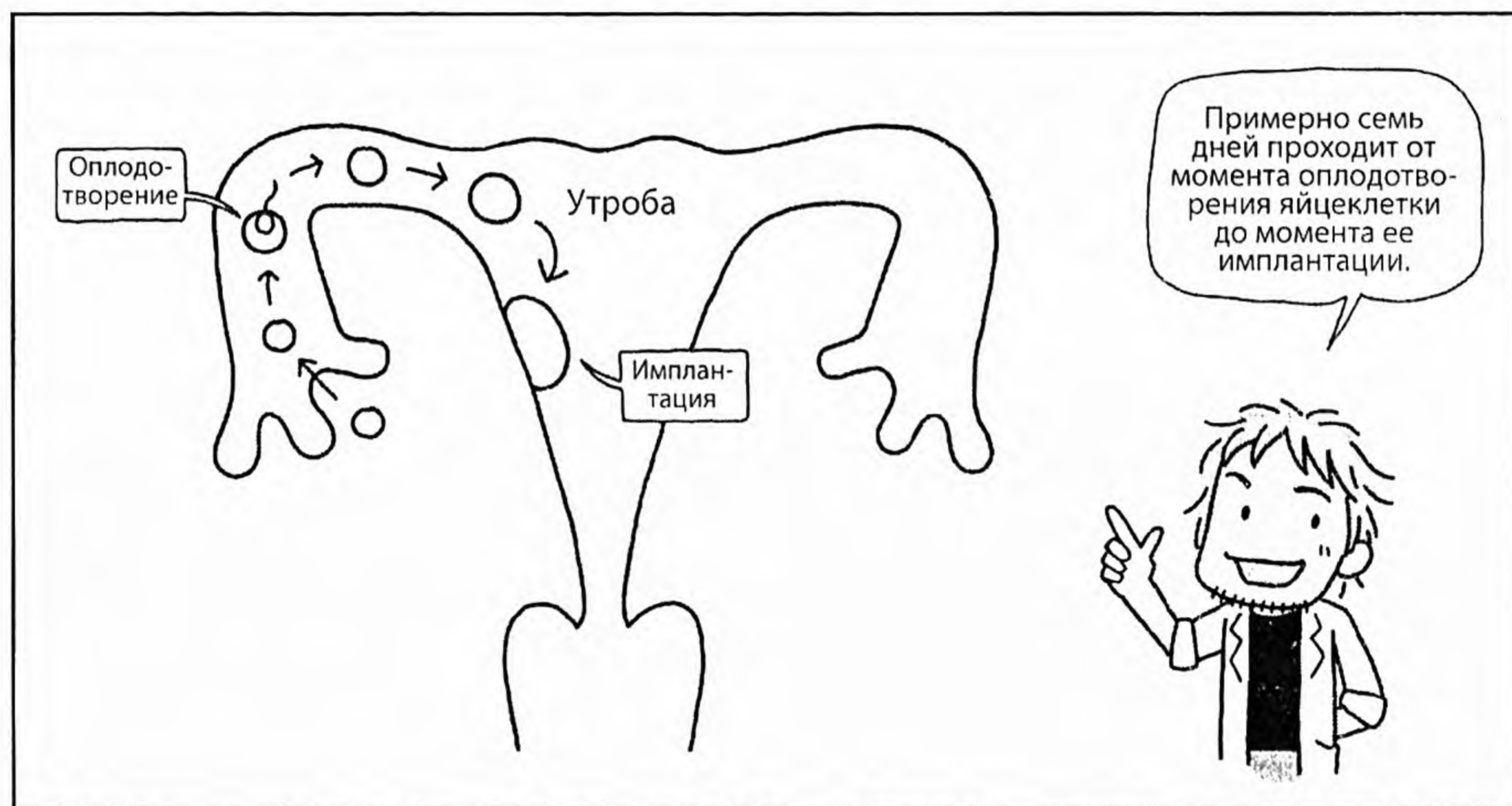


Рис. 9.3. От оплодотворения до имплантации



Но деление клетки начинается до того, как оплодотворенная яйцеклетка оказывается в матке, так?



Верно. Клеточное деление начинается сразу же после оплодотворения, и затем клетка начинает адаптироваться по времени, когда ей прикрепиться в матке.

Знаете ли вы, что...

Период жизни созревшей яйцеклетки составляет от половины суток до суток, а период жизни сперматозоида равен примерно 2–3 дня.

С момента оплодотворения нужно примерно 38 недель для того, чтобы из яйцеклетки развился младенец, способный к жизни вне матки. Но зачастую считается, что период беременности наступил в первый день последнего менструального периода, то есть, грубо говоря, за 2 недели до овуляции и момента оплодотворения. Поэтому в общем получается 40 недель.

ГЛАВА
10

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

ПОСЫЛАЯ СИГНАЛЫ ПО КРОВОТОКУ

ЧТО ТАКОЕ ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА?



ТВОЯ ПЕРЕСЕДКА И МАРАФОН БУДУТ ЗАВТРА, ТАК?

ТЫ ГОТОВА?

НЕ СОВСЕМ...
Я КАК-ТО ВОЛ-
НУЮСЬ И ЗА ТО
И ЗА ДРУГОЕ.

ЖАЛЬ, НЕ БЫЛО
ВРЕМЕНИ ЛУЧШЕ
ПОДУЧИТЬ ЭНДО-
КРИННУЮ СИСТЕМУ.

В ЭТОЙ ТЕМЕ
НАДО МНОГО
ЗАПОМИНАТЬ,
И НЕ ВСЕ СТУ-
ДЕНТЫ С ЭТИМ
СПРАВЛЯЮТСЯ.

НО Я МОГУ
ПОМОЧЬ! ДА-
ВАЙ СДЕЛАЕМ
НЕБОЛЬШОЙ
ОБЗОР.

ОРГАНЫ ЭНДО-
КРИННОЙ СИСТЕМЫ
ВЫРАБАТЫВАЮТ
ГОРМОНЫ, КОТОРЫЕ
РЕГУЛИРУЮТ ФУНКЦИИ
ОРГАНИЗМА.

У БОЛЬШИНСТВА ЭТИХ
ЖЕЛЕЗ МНОГО ФУНК-
ЦИЙ, ДАВАЙ ВКРАТЦЕ
ИХ РАССМОТРИМ.

Основные органы эндокринной системы человека

Гипоталамус и гипофиз

Гипоталамус связывает нервную и эндокринную системы, а также поддерживает баланс температуры тела и химических процессов в организме. Гипофиз — это что-то вроде центра управления. Он дает команды другим железам вырабатывать их гормоны.

Щитовидная железа

Эта железа имеет форму бабочки, находится в шее и выделяет гормоны, регулирующие метаболизм. Паращитовидные железы под ней регулируют уровень кальция и костную структуру.

Надпочечники

Эти железы в виде треугольников находятся над верхней частью почек. Они состоят из мозгового вещества в центре, и коркового вещества вокруг.

Поджелудочная железа

Кроме выделения пищеварительных соков (поджелудочный сок), поджелудочная железа также вырабатывает гормоны, регулирующие усвоение и распределение питательных веществ в организме.

Яичники (у женщины)

Яичники вырабатывают эстроген и прогестерон, а также производят женские половые клетки (яйцеклетки).

Яички (у мужчины)

Яички вырабатывают андрогены (мужские половые гормоны) и производят сперму.

ПОКА
ТЕБЕ ВСЕ
ПОНЯТНО?

ДА!

ЭТИ ЭНДОКРИН-
НЫЕ ЖЕЛЕЗЫ ВЫ-
ДЕЛЯЮТ ГОРМО-
НЫ В КРОВОТОК.

ГОРМО-
НЫ ВЛИЯЮТ
НА РАБОТУ ДРУГИХ
ОРГАНОВ И СПОСОБНЫ
ПОМОГАТЬ ОРГАНИЗМУ
АДАПТИРОВАТЬСЯ
К ИЗМЕНЕНИЯМ
ОКРУЖАЮ-
ЩЕЙ СРЕДЫ.

ВСЕ ЭТИ ПРОЦЕССЫ
ПРОИСХОДЯТ НЕОСОЗ-
НАННО - МЫ НЕ МОЖЕМ
УПРАВЛЯТЬ ЭНДОКРИННОЙ
СИСТЕМОЙ ПО СВОЕМУ
ЖЕЛАНИЮ.



ЭТО ПОХОЖЕ
НА ВАШ РАС-
СКАЗ О ВЕГЕТА-
ТИВНОЙ НЕРВ-
НОЙ СИСТЕМЕ.

РАЗНИЦА В ТОМ,
ЧТО ВЕГЕТАТИВНАЯ
НЕРВНАЯ СИСТЕМА
СИГНАЛИЗИРУЕТ С
ПОМОЩЬЮ НЕРВОВ,
А НЕ ГОРМОНОВ.



ДА, ПОЭТОМУ
ЭНДОКРИННАЯ
СИСТЕМА МЕДЛЕН-
НЕЕ ДОСТАВЛЯ-
ЕТ СИГНАЛЫ.

ГОРМОНАМ
ПРИХОДИТСЯ
РАСПРОСТРА-
НЯТЬСЯ ПО КРО-
ВОТОКУ, ЧТОБЫ
ДОСТИЧЬ НАМЕ-
ЧЕННОЙ ЦЕЛИ.



А, ПОНЯТНО...



ПОЭТОМУ ПРОЦЕССЫ
В ЭНДОКРИННОЙ
И НЕРВНОЙ СИСТЕМАХ НА
САМОМ ДЕЛЕ СИЛЬНО
ОТЛИЧАЮТСЯ.

УГУ.

ПО ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕ-
МЕ КОМАНДЫ ПРОХОДЯТ
МЕДЛЕННЕЕ, И ИМЕЮТ
БОЛЕЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ
ЭФФЕКТ, А ВЕГЕТАТИВНАЯ
НЕРВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЯ-
ЕТ МГНОВЕННЫМИ, НЕМЕД-
ЛЕННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ.

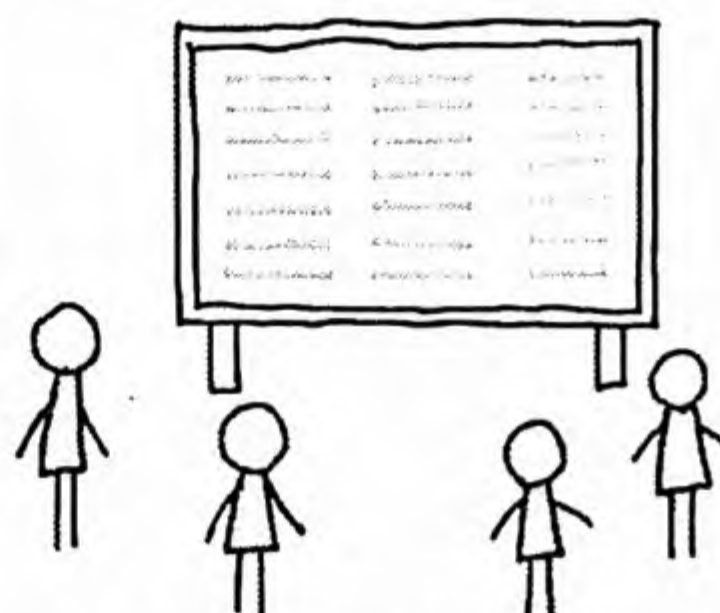


СИГНАЛ ОТ ЭНДО-
КРИННОЙ СИСТЕМЫ -
ЭТО ЧТО-ТО ВРОДЕ
ТАБЛО С РАСПИСА-
НИЕМ ПОЕЗДОВ.

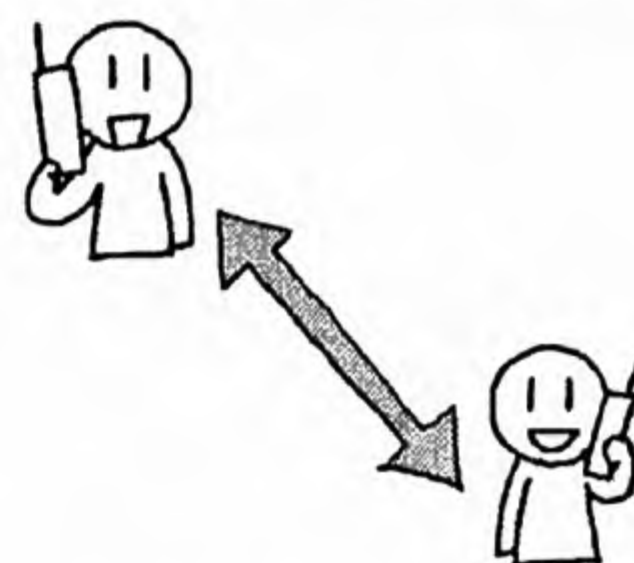
А СИГНАЛ НЕРВНОЙ
СИСТЕМЫ - ЭТО КАК
ВЫЗОВ «СКОРОЙ
ПОМОЩИ».

