

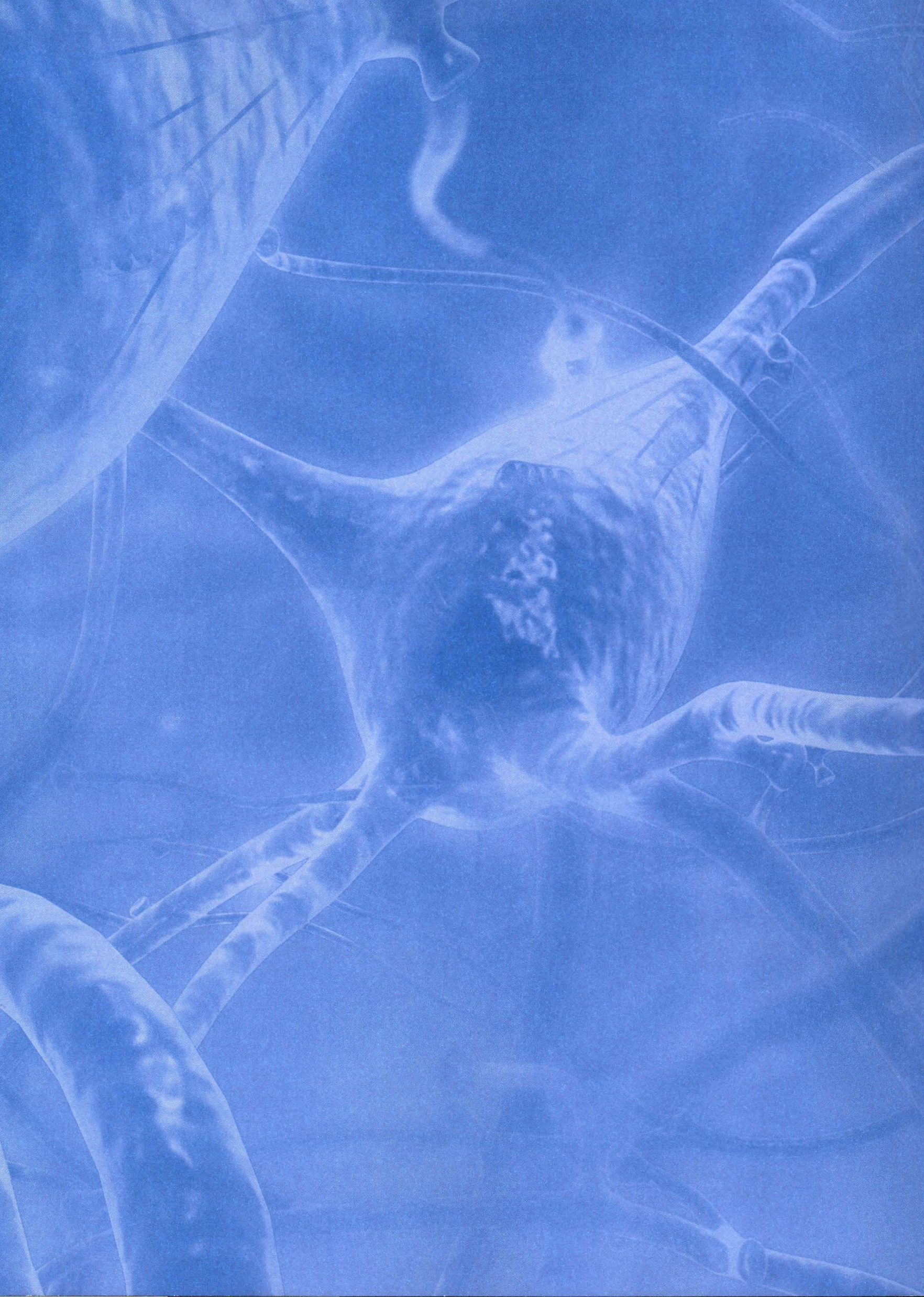


иллюстрированный

АТЛАС АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА

Самые точные изображения,
полученные с помощью новейших микроскопов

Беверли МакМиллан

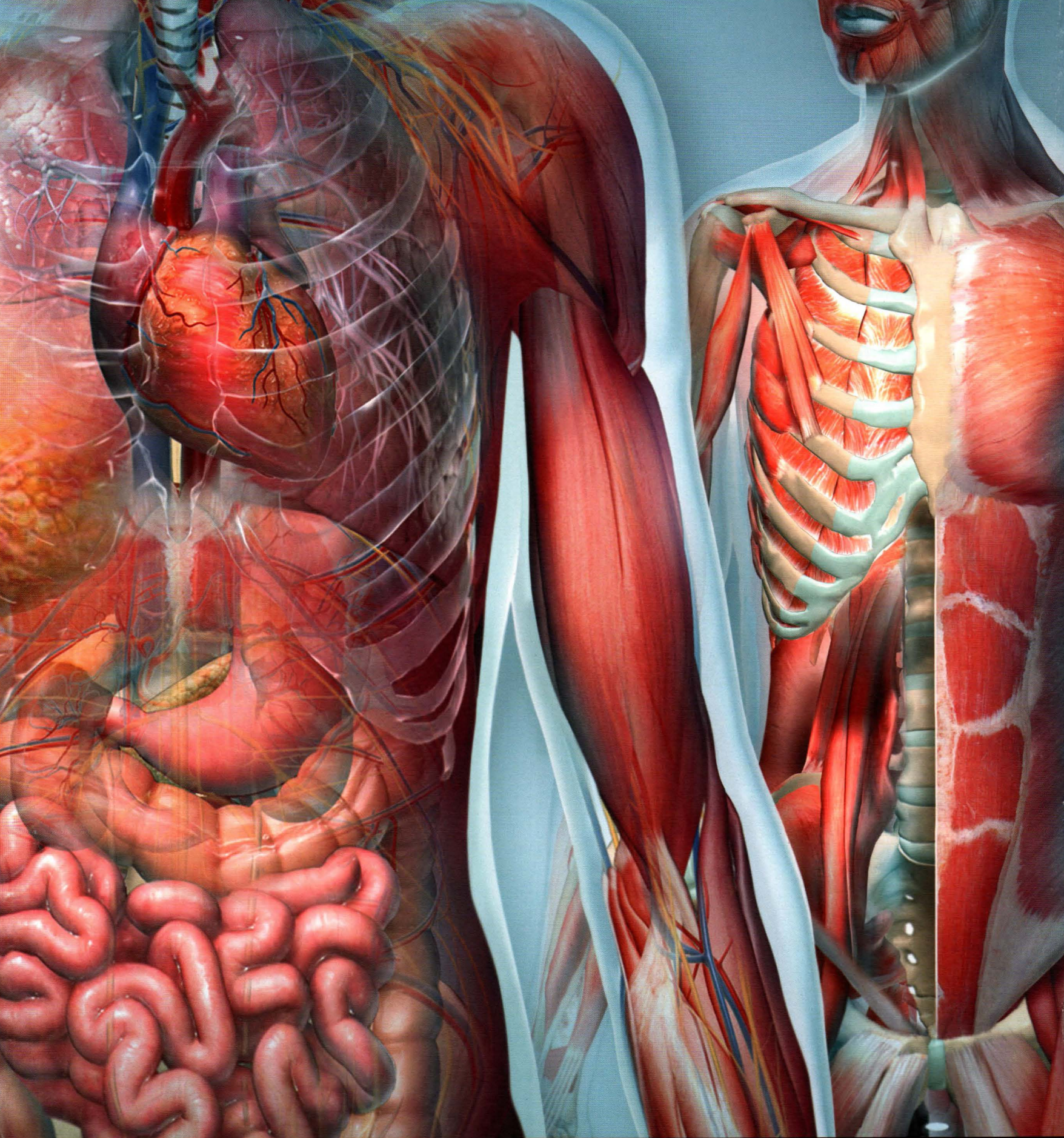


An anatomical illustration of a human figure, showing the internal organs and muscles. The figure is depicted from the waist up, with the head turned slightly to the left. The skin is removed, revealing the underlying structures. The brain is visible in the head, and the heart and lungs are prominent in the chest. The abdominal cavity shows the stomach and intestines. The illustration is rendered in a realistic style with soft shading and highlights, giving it a three-dimensional appearance. The background is a plain, light color.