Сигнал эндокринной
системы

Сигнал нервной
системы



Информация постепенно
отфильтровывается для посту-
пления к разным точкам.



Информация быстро пере-
дается от точки к точке.

ПОДОЖДАТЕ, А КАК
ГОРМОНЫ ПОСЫЛАЮТ
СИГНАЛЫ К ОПРЕДЕ-
ЛЕННЫМ ОРГАНАМ...

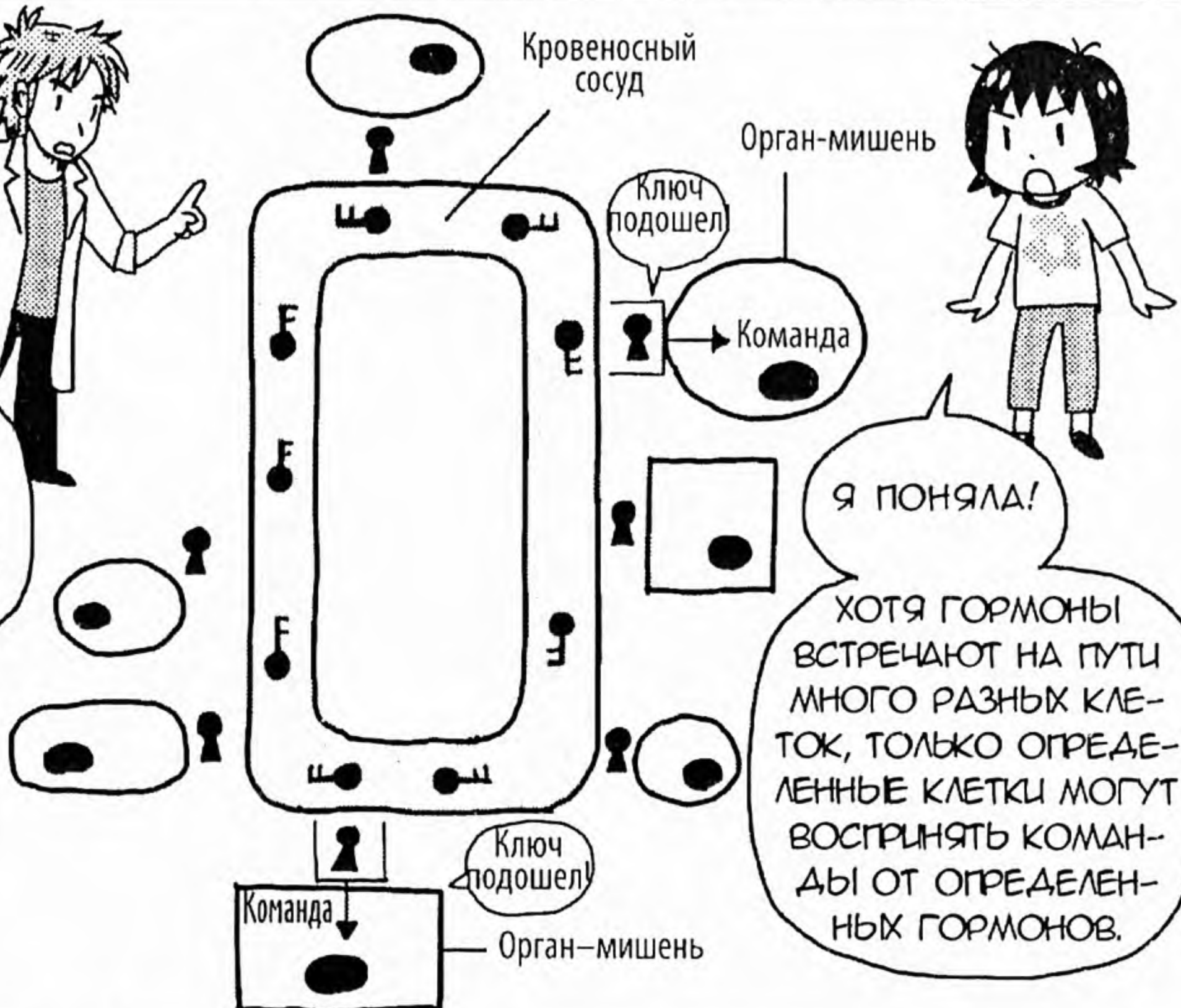
...ЕСЛИ ОНИ ПРОСТО
ПЛАВАЮТ В КРОВИ?

О, ГОСПОДИ, ТЫ
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО НЕ
ВСЕ ЕЩЕ ВЫУЧИЛА.
ДАВАЙ, РАССМОТРИМ
ПОДРОБНЕЕ.

ГОРМОНЫ
ДЕЙСТВУЮТ
ТОЛЬКО НА
ОПРЕДЕЛЕННЫЕ
ВНУТРЕННИЕ ОР-
ГАНЫ-МИШЕНИ.

ЭТО ПРОИСХОДИТ ИЗ-ЗА
ТОГО, ЧТО КЛЕТКИ ОРГА-
НОВ ИМЕЮТ РЕЦЕПТОРЫ,
ВОСПРИНИМАЮЩИЕ ТОЛЬКО
ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ГОРМОНЫ.

ЭТО КАК С ЗА-
МОЧНОЙ СКВАЖИНОЙ.
ГОРМОН ВОЗДЕЙСТВУЕТ
НА ОРГАН ТОЛЬКО, ЕСЛИ
ЕГО КЛЮЧ ПОДХОДИТ К
ЗАМОЧНОЙ СКВАЖИНЕ
ОРГАНА.



ОДИН ГОРМОН МОЖЕТ ВЛИ-
ЯТЬ НА РАБОТУ НЕСКОЛЬКИХ
ОРГАНОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ И НА
ДРУГИЕ ЭНДОКРИННЫЕ ЖЕЛЕ-
ЗЫ. И ДАЖЕ НИЧТОЖНО МАЛОЕ
КОЛИЧЕСТВО ГОРМОНА МОЖЕТ
ИМЕТЬ ЗНАЧИМЫЙ ЭФФЕКТ.

УХ ТЫ! И, ПРАВДА,
ЗАПУТАННАЯ СИСТЕМА.

А ЧТО ПРОИСХО-
ДИТ, ЕСЛИ СЛУЧАЕТ-
СЯ ГОРМОНАЛЬНЫЙ
СБОЙ?

ПО-РАЗНОМУ:
СБОЙ МОЖЕТ
ВЛИЯТЬ НА ВСЕ, ОТ
НАСТРОЕНИЯ ДО АП-
ПЕТИТА ИЛИ КОСТ-
НОГО РОСТА.



Увеличить!

Выше-
стоящие

Гормоны
гипоталамуса

Гормоны
гипофиза

Ниже-
стоящие

Гормоны щито-
видной железы

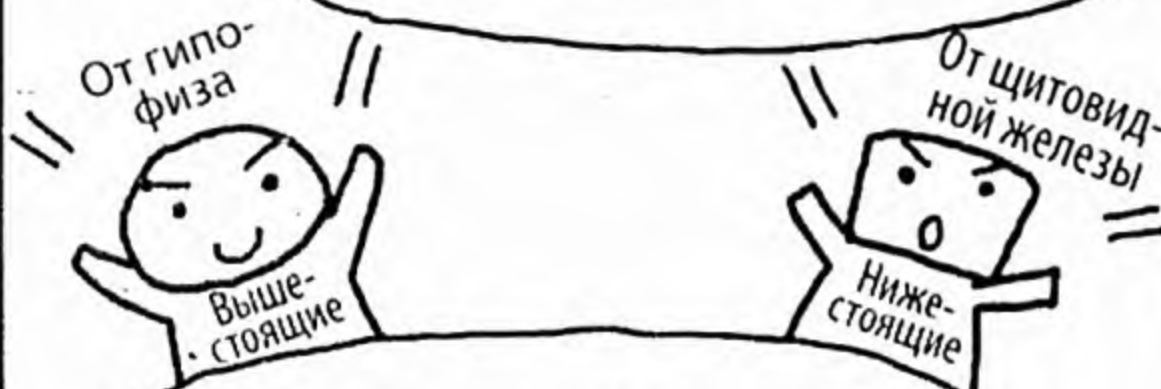
Так как выработка вышестоящих гормонов растет, нижестоящие гормоны растут следом.

Понятно. Эти гормоны усиливают выработку гормонов щитовидной железы далее внизу цепочки.

Все
верно.

А когда уровень гормонов щитовидной железы становится слишком высоким, отрицательная обратная связь вносит коррективы: ...

...гипоталамус и гипофиз определяют этот избыток и сокращают выработку гормонов, стимулирующих щитовидную железу и в ответ уровень гормонов щитовидки падает.



Эта постоянная обратная связь удерживает гормональный уровень в равновесии. Уровень гормонов от вышестоящих источников, таких как гипоталамус, контролирует выработку гормонов нижестоящих источников, таких как щитовидная железа.

Но в то же время посредством отрицательной обратной связи гормоны снизу влияют на гормоны сверху.

Уменьшить!

Выше-
стоящие

Гормоны
гипоталамуса

Ниже-
стоящие

Гормоны
гипофиза

Гормоны щито-
видной железы

Отрицательная обратная связь

В данном случае высокая концентрация гормонов щитовидной железы запускает механизм сокращения выработки гормонов вышестоящими железами.

ВЫХОДИТ, ПРОИЗВОДСТВО ГОРМОНОВ ПОСТОЯННО УВЕЛИЧИВАЕТСЯ ИЛИ ПАДАЕТ, ВСЕГДА ОСТАВАЯСЬ ПРИМЕРНО НА ОДНОМ УРОВНЕ.



А ЕЩЕ СУЩЕСТВУЮТ НЕСКОЛЬКО РАЗНЫХ ГОРМОНОВ, ИМЕЮЩИХ ОДИНАКОВОЕ ДЕЙСТВИЕ.



Например, некоторые гормоны могут увеличивать уровень сахара в крови (см. стр. 206), в том числе глюкагон, адреналин и глюкокортикоид.

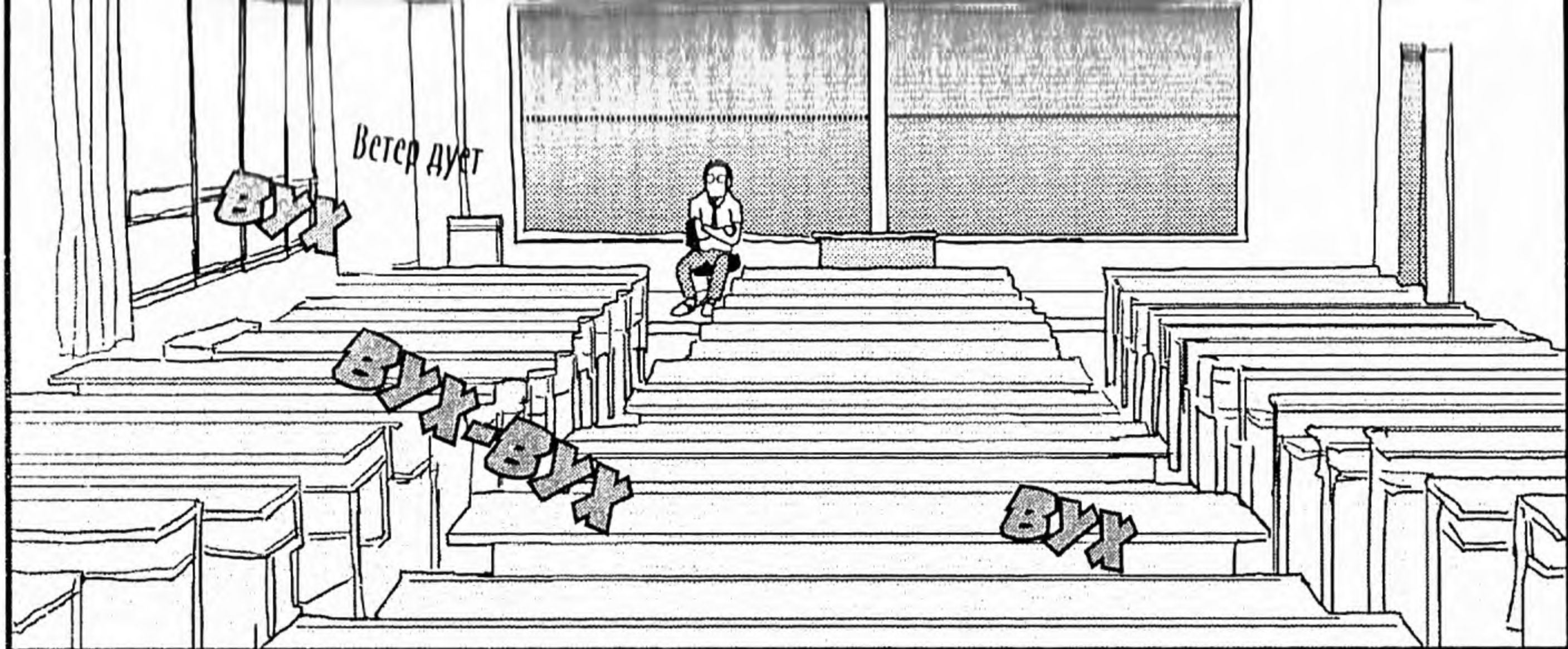
Все они одинаково влияют на уровень сахара в крови, но механизмы воздействия разные.

К тому же у них разные источники: глюкагон вырабатывается поджелудочной железой, а адреналин и глюкокортикоид – надпочечниками.



Разные гормоны могут способствовать единому результату.





БАЦ!

П-ПРО-
ФЕССОР!

МОЖНО
ПРЯМО СХО-
ДУ НАЧИ-
НАТЬ?

ПОЖАААЛУЙСТА!



ЧТО, ВООБЩЕ,
ПРОИСХОДИТ?
ВЫ В ТАКОМ
ВИДЕ...

...ЭТО, ЧТО,
ШУТКА ТАКАЯ?

ДА,
НЕТ ЖЕ,
НЕТ!

Я УЧАСТВУЮ
СЕГОДНЯ
В МАРАФОНЕ.



А...

НУ, ТОГДА
НАЧИНАЙТЕ.

НАДЕЮСЬ, ВЫ
ПРАВИЛЬНО РАС-
СТАВИЛИ ПРИОРИ-
ТЕТЫ.

Я ОСТАВИЛ
ДЛЯ ВАС
ВАРИАНТ...



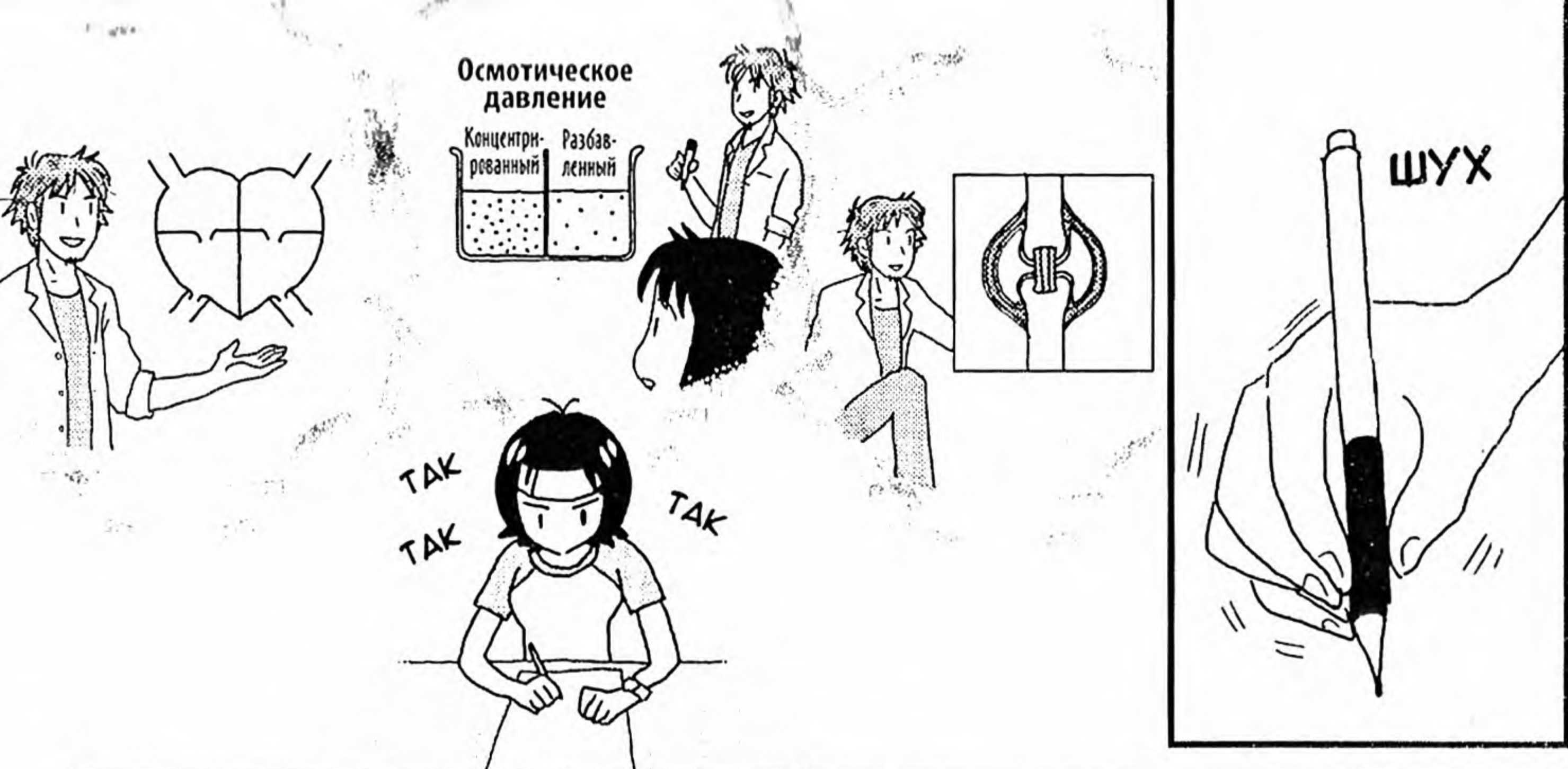
ПОТОРОПИТЕСЬ...

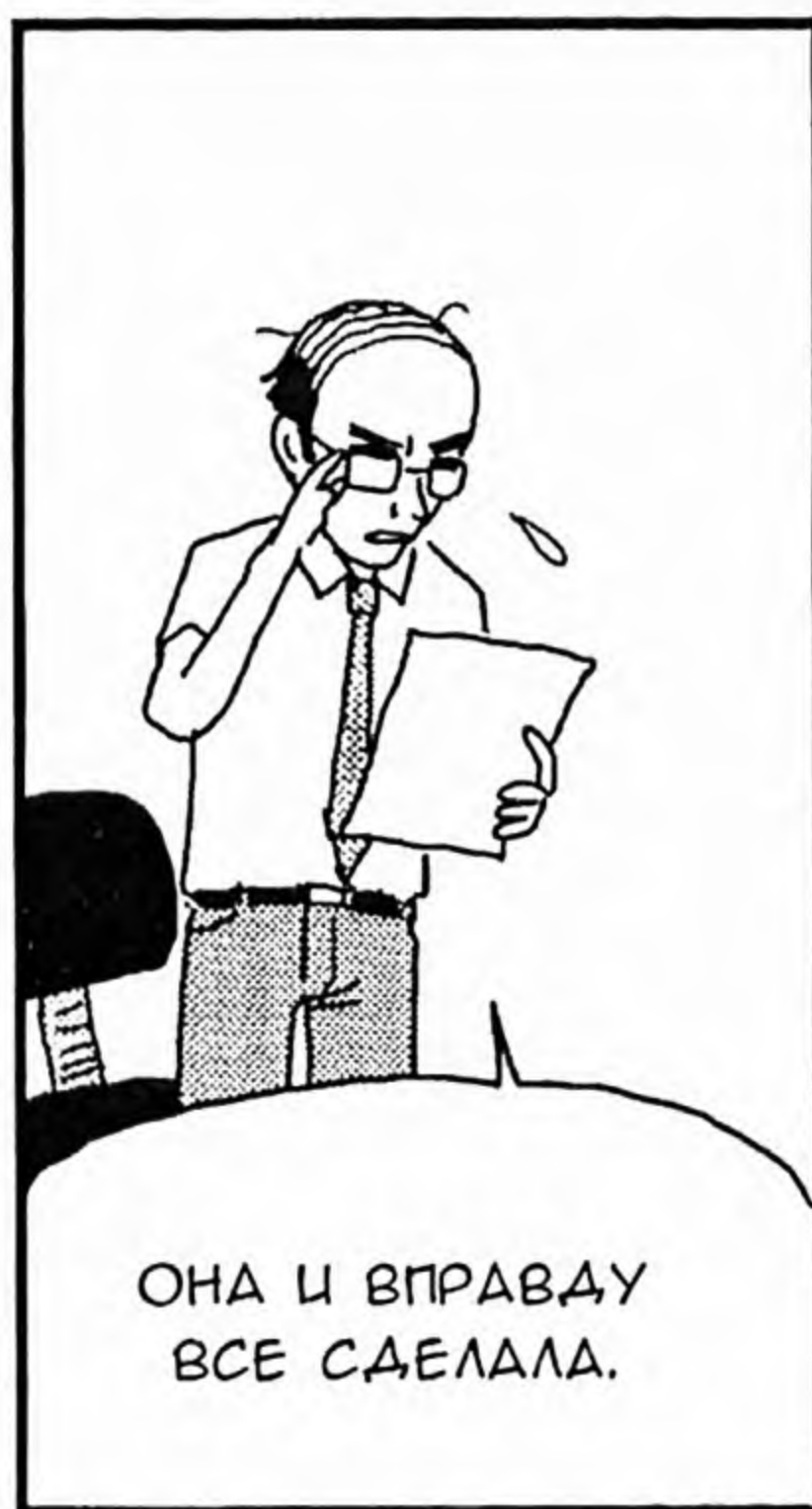
...ПОКА НЕ ЗАБЫ-
ЛИ В ПОСЛЕДНИЙ
МОМЕНТ ЧТО-НИ-
БУДЬ ИЗ СВОЕЙ
ЗУБРЕЖКИ.



пфф!

БЕЕ!
А Я НЕ ПРОСТО
ТУПО ЗАПОМИ-
НАЛА!





ЕЩЕ НЕМНОГО ОБ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЕ



Теперь у тебя есть общее представление об эндокринной системе. Расскажу немного подробнее о главных эндокринных железах по очереди. В конце этой главы ты найдешь удобный для использования список названий гормонов с их функциями, которые вырабатываются каждой из эндокринных желез.

2. ГИПОТАЛАМУС И ГИПОФИЗ

Начнем с гипоталамуса и гипофиза. Сподручнее представить их как совет директоров или центр управления эндокринной системой. Многие гормоны из вырабатываемых гипоталамусом и гипофизом работают как сигналы для других эндокринных желез, предписывая им выработку их собственных гормонов. Гипоталамус, расположенный выше гипофиза, взаимодействует как с нервной, так и с эндокринной системами.

ГИПОТАЛАМУС И ГИПОФИЗ – ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМОЙ



Гипофиз состоит в основном из передней и задней долей (аденогипофиза и нейрогипофиза). Передняя доля вырабатывает и выделяет шесть гормонов, стимулирующих другие железы внутренней секреции. Эти гормоны, чье выделение регулируется гипоталамусом, и есть механизм управления эндокринной системой в целом.

Задняя доля гипофиза вырабатывает два типа гормонов. Однако, нейрогипофиз не производит эти гормоны. Они создаются особыми нейронами, которые тянутся от гипоталамуса, перенося молекулы по их аксонам в нейрогипофиз, где они и выделяются в кровь. Другими словами нейрогипофиз – это просто выходное русло.



Далее, в таблице на стр. 210 ты найдешь описание действия гормонов на функционирование нашего организма, а пока я расскажу ещё о других органах, контролируемых гипофизом.



Договорились.

Знаете ли вы, что...

Один из гормонов, продуцируемый гипофизом – это гормон роста. Если в детстве вырабатывается слишком много этого гормона, то длинные кости, например, кости ног, не перестанут расти, отчего человек станет чрезвычайно высоким. Такое состояние называется **гигантизмом**. Если гормон роста вырабатывается чрезмерно во взрослом возрасте (например, из-за опухоли гипофиза), то руки, ступни и челюсть становятся очень крупными. Это состояние называется **акромегалией**. Обычно это заболевание лечится в основном синтетическими формами соматостатина – гормона, сдерживающего гормон роста.

5. ЩИТОВИДНАЯ И ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ



Щитовидная железа расположена в области шеи (см. **рис. 10.1**). Ее работа регулируется тиреотропным гормоном (ТТГ), который вырабатывается передней долей гипофиза.

К гормонам щитовидной железы относятся тироксин (Т₄) и трийодотиронин (Т₃), – цифра означает количество атомов йода на молекулу в каждом гормоне. Эти гормоны усиливают основной или базальный обмен веществ, – количество энергии, выделяемое организмом в состоянии покоя. Если этих гормонов слишком много (*гипертиреоз*), тело будет поглощать энергию, как-будто его активность очень высокая, хотя оно находится в покое, и это потенциально провоцирует усталость. Такое состояние может сопровождаться такими симптомами, как тахикардия (чрезмерно сильное сердцебиение), выпячивание глазных яблок и увеличение размера щитовидной железы. Болезнь Грейвса (называемой также базедовой болезнью) – это хорошо известная разновидность гипертиреоза, от которого и могут возникать такие симптомы.