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ
АТЛАС
АНАТОМИИ
ЧЕЛОВЕКА

Беверли МакМиллан

АСТ • Астрель
Москва





ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ
АТЛАС АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА

УДК 611
ББК 28.706
М15

Перевод с английского Ю.В. Букановой

Данная книга представляет собой перевод оригинального издания
«The Illustrated Atlas of the Human Body», впервые опубликованного в Австралии
издательством Weldon Owen Pty Ltd

Все права защищены. Ни одна часть данного издания не может быть использована в какой-либо форме,
включая электронную, фотокопирование, магнитную запись или какие-либо иные способы хранения и
воспроизведения информации, без предварительного письменного разрешения правообладателя

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953000 – книги, брошюры
Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.012280.10.09 от 20.10.2009 г.

Подписано в печать 23.03.10.
Формат 70х100/8. Усл. печ. л. 46,8
Тираж экз. Заказ № .

МакМиллан, Б.

М15 Иллюстрированный атлас анатомии человека / Беверли Мак-
Миллан; пер. с англ. Ю.В. Букановой. – М.: АСТ: Астрель, 2010. –
288 с.: ил.

ISBN 978-5-17-062759-2 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 978-5-271-25603-5 (ООО «Издательство Астрель»)
ISBN 978-1-74089-648-1 (англ.)

УДК 611
ББК 28.706

Научно-популярное издание

Беверли МакМиллан
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ АТЛАС
АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА

Ответственный редактор Т. Карпенко
Редактор Д. Галкина
Технический редактор Г. Рыжкова
Корректор И. Мокина
Компьютерная верстка З. Полосухиной

ООО «Издательство АСТ»
141100, Московская обл., г. Щелково, ул. Заречная, д. 96

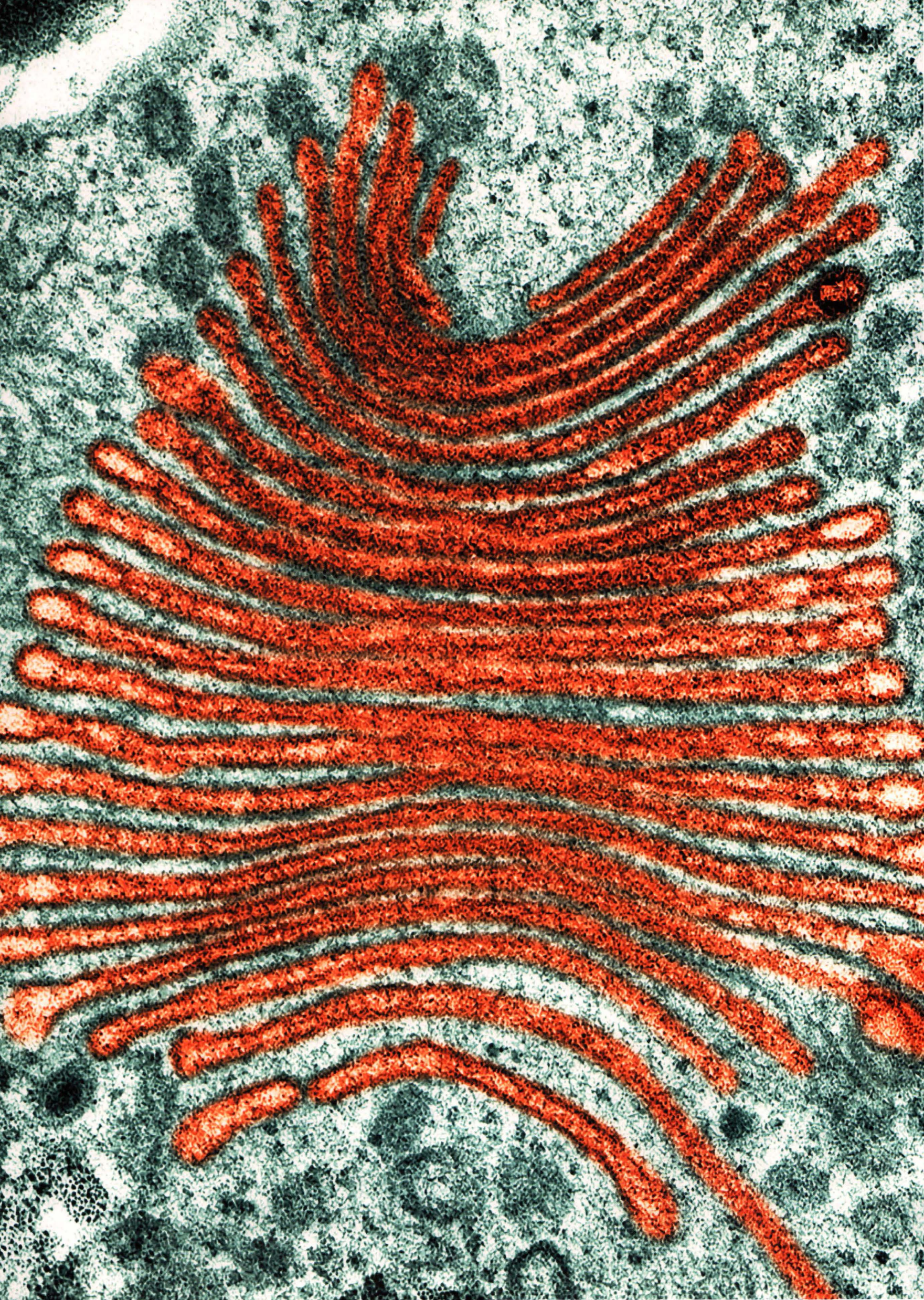
ООО «Издательство Астрель»
129085, г. Москва, пр-д Ольминского, д. 3а