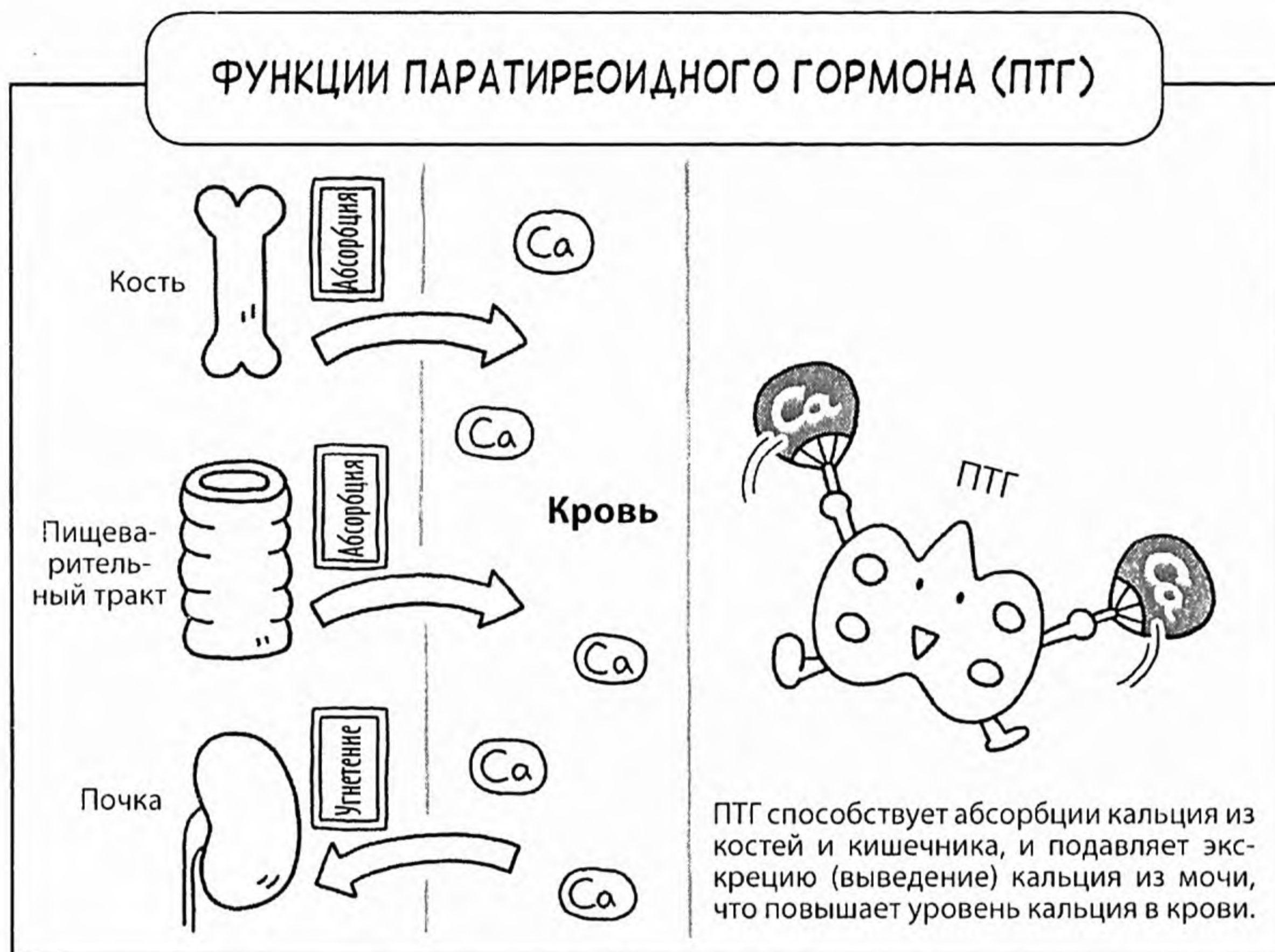
Рис. 10.1. Расположение щитовидной железы

С другой стороны, если уровень гормонов щитовидной железы слишком низкий (*гипотиреоз*), человек испытывает разлад в обмене веществ, который может провоцировать вялость, снижение температуры тела, водянку (отек тканей), и уменьшение потоотделения.

СИМПТОМЫ ИЗБЫТКА И НЕДОСТАТКА ГОРМОНОВ В ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЕ

	Выпученные глазные яблоки	Тахикардия	Одышка	Потливость
Гипертиреоз				
Гипотиреоз				
	Вялость	Пониженная температура тела	Отечность	Непереносимость холода

Четыре маленькие эндокринные железы, называемые *паращитовидными железами*, прикреплены к щитовидной железе. Они называются так из-за близкого расположения к щитовидной железе, но совершенно независимы от нее и выполняют иные функции. Они вырабатывают *паратиреоидный гормон (ПТГ)*, который увеличивает уровень кальция в крови.



Уровень кальция в крови чрезвычайно важен, не так ли?



Безусловно. Кальций жизненно необходим для выполнения таких функций, как сокращение мышц, передача сигналов по нервным волокнам и свертываемость крови. Если кальция в крови слишком мало, мышцы не могут работать плавно. Паратгормоны сдерживают уровень кальция от слишком сильного падения.

Знаете ли вы, что...

Если паращитовидные железы слишком активны, разрушается слишком много костной ткани, и кости становятся хрупкими.

Обычно это приводит к **гиперкальциемии** (повышенному уровню кальция в крови), что может проявляться болью в мышцах и суставах, слабостью и вялостью, и повышать риск образования камней в почках.

Надпочечники, расположенные над верхней частью почек, состоят из коркового вещества и мозгового вещества надпочечников. Каждая из частей вырабатывает свои гормоны (см. **рис. 10.2**).

Корковое вещество вырабатывает *стероидные гормоны*, синтезируемые из холестерина. Хотя о холестерине сложилась плохая репутация, он является необходимым компонентом человеческого организма. К трем типам гормонов, производимых корковым веществом, относятся глюкокортикоиды, минералокортикоиды и андрогены, – каждый из них поступает из разных слоев коркового вещества.

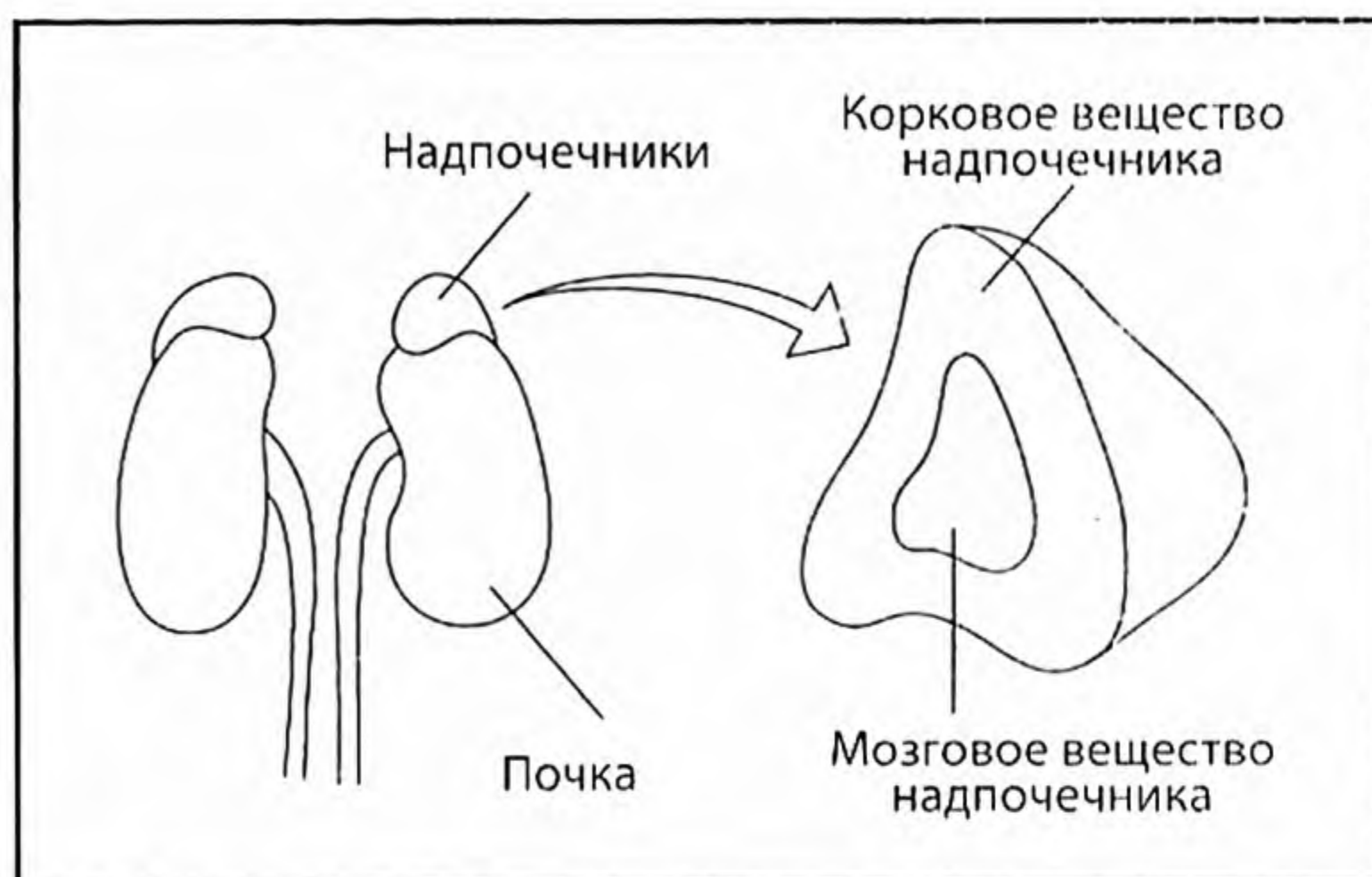
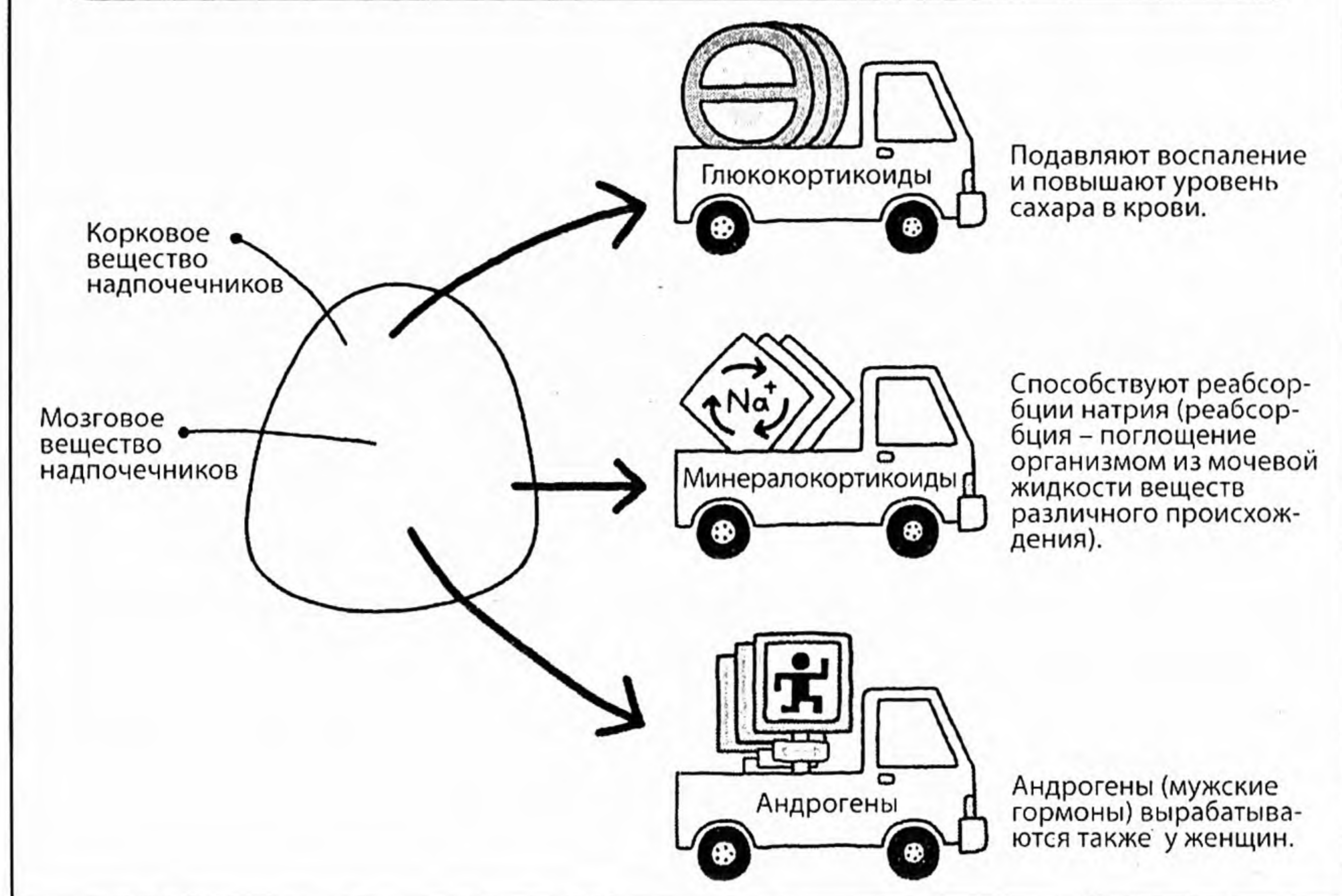


Рис. 10.2. Корковое и мозговое вещество надпочечников

ФУНКЦИИ ГОРМОНОВ КОРКОВОГО ВЕЩЕСТВА НАДПОЧЕЧНИКОВ



Глюкокортикоиды задействованы в выпуске глюкозы в кровоток, почему и носят частицу глюко в названии. Они также подавляют воспаление и другие ответы иммунной системы, и широко применяются в фармацевтических препаратах.