Наш электронный адрес: www.ast.ru
E-mail: astpub@aha.ru

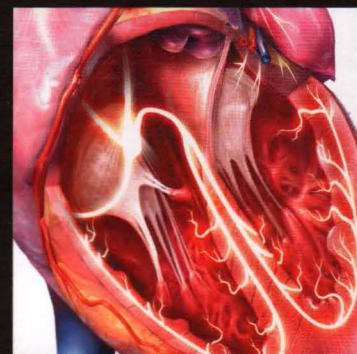
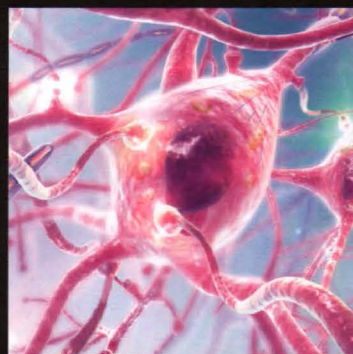
Отпечатано ООО «Балто принт»
Logotipas Company
www.baltoprint.ru

ISBN 978-5-17-062759-2 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 978-5-271-25603-5 (ООО «Издательство «Астрель»)
ISBN 978-1-74089-648-1 (англ.)

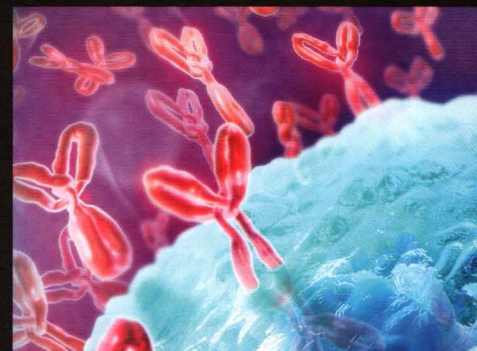
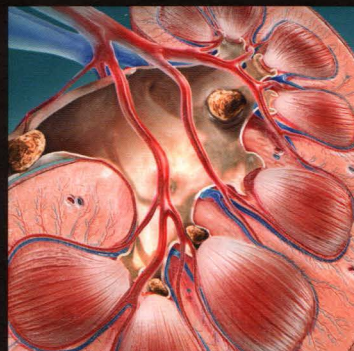
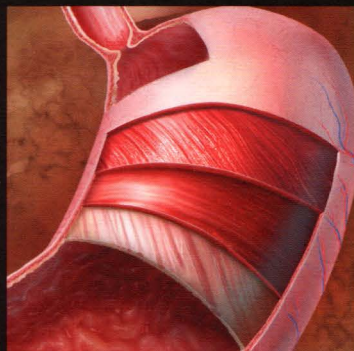
© ООО «Издательство Астрель», 2009
Copyright © Weldon Owen Inc.



СОДЕРЖАНИЕ



Предисловие	9	НЕРВНАЯ СИСТЕМА	74
Как пользоваться книгой	10	Спинной мозг и периферические нервы	76
Методы визуализации	12	Нейроны и нервы	78
ОСНОВЫ	14	Нервные импульсы и синапсы	80
ОСНОВЫ	16	Строение головного мозга	82
Клетки	18	Ствол мозга	84
ДНК	20	Мозжечок	86
Ткани	22	Мощность головного мозга	88
Восстановление	24	Области двигательного контроля	90
Оболочки и железы	26	Бодрствующий мозг	92
Органы и полости тела	28	Речь	94
Инфекционные заболевания	30	Сон	96
Распространение и профилактика болезней	32	Эмоции	98
Злокачественные новообразования	34	Память	100
СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА	36	Нарушения нервной системы	102
ОБЗОР СИСТЕМ ОРГАНИЗМА	38	Заболевания головного мозга	104
КОЖНЫЕ ПОКРОВЫ	40	Психические расстройства	106
Производные кожи	42	ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА	108
Нарушения и заболевания кожи	44	Гипофиз и гипоталамус	110
Злокачественные новообразования кожи	46	Щитовидная и поджелудочная железы	112
КОСТНАЯ СИСТЕМА	48	Паращитовидные железы и надпочечники	114
Строение кости	50	Другие гормоны	116
Осевой скелет	52	Гормоны и голод	118
Добавочный скелет	54	Заболевания и нарушения эндокринной системы	120
Соединения между костями	56	Диабет	122
Синовиальные суставы	58	КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА	124
Заболевания и нарушения костей	60	Сердце	126
Заживление и замена суставов	62	Сердечный цикл	128
МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА	64	Кровеносные сосуды	130
Как работают скелетные мышцы	66	Состав крови	132
Мышцы лица	68	Свертывание крови	134
Гладкие мышцы	70	Заболевания крови	136
Нарушения и заболевания мышц	72	Повреждения кровеносных сосудов	138
		Заболевания сердца	140
		ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	142
		Газообмен	144
		Контроль над дыханием	146