Минералокортикоиды влияют на баланс воды и натрия в организме. Самый важный гормон в этой категории – это альдостерон. Он влияет на почечный каналец в почках, способствуя реабсорбции натрия в кровь. Это притягивает в кровь воду, и уменьшает объем мочи, задерживая жидкость в теле (см. стр. 89).

Андрогены вырабатываются корковым веществом надпочечников. Андрогены часто называют «мужскими гормонами», но эти гормоны продуцируются корковым веществом как у мужчин, так и у женщин.



Гормоны коркового вещества надпочечников регулируются адренокортикотропным гормоном (АКТГ), который вырабатывается передней долей гипофиза, так?



Верно. Если корковым веществом производится слишком много глюкокортикоидов, то количество адренокортикотропных гормонов уменьшается для установления равновесия. Это еще один пример отрицательной обратной связи (как уже было показано на стр. 195).

Далее, давай поговорим о мозговом веществе надпочечников, которое вырабатывает адреналин. Мозговое вещество высвобождает больше адреналина при его стимуляции симпатической нервной системой (как часть того, что иногда называют реакцией «бей или беги»). Другими словами, уровень адреналина растет при возбуждении, страхе или в середине периода физической активности. Мозговое вещество – это почти продолжение симпатической нервной системы.



Знаете ли вы, что...

Андростендион – это андроген, вырабатываемый надпочечниками. Он преобразуется в тестостерон и эстроген в жире и других тканях по всему организму. Уровень эстрогена, продуцируемого надпочечниками, очень мал по сравнению с тем, сколько продуцируют яичники в организме молодой женщины, но это небольшое количество необходимо как для мужчин, так и для женщин в постменопаузе.

5 ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА



Поджелудочная железа работает и как эндокринная железа, и как железа с внешней секрецией (экзокринная железа). Экзокринная железа выделяет пищеварительный панкреатический сок, поступающий в двенадцатиперстную кишку через проток поджелудочной железы. А эндокринная железа выделяет гормоны, которые поступают прямо в кровь. Функции эндокринной железы выполняются с помощью клеток, рассеянных по всей поджелудочной железе словно острова, называемые *островками Лангерганса*, в которые входят α -клетки (альфа-клетки), вырабатывающие глюкагон, и β -клетки (бета-клетки), вырабатывающие инсулин (см. **рис. 10.3**).

Инсулин регулирует уровень сахара в крови. Если сахар растет, железа выделяет больше инсулина, что понижает уровень сахара в крови.



Если я не ошибаюсь, инсулин – это единственный гормон, понижающий уровень сахара в крови, так?



Ты права. Есть много гормонов, повышающих уровень сахара (в том числе адреналин, гормоны роста, глюкокортикоид и гормоны щитовидной железы), но единственный, кто его понижает – это инсулин. Вот почему инсулин так важен для организма.



Рис. 10.3. Островки Лангерганса поджелудочной железы

ИНСУЛИН ПРОСИТ МЫШЦЫ И ЖИРОВЫЕ КЛЕТКИ ПОГЛОТИТЬ ИЗЛИШКИ ГЛЮКОЗЫ, ЧТОБЫ СНИЗИТЬ УРОВЕНЬ САХАРА В КРОВИ





Если инсулина в организме не хватает, или клетки на него неправильно реагируют, уровень сахара растет. Это состояние называется *сахарным диабетом*. Люди с таким заболеванием должны постоянно соблюдать диету, и при необходимости принимать медикаменты или дополнительно делать инъекции инсулина.

Глюкоген имеет противоположное инсулину действие: он повышает уровень сахара из-за расщепления глюкогена в печени, отчего глюкоза выделяется в кровоток.

ПЕЧЕНЬ РАСЩЕПЛЯЕТ ГЛЮКОГЕН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ САХАРА В КРОВИ



Знаете ли вы, что...

Сахарный диабет подразделяют на диабет первого и второго типа. Диабет первого типа вызван потерей способности к производству инсулина в организме. Обычно впервые заболевание проявляется в детстве и основной причиной является наследственная предрасположенность. Это заболевание неизлечимо, но уровень сахара в крови можно корректировать с помощью инъекций инсулина.

Диабет второго типа возникает, когда клетки перестают правильно реагировать на инсулин, и следовательно, забирают меньше глюкозы из крови. Обычно это заболевание впервые проявляется в более позднем возрасте, и связано с образом жизни и расстройствами обмена веществ, например, при ожирении. Лечение направлено на разные участки системы регулирования глюкозы.

6. ПОЛОВЫЕ ГОРМОНЫ



И наконец, половые гормоны. Мужские гормоны (называемые еще *андрогенами*) в основном вырабатываются семенниками, но небольшая часть также вырабатывается надпочечниками. К женским половым гормонам относятся *эстроген* и *прогестерон*. Оба выделяются яичниками и их выделение регулируются гонадотропинами из гипофиза.

Половые гормоны, отвечают за развитие первичных и вторичных половых признаков. *Первичными* называют половые признаки, которые сформировались и различимы при рождении, например, гениталии. *Вторичные* половые признаки проявляются в более позднем возрасте, в основном с наступлением половой зрелости. К мужским вторичным половым признакам относятся более низкий голос, более высокий рост тела и волосы на лице. У женщин гормоны развивают молочные железы и запускают менструальный цикл.

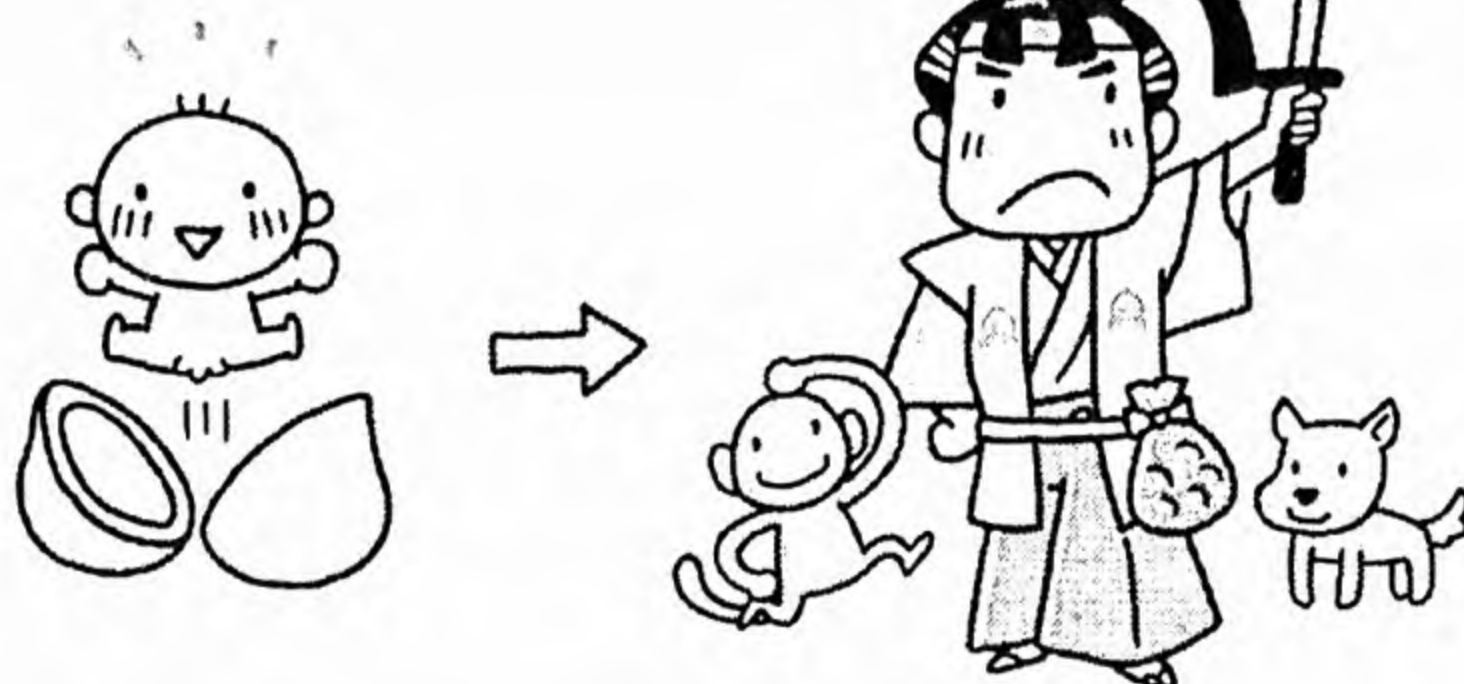


В небольших количествах андрогены вырабатываются и в женском организме. В чем это проявляется?



В норме андроген в женском организме обеспечивает и поддерживает развитие мышечной массы.

АНДРОГЕН ПРЕВРАЩАЕТ МАЛЬЧИКОВ В МУЖЧИН





Месячные вызваны эстрогеном и прогестероном, так?



Да. Менструальный цикл возникает в результате действия женских половых гормонов, основная задача которых способствовать оплодотворению и рождению ребенка. Яичники и матка готовятся к возможной беременности, каждый раз начиная новый цикл, если оплодотворения не произошло.

Давай поговорим об эстрогене и прогестероне более подробно. Как показано на рисунке, эстроген, вырабатываемый яичником, заставляет яйцеклетку в яичнике зреть до тех пор, пока она не будет готова к путешествию в матку. По-другому это называется *овуляцией*. В то же время эстроген заставляет эндометрий (слизистую оболочку матки), утолщаться, готовясь к приему оплодотворенной яйцеклетки. Другими словами эстроген работает ради осуществления зачатия.

После овуляции овариальный фолликул становится желтым телом, которое вырабатывает прогестерон, чтобы напитать эндометрий. Так оплодотворенной яйцеклетке легче имплантироваться в матку. Если яйцеклетка не оплодотворилась, эндометрий больше не нужен, и он разрушается во время менструации.

ЭСТРОГЕН И ПРОГЕСТЕРОН ВЫПОЛНЯЮТ РАЗНЫЕ ФУНКЦИИ



Знаете ли вы, что...

Основной пищевой источник эстрогенов – соя, а также йогурты, сыры, молоко, мука и масло. Однако сою следует употреблять в ограниченных количествах, т. к. чрезмерное поступление в организм эстрогенов приводит к блокированию выработки этого гормона самим организмом, а это грозит, как минимум, нарушением менструального цикла.



Мы рассмотрели много разных гормонов. На схеме, показанной ниже, представлено краткое описание действия основных гормонов. Замечу, что многие из них имеют аббревиатуру: в медицинской среде гормоны часто называют по их аббревиатуре.

ОСНОВНЫЕ ОРГАНЫ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ И ГОРМОНЫ

Гормоны передней доли гипофиза

Гормон	Основное действие
Гормон роста (СТГ)	Стимулирует рост костей
Тиреотропный гормон (ТТГ)	Вызывает выработку гормонов щитовидной железы
Адренокортикотропный гормон (АКТГ)	Вызывает выработку гормонов коркового вещества надпочечников
Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)	Стимулирует развитие овариальных фолликулов
Лютеинизирующий гормон (ЛГ)	Вызывает образование желтого тела
Пролактин	Увеличивает производство молока

Гормоны задней доли гипофиза

Гормон	Основное действие
Вазопрессин (антидиуретический гормон)	Способствует реабсорбции воды почечным канальцем в почках
Окситоцин	Вызывает сокращение матки и лактацию

Корковое вещество надпочечников

Гормон	Основное действие
Глюкокортикоиды	Подавляет воспаление и повышает уровень сахара в крови
Минералокортикоиды	Способствует реабсорбции натрия (Na) в почках

Мозговое вещество надпочечников

Гормон	Основное действие
Адреналин	Повышает артериальное давление и стимулирует работу сердца

Щитовидная железа

Гормон	Основное действие
Трийодотиронин (Т3)	Усиливает обмен веществ
Тироксин (Т4)	

Паращитовидная железа

Гормон	Основное действие
Паратгормон (ПТГ)	Повышает уровень кальция в крови

Поджелудочная железа

Гормон	Основное действие
Инсулин	Понижает уровень сахара в крови
Глюкагон	Повышает уровень сахара в крови

Яичники

Гормон	Основное действие
Эстроген	Способствует наступлению беременности
Прогестерон	Сохраняет беременность

Яички

Гормон	Основное действие
Андрогены	Управляют мужскими признаками

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



ДО НИХ НЕ
ТАК ДАЛЕКО...