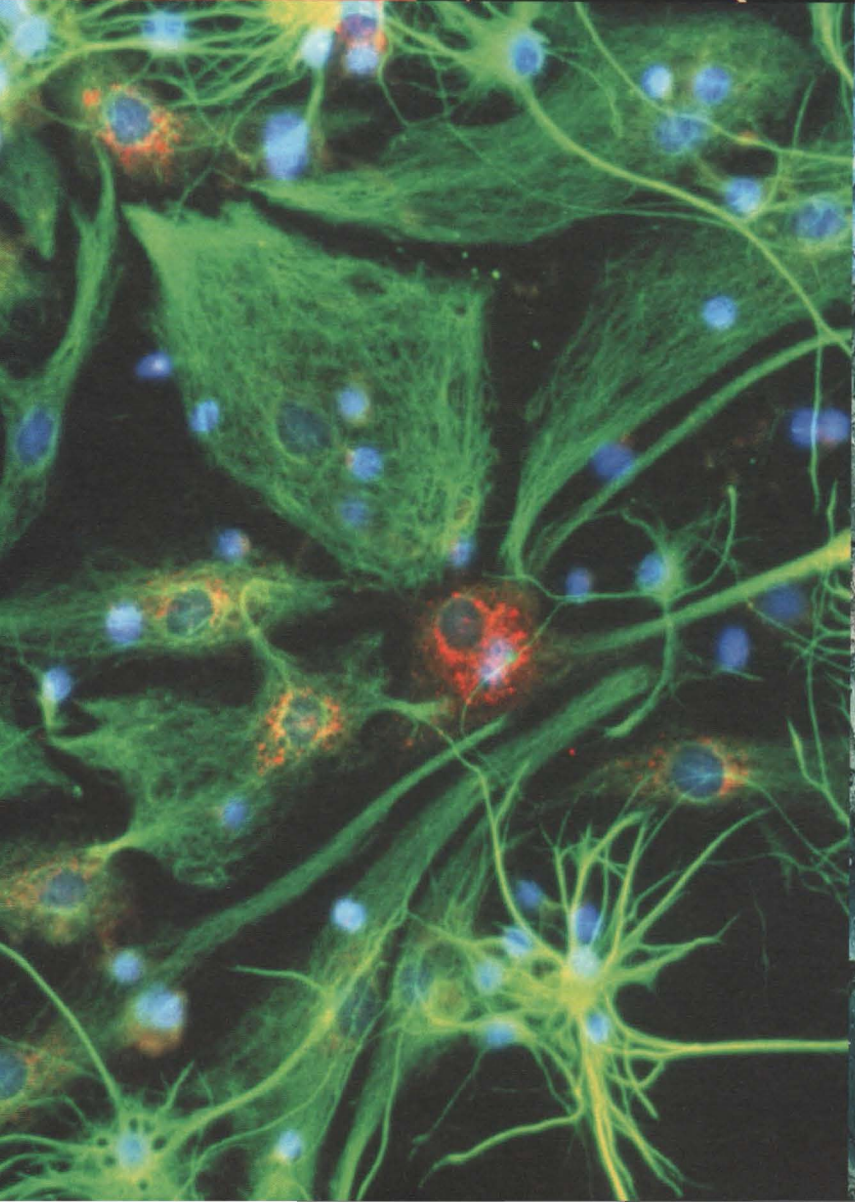
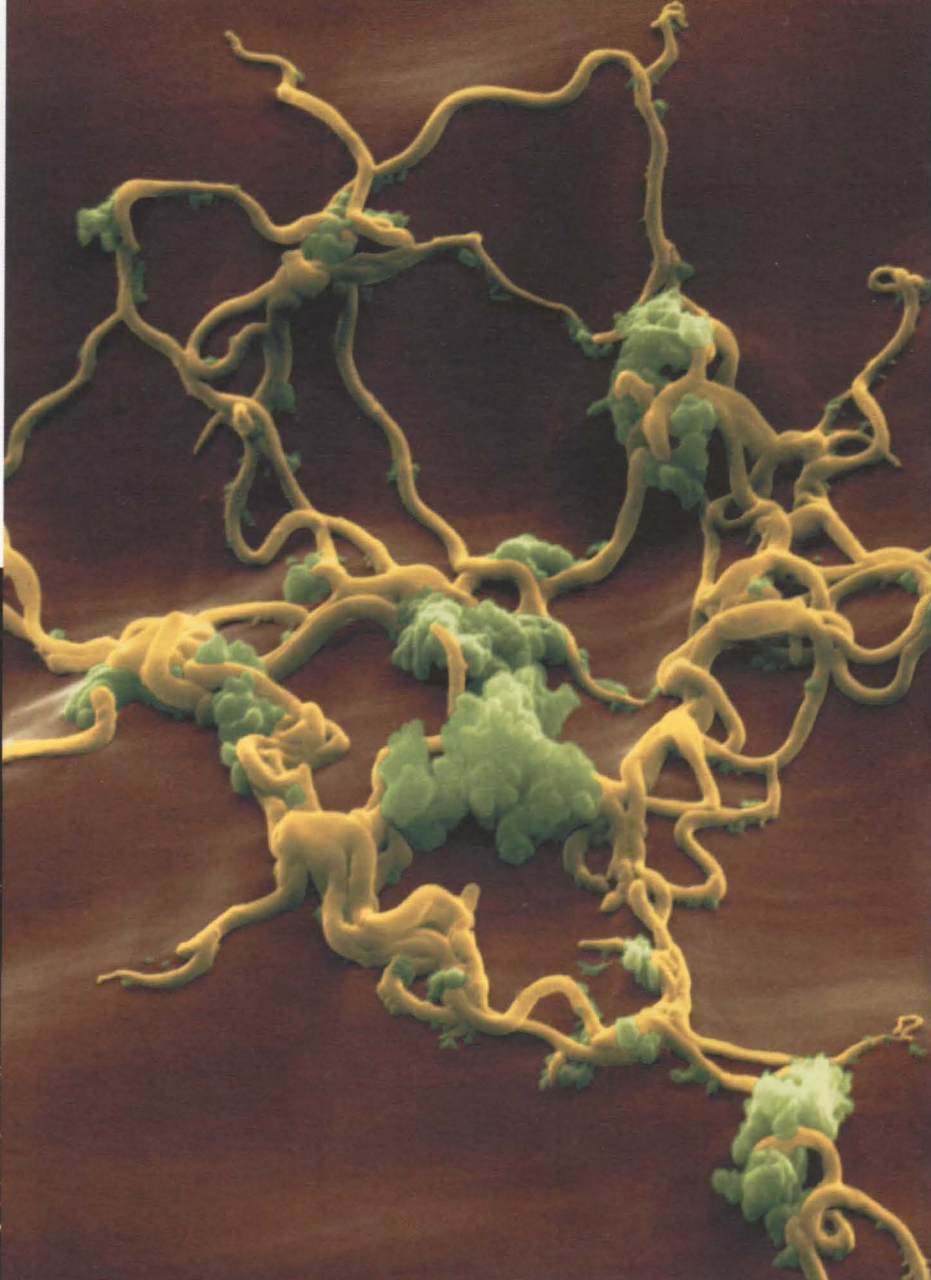
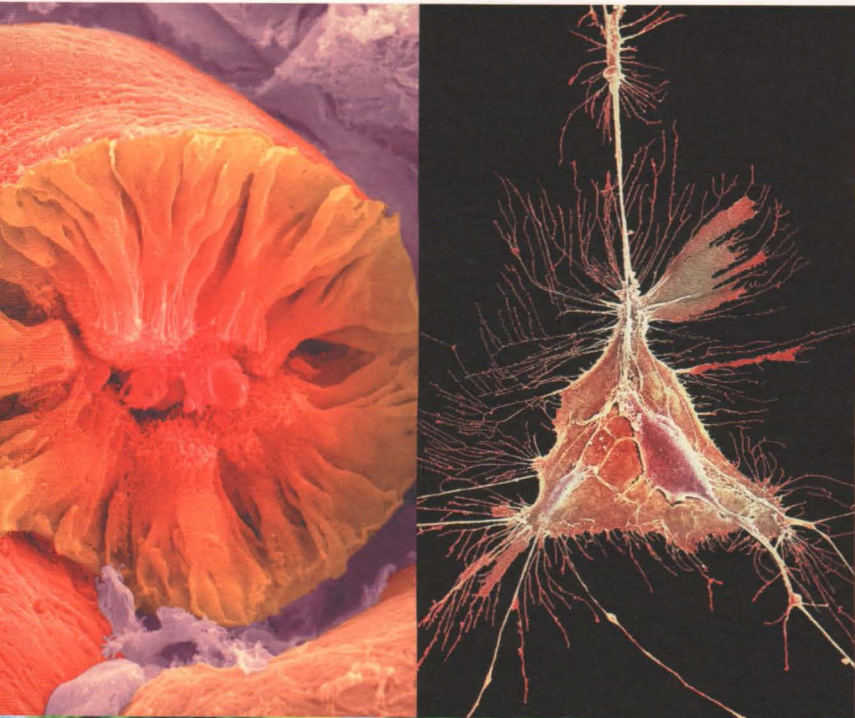
Заболевания и нарушения дыхательной системы	148	Вкус	218
Угрозы для легких	150	Обоняние	220
ЛИМФАТИЧЕСКАЯ И ИММУННАЯ СИСТЕМЫ	152	Осязание	222
Иммунные реакции	154	Боль	224
Воспалительная реакция	156	Заболевания глаз и нарушения зрения	226
Иммунный ответ в действии	158	Заболевания ушей и нарушения слуха	228
Аллергии и аллергические реакции	160	ЖЕНСКАЯ РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА	230
Другие неспецифические защитные механизмы	162	МУЖСКАЯ РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА	232
Заболевания иммунной системы	164	Смена поколений	234
Иммунодефицит	166	Цикл яичников	236
Трансплантация органов	168	Сперматозоиды	238
Иммунизация и иммунотерапия	170	Беременность	240
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	172	Первые восемь недель беременности	242
Как начинается переваривание пищи	174	Внутриутробная жизнь	244
Желудок	176	Роды	246
Тонкий и толстый кишечник	178	Детство и отрочество	248
Вспомогательные органы пищеварения	180	Зрелость	250
Заболевания и нарушения ротовой полости	182	Заболевания женской репродуктивной системы	252
Заболевания и нарушения пищевода и желудка	184	Заболевания мужской репродуктивной системы	254
Заболевания кишечника	186	Злокачественные новообразования груди и предстательной железы	256
Ожирение как глобальная проблема	188	Заболевания, передаваемые половым путем	258
Недоедание и голодание	190	Лечение бесплодия	260
Нарушения пищевого поведения	192	Пренатальная диагностика	262
ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	194	Наследственность и болезни	264
Внутренняя среда организма	196	Конец жизни	266
Почки	198	Будущее медицины	268
Образование мочи	200	ПРИЛОЖЕНИЯ	270
Заболевания и нарушения выделительной системы	202	Основные исторические вехи медицины до 1850 г.	272
Заболевания и нарушения почек	204	Основные исторические вехи медицины с 1850 г. до наших дней	274
СИСТЕМА ОРГАНОВ ЧУВСТВ	206	Глоссарий	276
Зрение	208	Благодарности	288
Обработка зрительной информации	210		
Обман зрения	212		
Слух	214		
Равновесие	216		