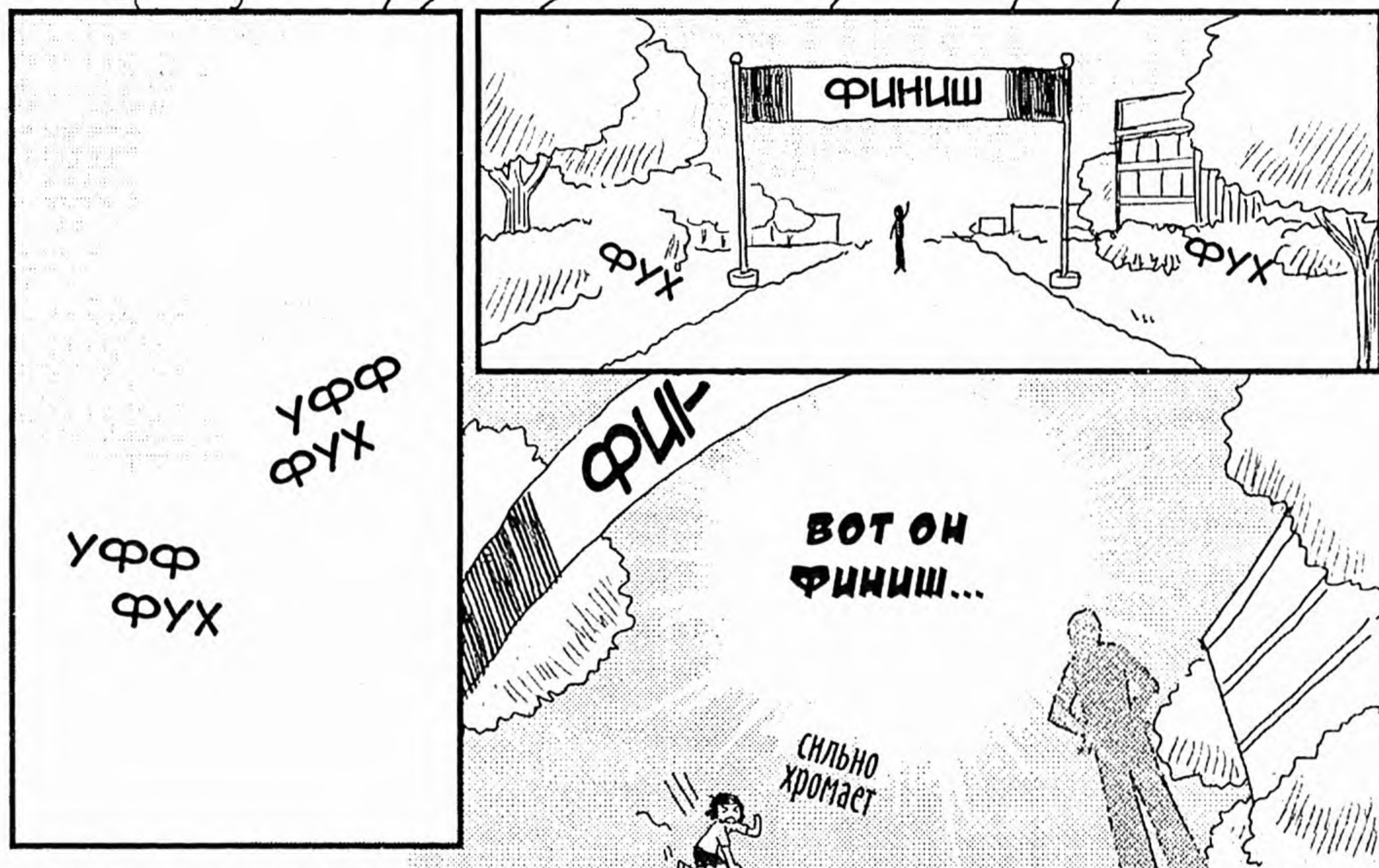
УФФ

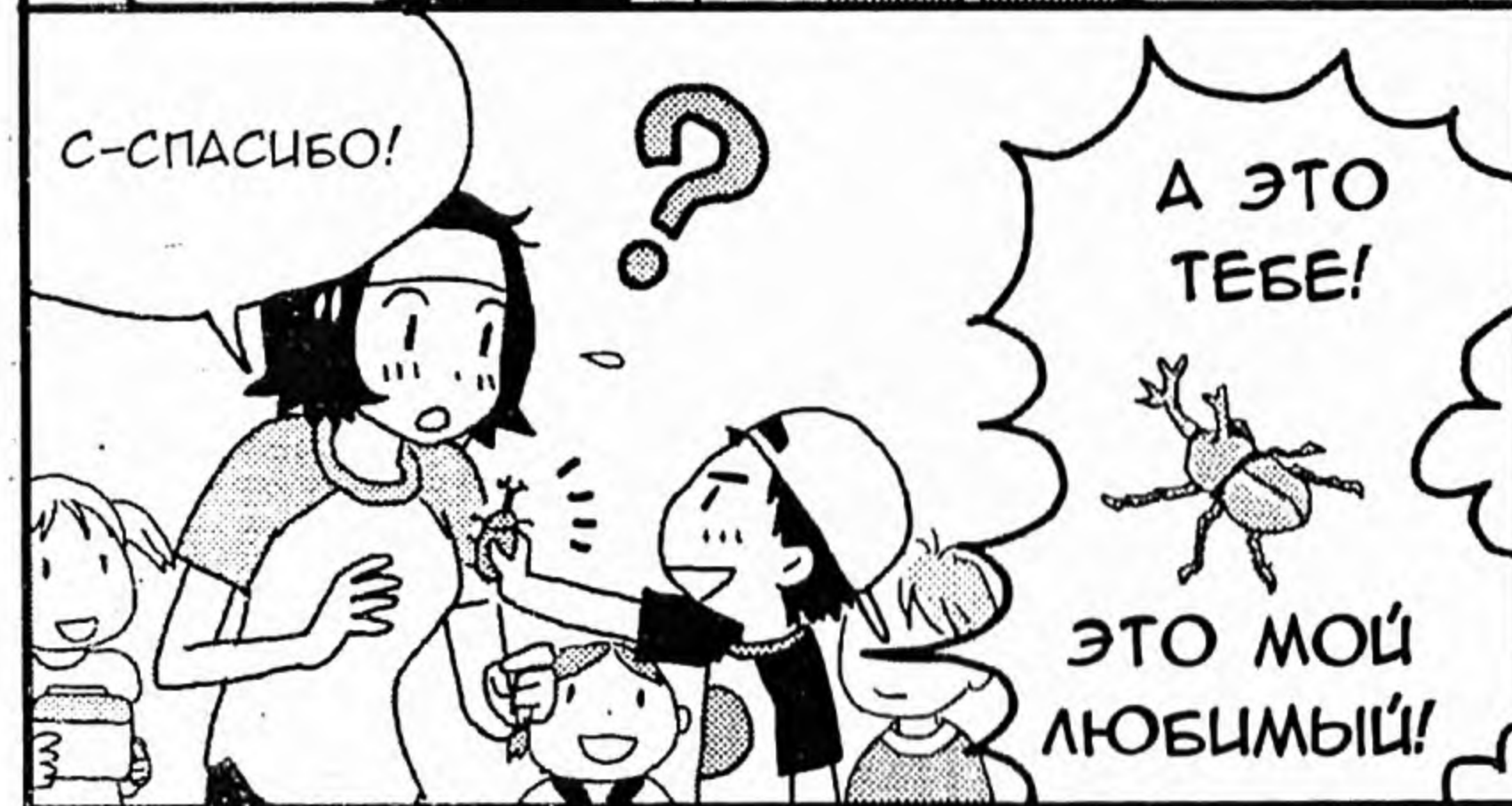
...В ТАКОМ
ТЕМПЕ Я ИХ
ДОГОНЮ.



КТО БЫ МОГ
ПОДУМАТЬ...









ЧТО Ж, МИСС
КАРАДА, ТЫ -
ДОСТОЙНЫЙ ОБЪЕКТ
ДЛЯ ПОДРАЖАНИЯ.

НАШИ ДЕТКИ
ПОЛЮБИЛИ
ТЕБЯ.



ВАШИ ДЕТКИ?..

ГЛУБОКИЙ КИВОК

ПА-
ПОЦ-
КА!



МОЖЕТ ПОДУ-
МАЕШЬ О ПЕРЕ-
ХОДЕ НА КАФЕДРУ
СПОРТА И МЕДИ-
КО-САНИТАРНЫХ
ДИСЦИПЛИН?



ТЫ - НАСТОЯЩАЯ
СПОРТСМЕНКА
И ЛИДЕР...

...И НАМ ЕЩЕ ТАК
МНОГО ОСТА-
ЛОСЬ ВЫУЧИТЬ
ПО ФИЗИОЛОГИИ!



... ..



ХА,
ХА

ОБЯЗАТЕЛЬНО
ПОДУМАЮ НАД
ЭТИМ.



ЧТО Ж...

Я ЗНАЮ, ЧТО ЕЩЕ
МНОГОЕ МОГУ
УЗНАТЬ ОТ ВАС.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Как легче всего изучить физиологию? Именно этим вопросом мы задавались при создании этой книги, и я надеюсь, Осаму и Кумико показали, что лучший способ познать физиологию это вовсе не сплошная зубрежка.

Кумико быстро обнаруживает для себя, что изучать физиологию намного интереснее, если есть личный интерес и отождествление с процессами, которые ты изучаешь. К тому же, раз физиология все-таки требует некоторого запоминания, важно иметь широкое представление о том, как работают разные части тела в одном едином целом. Каждый орган имеет свои функции, но органы работают во взаимодействии друг с другом. Подобным образом кровь, кислород, нервы, гормоны и лимфатическая жидкость сообща выполняют различные функции в одной огромной сети. Читая эту книгу, ты станешь лучше понимать эти взаимосвязи, и как организована работа всего организма.

Мы с самого начала понимали, что охватить такую огромную научную область в одной книге трудновыполнимое предприятие. Поэтому мы использовали запоминающиеся иллюстрации и сценки вместо сложных графиков и анатомических таблиц, чтобы читателя легче было заинтересовать физиологией, и переубедить тех, кому изначально этот предмет не понравился.

Эта манга не должна стать единственной книгой, откуда вы почерпнете знания о физиологии, готовясь к экзамену, но нам было бы очень приятно, если она зародит в вас интерес к физиологии, даст основное понимание и сподвигнет вас на дальнейшее изучение предмета.

И в заключение мы бы хотели воспользоваться возможностью сердечно поблагодарить за участие Танака Эцуро, профессора Токийского сельскохозяйственного университета, который провел вычитку всех мельчайших деталей в этой книге; мисс Ясуко Сузуки, медицинского писателя и весь департамент развития в Ohmsha, Ltd.

*BeCom co., Ltd.
Ноябрь, 2011 г.*

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

#

В-лимфоциты 111
NK-клетки 111
TS-лимфоциты 112
Т-лимфоциты 111

А

Аденозинтрифосфат (АТФ) 70, 71, 162, 177
Аденогипофиз 201
Аденозиндифосфат 162
Адреналин 196, 205, 210
Адренокортикотропный гормон (АКТГ) 205, 210
Акромегалия 201
Аксон 118, 127, 201
Алкалоз 48
Аллергические реакции 111, 114
Аллергия 114
Альбумин 105
Альвеола 35, 44, 45, 47
Альдостерон 89, 93
Амилаза 72, 73
Аминокислота 66, 67, 70, 87, 181
Анаболизм 67
Анальный сфинктер 60, 69
Анастомоз 25
Ангиотензин 93
Андрогены 204, 205, 208, 210
Андростендион 205
Анемия 92, 109
Антиген 110
Антидиуретический гормон (АДГ) 89
Антикоагулянт 107
Антитело 111, 181
Анурия 92
Анус 53, 58–60, 68, 69
Аорта 15, 27, 74
Аортальный клапан 15
Аппарат Гольджи 177
Аритмия 23
Артериальная кровь 27, 74, 108
Артерия 25, 26, 47
Архикортекс 127
Ассоциативные нервы 133
Астигматизм 152
Атеросклероз 64
Атопический дерматит 114

Аутосомы 186

Афферентные пути 132

Ацетил-КоА 71

Ацетилхолин 134

Ацидоз 48, 92

Б

Базедова болезнь (Болезнь Грейвса) 202
Базофилы 111
Бактерии 111, 112, 114
Барабанная перепонка 153, 155
Бедренная артерия 26, 172
Белая мышца 164
Белое вещество (головного мозга) 127, 130, 131
Белок 57, 61, 66–73, 75, 82, 104, 105, 107, 108, 177, 178, 181, 186
Белые кровяные тельца 107
Бесполое размножение 188
Билирубин 76, 110
Биологические жидкости 101, 104, 105
Близорукость (Миопия) 152
Блокирующий сустав 167
Блуждающий нерв 133
Болевой порог 146, 148
Болезнь Грейвса (базедова болезнь) 202
Большой круг кровообращения 13, 15, 26, 27
Большой мозг 126, 129
Бороздчатость (скелетной мышцы) 161
Боуменова капсула 81–83
Брадикардия 23
Бронхиальная астма 114
Бронхиола 44
Брыжеечная вена 74
Брюшная полость 98
Брюшное дыхание 38, 40
Бурый жир 170
Быстрые мышечные волокна 164

В

Вагина 189
Вазопрессин (антидиуретический гормон) 89, 210
Варолиев мост 126
Вегетативная нервная система 89, 126, 134, 136, 193
Вегетативное состояние мозга 129
Вегетативные нервы 119, 120, 122, 133, 136
Вена 15, 26, 47

Венозная кровь 27, 74, 108
Вентральный корешок 131
Вестибулярный аппарат 153
Вибрация 143
Вирусы 111, 114
Висок 26
Височная артерия 26
Височная доля (головного мозга) 128
Висцеральное ощущение 144
Витамины 61, 87, 94
Вкус 158
Вкусовой сосочек 158
Внеклеточная жидкость 98, 100, 101, 107
Внеклеточная осмолярность 107
Внеклеточное обезвоживание 107
Внеклеточное пространство 107
Внешнее дыхание 44, 45
Внешнее ухо 153, 154
Внешние межреберные мышцы 39, 43
Внешний сфинктер 90, 91
Внешняя мышца глаза 150
Внутреннее дыхание 44, 45
Внутреннее ухо 153
Внутренние межреберные мышцы 39, 43
Внутренние органы 120
Внутренний сфинктер 90, 91
Внутриклеточная жидкость 98, 100, 107
Внутриклеточное обезвоживание 106
Внутриклеточное пространство 107
Вода 71, 79, 82, 85, 87, 92, 98–103, 106, 107
Водородный показатель (pH) 47, 70, 88
Водянка 105
Возбуждение потенциала действия 131
Волокна Пуркинье 5, 17, 19, 22
Воротная вена 74, 75
Всасывание 52
Выделение 79

Г

Газообмен 35, 44, 45
Галактоза 62, 63
Гамета 186, 188
Ганглий 120
Гем 108, 110
Гематокрит 107
Гемоглобин (Hb) 76, 79, 108, 109
Гемолитическая анемия 109
Ген 181, 182
Геном 182
Гигантизм 201

Гипералгезия 148
Гипервентиляция 49
Гиперкальциемия 203
Гиперопия (дальнозоркость) 152
Гипертиреоз 202
Гипертоничность 107
Гиповентиляция 49
Гипопластическая анемия 109
Гипопротеинемия 105
Гипоталамус 126, 172, 192, 195, 200, 201
Гипотиреоз 202
Гипотония 107
Гипофиз 89, 126, 192, 195, 200, 201, 208, 209
Гладкие мышцы 91, 161
Глазное яблоко 151, 152
Глиальная клетка 180
Гликолиз 71
Глицерин 65, 73
Глицерол 65
Глобин 108
Глотание 68
Глубина вдоха 41
Глубинное ощущение 143
Глюкагон 196, 206, 207, 210
Глюкоза 62, 63, 71, 75, 82, 104, 129, 135, 207
Глюкокортикоиды 196, 204, 205, 210
Головной мозг 118–124, 126, 127, 130, 131, 133, 151, 171
Гомеостаз 48, 85, 88, 89, 113
Гонадотропин 208
Гоносомы 186
Гормон 22, 75, 89, 93, 172, 192–196, 200, 202
Гормон роста (СТГ) 210
Гормональный сбой 194
Гранулоциты 111
Гранулы 111
Грудная полость 37
Грудное дыхание 38
Грудные отведения электрокардиограммы 23
Губчатая кость 173

Д

Дальнозоркость (Гиперопия) 152
Двенадцатиперстная кишка 53, 57, 58, 69, 72
Двигательная кора головного мозга 128
Двигательные нервы 119–121, 122, 133
Дендрит 118
Детоксикация 74, 75
Дефекация 59, 60, 69
Диализ 40, 92
Диаметр кровеносных сосудов 28

Диастолическое давление 29
Диафрагма 33, 36–38, 40, 43
Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) 178, 181, 182, 186
Диплоид 186
Дисахариды 63
Дистальный каналец 84
Дисфункция 91
Диффузия 45, 47, 103
ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) 178, 181, 182, 186
Дорсальная артерия стопы 26
Дыхательные центры 41
Дыхательный объем 50, 92

Ж

Железо 108–110
Железодефицитная анемия 109
Желтое пятно 150, 152, 188
Желудок 53, 55, 58, 68, 72
Желудочковый комплекс 19
Желудочно-кишечный тракт 52, 68, 72, 136
Желудочный сок 54, 55, 57, 68, 72, 73
Желчный пузырь 68, 69, 76, 110
Желчь 69, 72, 76, 110
Жидкий стул 59
Жидкость 106
Жизненная емкость легких 49, 50
Жир 57, 61, 63–65, 68–73, 75, 76
Жирные кислоты 64, 65, 71, 73

З

Задний корешок 131
Задняя доля гипофиза 210
Запах 156
Запястье 26
Затылочная доля (головного мозга) 128
Зимоген 56
Зрительная зона коры головного мозга 123, 128
Зрительный нерв 150
Зубец Р 19
Зубец Т 20

И

Иммунная система 30, 110, 111, 114
Имплантация 190
Инсулин 206, 207, 210
Инсульт 25
Интерфаза 187
Инфаркт 25, 28

Ионы калия (K^+) 104
Ионы натрия (Na^+) 101

К

Калий 92, 101
Калория 64
Кальций 92, 94, 173, 174, 203
Кальцитриол 94
Камера 13
Капилляр 80, 81, 108, 113
Кардиостимулятор 22
Катаболизм 66
Кетоновые тела 129
Кинестезия 143
Кислород 13, 22, 25, 35, 40, 42, 44, 45, 47, 70, 71, 74, 93, 108, 109, 129, 145
Кислородная недостаточность 129
Кислотность жидкости 48
Кишечник 57, 73
Кишечный сок 72
Клапан 26
Клапан легочной артерии 15
Клетка 45, 47, 71, 99–101, 104, 107, 108, 177, 178, 180, 186
Клетка гладкой мышцы 180
Клетка сердечной мышцы 180
Клетка скелетной мышцы 180
Клетки-киллеры 111
Клеточная мембрана 100, 102, 177
Клеточное дыхание 44
Клубочек почек 80, 85, 89
Клубочковый фильтрат 82, 86, 87
Коагуляция 114
Когнитивные функции 127
Кожа 66, 67, 131, 133, 140, 172, 179
Колбочки 152
Колено 26
Коллаген 173, 181
Коллоидно-осмотическое давление 105
Комплекс QRS 19
Кондуктивная тугоухость 154
Контур кровообращения 13
Концевая артерия 25
Концентрация 102–104
Конъюнктивит 114
Кора головного мозга 127, 129, 130
Кора надпочечников 89
Корешок спинномозгового нерва 131
Корковое вещество надпочечника 204, 210
Корковый слой 84

Коронарные артерии 25
 Кортикальный слой 173
 Костная проводимость 154
 Костная ткань 173
 Костномозговая полость 173
 Костный мозг 109, 173, 174
 Кость 66, 67, 166, 173
 Красная мышца 164
 Красные кровяные тельца 107
 Крахмал 62, 63, 73
 Креатин 162
 Креатинин 79, 88
 Креатинфосфат 162
 Кровеносная система 7, 11, 12, 22, 30
 Кровеносный сосуд 12, 13, 22, 25–29, 45, 74, 75, 81, 84, 85, 89, 99, 111, 172, 194
 Кровообращение 25, 26, 122
 Кровотворение 92, 93, 108
 Кровотечение 113, 114
 Кровоток 89, 105, 107, 193
 Кровь 12, 13, 22, 35, 44, 46, 66, 74, 80–82, 85, 89, 92, 93, 99–101, 105–110, 113, 114, 129
 Кровяное давление 28, 81, 89, 92, 93, 107, 122, 124, 135

Л

Лактоза 62, 63, 73
 Левая коронарная артерия 25
 Левая ножка пучка Гиса 17, 19, 22
 Левое легкое 27, 44
 Левое полушарие коры головного мозга 129, 132, 151
 Левое предсердие 13, 14, 19, 20, 22, 27
 Левый желудочек 13, 14, 19, 20, 22, 27
 Левый отдел сердца 13, 14, 47
 Легкие 13, 27, 35, 36, 37, 43, 44
 Легочная артерия 15, 19, 27, 49
 Легочная вена 15, 27
 Легочный круг кровообращения 13
 Лейкоциты 107, 111, 174
 Лимбическая система 126, 156
 Лимонная кислота 70
 Лимфа 22, 30
 Лимфатическая система 30
 Лимфатические узлы 22, 30
 Лимфатический капилляр 30
 Лимфатический сосуд 30
 Лимфома 30
 Лимфоциты 111, 113
 Липаза 53, 72, 73
 Липид 57, 64, 65, 69, 72, 73
 Лобная доля (головного мозга) 128

Локтевая артерия 26
 Лучевая артерия 26
 Лютеинизирующий гормон (ЛГ) 210

М

Макрофаги 111, 112
 Малый круг кровообращения 13, 15, 26, 27
 Мальтаза 53
 Мальтоза 62, 63, 73
 Мasticация 53, 68
 Матка 189, 190
 Мегакариоцит 113
 Медленные мышечные волокна 164
 Медулла ствола головного мозга 43
 Межклеточная жидкость 98, 99, 101, 105, 107
 Межпозвоночный диск 166
 Межреберные мышцы 39
 Мейоз 187
 Мембрана 102–105
 Менструальный период 190
 Менструальный цикл 109
 Менструация 209
 Мерцание желудочков 92
 Метаболизм 34, 61, 67, 70, 74, 76, 79, 92, 94
 Метаболическая вода 106
 Метастазы 30
 Микротрубочки 186, 187
 Минералокортикоиды 204, 205, 210
 Минералы 61, 85, 87, 88
 Миоглобин 164
 Миокард 12, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 28
 Миопия (близорукость) 152
 Митоз 186, 187
 Митохондрия 177, 178
 Митральный клапан 15
 Мозг 16, 17, 19, 41, 62, 69, 90, 109, 129
 Мозговая оболочка (мембрана) 126
 Мозговое вещество надпочечника 204, 205, 210
 Мозговой слой 84
 Мозжечок 126, 129
 Молекула 104, 107
 Молоточек 153
 Моносахариды 63, 73
 Моноциты 111
 Моча 79, 80, 82, 86–90, 92, 93, 106
 Мочевая кислота 79, 88
 Мочевина 88
 Мочевой пузырь 88, 90, 91
 Мочевыводящие пути 91
 Мочеиспускание 90

Мочеиспускательный канал 89, 91
Мочеточник 84, 88, 91
Мышечная ткань 22, 180
Мышечное волокно 160, 161
Мышца 66, 67, 121, 131, 160–162, 172, 179
Мышца-разгибатель 168
Мышца-сгибатель 168
Мышцы-антагонисты 168

Н

Надгортанник 55
Надосадочная жидкость 107
Надпочечники 192, 196, 200, 204
Наковальня 153
Наследственность 186
Насыщенная жирная кислота 65
Натрий 111
Незаменимая аминокислота 67
Нейрогипофиз 201
Нейромедиатор 118
Нейрон 118, 119, 130, 136, 138, 179, 180, 201
Нейросенсорная тугоухость 154
Нейтральный жир 65
Нейтрофилы 101, 107
Ненасыщенная жирная кислота 65
Неокортекс 127
Непроизвольные мышцы 161
Нервная система 119, 123, 124, 126, 145
Нервная ткань 180
Нервное сплетение 133
Нервные волокна 130, 131
Нефрон 84
Нечувствительный порог 148
Нитевидные сосочки 158
Норэпинефрин 134, 172

О

Обезвоживание 106, 107
Обмен веществ 61, 70, 74, 75, 106
Обмен веществ в костной ткани 174
Обонятельное поле Брока 128
Обонятельные луковицы 156
Обонятельный эпителий 156
Обратное всасывание 84, 85, 87, 89
Общая сонная артерия 26
Общий объем легких 50
Объем при спокойном вдохе 49
Объем при спокойном выдохе 49
Объем циркулирующей крови 28
Овариальный фолликул 188, 209

Овуляция 188, 190, 209
Окисление 70, 71
Окклюзия сосуда 25
Окситоцин 210
Олигурия 92
Онкотическое давление 105
Оплодотворение 190
Органы дыхания 44
Органы кровообращения 122
Органы пищеварения 68
Органы чувств 120
Осмоз 89, 103, 104
Осмотическое давление 102–104
Оссификация 173
Остаточная моча 90
Остаточный объем легких 50
Остеобласт 174
Остеокласт 174
Остеопороз 174
Островки Лангерганса 206
Отек 106
Отек легких 92
Отраженная боль 145
Отходы жизнедеятельности 92

П

Палеокортекс 127
Палочки 152
Панкреатическая амилаза 53, 73
Панкреатическая липаза 53, 73
Парасимпатическая нервная система 134–136
Парасимпатическая система 38
Паратгормон (ПТГ) 210
Паратиреоидный гормон (ПТГ) 203
Паращитовидные железы 203
Парциальное давление 43, 46, 47
Пах 26
Пепсин 53, 55, 56, 66, 73
Пепсиноген 56
Пептид 66, 73
Первичная моча 82
Передний корешок 131
Передняя доля гипофиза 210
Перекрест 132
Перекрест зрительных нервов 151
Перистальтика 55, 58–60, 69, 88
Периферическая нервная система 118, 119, 126, 133, 134, 136
Периферические нервные клетки 120
Периферические нервы 130, 133

Петля Генле 84
 Печеночная артерия 74
 Печеночная вена 74
 Печень 68, 69, 74, 75, 110, 171, 207
 Пировиноградная кислота (пируват) 71
 Питательные вещества 13, 22, 25, 52, 53, 61, 69, 72, 74–76, 99, 101
 Пищеварение 52, 69, 74, 76
 Пищеварительная система 68
 Пищеварительные соки 69, 72,
 Пищеварительные ферменты 69
 Пищеварительный тракт 54, 68, 75
 Пищевод 53–55, 68
 Плазма крови 82, 98, 107, 113, 114
 Плечевая артерия 26
 Плечо 26
 Пневмония 54
 Поверхностная вена 26
 Поверхностное ощущение 140, 147
 Подвздошная кишка 53, 58
 Подвздошно-паховая область 26
 Поджелудочная железа 57, 68, 69, 192, 196, 206, 210
 Поджелудочный сок 57, 69, 72, 73
 Подключичная вена 30
 Подколенная артерия 26
 Подмышечная артерия 172
 Позвонок 166
 Позвоночник 166
 Позвоночный столб 130, 132
 Полая вена 15, 27
 Полисахариды 63
 Половые гормоны 208
 Полукружные каналы 153 – 155
 Пороговая величина 148, 149
 Постнатальный (послеродовой) период 110
 Пот 106, 172
 Потовые железы 172
 Потоотделение 92, 107, 172
 Почечная лоханка 84
 Почечная недостаточность 92
 Почечное тельце 80, 81, 84, 93
 Почечный каналец 83 – 85, 87, 89
 Почка 27, 79, 80, 82, 85, 87, 88, 90, 92 – 94, 204
 Поясничной (люмбарный) отдел позвоночника 110
 Правая коронарная артерия 25
 Правая ножка пучка Гиса 17, 19, 22
 Правое легкое 27, 44
 Правое полушарие коры головного мозга 129, 132, 151
 Правое предсердие 13, 14, 19, 20, 22, 27
 Правый желудочек 13, 14, 19, 20, 22, 27

Правый отдел сердца 13, 14, 47
 Преддверие 153, 154
 Предсердно желудочковый узел 16, 17, 19, 22
 Пренатальный (внутриутробный) период 130
 Пресбиопия 152
 Проводящие пути 132
 Прогестерон 208 – 210
 Продолговатый мозг 126
 Пронизательные мышцы 161
 Проксимальный каналец 84, 86, 89
 Пролактин 210
 Промежуточный мозг 126
 Proprioцепция 143
 Протеаза 72, 73
 Протеин 66, 177
 Прямая кишка 53, 60, 69
 Прямой почечный каналец 84
 Ренин 53, 73
 Пульс 24, 26
 Пучок Гиса 5, 17, 19, 22

Р

Радужная оболочка 150
 Радужатель 148, 149
 Распад АТФ 70
 Раствор 102
 Резервный объем вдоха 49, 50
 Резервный объем выдоха 49, 50
 Реабсорбция 173
 Ренин 93
 Реперкуссионная боль 145
 Рецептор боли 148
 Рецептор давления 148
 Рецептор тепла 148
 Рецептор холода 148
 Рецепторы 141, 148, 155, 156, 158, 194
 Рибосома 177, 178
 Рибонуклеиновая кислота (РНК) 178
 Роговица 150
 Рот 68, 72, 75
 Ротовая полость 53

С

Сахараза 53, 73
 Сахарный диабет 207
 Сахароза 62, 63, 73
 Свертывание крови 114
 Связка 166
 Сгиб в локте 26
 Сгусток крови 113

Селезенка 110
 Сенная лихорадка 114
 Сенсорная адаптация 146, 149
 Сенсорная кора головного мозга 128
 Сенсорная нервная система 150
 Сенсорный сигнал 120
 Сердечная мышца 22, 25, 161
 Сердечная недостаточность 92
 Сердечный выброс 24
 Сердечный ритм 23
 Сердце 12 – 15, 18, 22, 25, 45, 74, 129, 171
 Сердцебиение 122, 124, 135
 Серое вещество (головного мозга) 127, 130
 Серое вещество (спинного мозга) 130, 131
 Серотонин 136
 Сетчатка 150, 152
 Симпатическая нервная система (СНС) 134–136, 205
 Симпатические нервы 122, 124
 Синапс 118, 119
 Синусовый узел 12, 16, 17, 19, 22
 Система восприятия звука 154
 Система звукопроводимости 154
 Система кровообращения 22, 24
 Система электропроводимости импульса 16, 22
 Системный круг кровообращения 13
 Систолическое давление 29
 Скелетная мышца 91, 120, 161, 171
 Слепая кишка 53
 Слепое пятно (оптический диск) 150
 Слизь 56
 Слух 153
 Слуховая зона коры головного мозга 128
 Слуховые косточки 153
 Слюна 53, 68, 72, 73
 Смерть мозга 129
 Соединительная ткань 180
 Сократительная способность миокарда 28
 Соляная кислота 55, 68
 Соматическая нервная система 133
 Соматические ощущения 143
 Сонная артерия 172
 Сосудистая жидкость 98
 Сперма 188
 Сперматозоид 187–190
 Спинальный рефлекс 121, 132
 Спинной мозг 108, 118, 119, 120, 121, 126, 130–133, 136, 166
 Спинномозговая жидкость 126, 132
 Спинномозговая реакция 132
 Спинномозговые нервы 133

Спирограмма 49, 50
 Среднее ухо 153, 154
 Средний мозг 126
 Стандартные отведения электрокардиограммы 23
 Ствол головного мозга 41, 43, 126, 127, 129
 Стволовые клетки 174
 Стекловидное тело 150
 Стероидные гормоны 204
 Стопа 26
 Стремечко 153
 Сустав 165, 166
 Суставная капсула 166
 Суставной хрящ 166
 Схема кровообращения 27
 Сыворотка 114
 Сывороточный альбумин 105

Т

Таламус 126
 Тахикардия 23, 202
 Тело яйцеклетки 118
 Теменная доля (головного мозга) 128
 Тестостерон 205
 Тиреотропный гормон (ТТГ) 202, 210
 Тироксин (Т4) 202, 210
 Тканевая жидкость 98
 Толстый кишечник 53, 58, 59, 69
 Тонкий кишечник 53, 58, 69, 72
 Тоны Короткова 29
 Тощая кишка 53, 58
 Трахея 37, 44, 54
 Трехстворчатый клапан 15
 Триглицериды 65
 Трийодтиронин (Т3) 202, 210
 Трипсин 53, 73
 Тромб 113
 Тромбоциты 107, 113, 174

У

Углеводы 57, 61, 62, 70, 71, 73
 Углекислый газ 34, 35, 42–45, 47, 71
 Ударный объем сердца 24
 Улитка 153, 154
 Уремия 92
 Уретра 91
 Уробилиноген 79
 Утроба 190
 Ухо 153
 Ушная раковина 153
 Ушной канал 153

Ф

Фагоцитоз 111
Фаллопиевая труба 188, 190
Фекалии 60, 69
Ферменты 54, 69, 71 – 74, 76
Фибрин 113
Фибринолиз 114
Фиброноген 113
Физиологические жидкости 10
Физиология 6, 9, 11, 12, 20
Фильтрация 81
Фовеальная ямка сетчатки 150, 152
Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) 210
Фруктоза 62, 63

Х

Химотрипсин 53, 73
Химус 57, 69
Холестерин 64, 75
Хромосома 186, 187
Хрусталик (глаза) 150, 152

Ц

Центр речи Вернике 128
Центральная борозда (головного мозга) 128
Центральная нервная система 118, 120, 126, 133
Цепочка транспорта электронов 71
Церебральная лимбическая система 126
Цикл лимонной кислоты (трикарбоновых кислот, Кребса) 70, 71
Цилиарное тело 150
Цистит 91
Цитоплазма 177

Ч

Частота дыхания 41
Частота сердцебиений 24
Червеобразный отросток 53
Черепно-мозговые нервы 133
Чувствительные нервы 119, 120, 133, 141
Чувствительный порог 148

Ш

Шаровидный сустав 167, 168
Шея 26

Щ

Щелочность жидкости 48
Щитовидная железа 192, 194, 200, 202, 210

Э

Эдема 104
Экзема 114
Экскреция 79
Электроактивность сердца 22
Электрокардиограмма 18, 23
Электролит 79, 104, 107
Электропроводимость сердца 8, 12
Электростимуляция сердца 19
Эндокринная железа 206
Эндокринная система 89, 126, 191, 192, 200
Эндометрия 190
Энзим 181
Энтеральная нервная система 136
Эозинофилы 111
Эпинефрин 134, 172
Эпителиальная ткань 180
Эритропоэтин 93
Эритроциты 76, 82, 93, 107 – 110, 113
Эстроген 174, 205, 208, 209, 210
Эфферентные пути 132

Я

Ядерная оболочка 187
Ядро (клетки) 177, 178
Ядро (скелетной мышцы) 161
Язык 158
Яички 192, 200, 210
Яичники 188, 192, 200, 210
Яйцеклетка 187–190, 209
Яремная вена 30

Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: **115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.**

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя. Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.aliants-kniga.ru.**

Оптовые закупки: тел. **+7(499) 782-38-89**

Электронный адрес: **books@aliants-kniga.ru.**

Танака Эцуро (автор), Кояма Кэйко (художник)

Занимательная физиология Манга

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
dmkpress@gmail.com

Перевод *Сенникова Т. И.*

Научный редактор *Сенников И. А.*

Корректор *Синяева Г. И.*

Верстка *Паранская Н. В.*

Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Формат 70×100¹/₁₆

Печать офсетная. Усл. печ. л. 21.93.

Тираж 500 экз.

Веб-сайт издательства: www.dmk.ru



ФИЗИОЛОГИЯ

В ДАННОЙ МАНГЕ В ИНТЕРЕСНОЙ И УВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФОРМЕ РАССКАЗАНО О ВСЕМ ВЕЛИКОЛЕПИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА. ЧИТАТЕЛЬ ВМЕСТЕ С ПЕРВОКУРСНИЦЕЙ КУМИКО УЗНАЕТ, ЧТО УСТРОЙСТВО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА ОЧЕНЬ НАПОМИНАЕТ ОРГАНИЗАЦИЮ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ ПОХОЖ НА ФАБРИКУ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ СЫРЬЯ, КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА ИМЕЕТ МНОГО ОБЩЕГО С РИСОВОЙ ПЛАНТАЦИЕЙ, А НЕРВНАЯ СИСТЕМА – С ЛИЦЕЙ СКОРОСТНОЙ СВЯЗИ, СООБЩАЮЩЕЙ О НЕОБХОДИМОСТИ РЕАКЦИИ В ОТВЕТ НА ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.

ПРОСТОТА ИЗЛОЖЕНИЯ И ЗАНИМАТЕЛЬНЫЙ СЮЖЕТ О ПОДГОТОВКЕ КУМИКО К ПЕРЕЭКЗАМЕНОВКЕ ПОМОЖЕТ ЧИТАТЕЛЮ ПОЛУЧИТЬ БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ.

КНИГА БУДЕТ ПОЛЕЗНА ШКОЛЬНИКАМ СТАРШИХ КЛАССОВ, УЧАЩИМСЯ МЕДИЦИНСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ, СТУДЕНТАМ МЛАДШИХ КУРСОВ ВУЗОВ, А ТАКЖЕ НАВЕРНЯКА ЗАИНТЕРЕСУЕТ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ ЛЮДЕЙ, ЖЕЛАЮЩИХ ПОЗНАТЬ САМИХ СЕБЯ.

Интернет-магазин: www.dmkpress.com

Книга-почтой: orders@alians-kniga.ru

Оптовая продажа: "Альянс-книга".
(499)782-3889. books@alians-kniga.ru

ДМК
ИЗДАТЕЛЬСТВО
www.dmk-press.ru

ISBN 978-5-97060-562-2



9 785970 605622 >