Нефроны (ниже слева)

Эта цветная электронная микрофотография демонстрирует внутреннюю часть изогнутой трубочки нефрона (почечного канальца), в которой формируется моча. Капельки мочи поступают в собирательные трубочки, а по ним в центральную полость почки – почечную лоханку.

Поддерживающие структуры нейрона (ниже)

На этой цветной электронной микрофотографии показан олигодендроцит – клетка, поддерживающая аксоны нервных клеток. Ее основной функцией является выработка миелина, образующего изолирующий чехол вокруг аксонов.



Бактерия (вверху)

Бактерии бывают разных форм, в т.ч. палочки и спирали. Эта спиралевидная бактерия *Borrelia burgdorferi* вызывает лаймскую болезнь.

Сальная железа (слева)

Сальные железы расположены вокруг основания волосных фолликулов. На этой цветной электронной микрофотографии можно видеть волос, выступающий над поверхностью кожи, и сальную железу (светло-синего цвета внизу в центре), выделяющую кожное сало для смазывания волоса и кожи.

Нервная ткань (дальше слева)

На этой цветной электронной микрофотографии показаны астроциты. Это клетки, имеющие форму звезд, входящие в состав нервной ткани головного мозга. Они относятся к так называемой нейроглии, обеспечивающей питание и поддержку нейронов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Независимо от возраста, национальности, пола и расы, все живущие на земле люди имеют нечто общее – один и тот же человеческий организм. Несмотря на многолетние исследования и значительный прогресс медицины, многие аспекты человеческой физиологии все еще остаются непонятными. Как происходит мыслительный процесс? Почему и как стареет тело? Как организм защищается от болезней и других угроз? Благодаря научному и технологическому прогрессу мы сегодня можем ответить на эти и другие вопросы и все лучше понимаем сложные процессы и явления, лежащие в основе структурных особенностей и функций разных частей организма.

«Иллюстрированный атлас человеческого тела» – незаменимое справочное пособие, помогающее понять строение и работу нашего тела. В одной книге собраны знания из научных и медицинских источников со всего мира. Кроме подробного рассмотрения каждого органа и системы, в книге обсуждаются основные болезни и нарушения, методы диагностики и лечения, а также такие актуальные вопросы, как исследования стволовых клеток, нарушения пищевого поведения, технологии культивирования тканей и трансплантация органов.

Книга начинается с обзора технологий, позволяющих врачам и исследователям визуализировать внутренние органы и выполнять различные процедуры внутри живого организма. В следующем разделе изложены фундаментальные вопросы, включая строение клеток и тканей, ДНК, основные генетические нарушения и инфекционные заболевания. Далее рассмотрены основные органы и системы человеческого тела и связанные с ними медицинские проблемы. По ходу изложения доходчиво описаны все физиологические процессы, от дыхания и кровообращения до сложной координации нервной и эндокринной систем. В отдельных главах описаны кожа, мышцы и кости, выделительная система, иммунная система и репродуктивные органы. Изложенная информация проиллюстрирована фотографиями и прекрасно выполненными изображениями органов, систем и тканей.

Составленная международной группой специалистов, ученых и иллюстраторов, книга предлагает читателю интересное и невероятное путешествие в удивительный мир человеческого тела.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ КНИГОЙ

Атлас состоит из двух разделов. Первый раздел – «Основы» – включает описание базовых компонентов человеческого организма, а также болезней и клеточных мутаций, которые могут ему угрожать. Второй раздел имеет больший объем и называется «Системы организма». В нем обсуждаются вопросы анатомии и физиологии органов и систем. Заканчивается атлас разделом «Приложения», включающим обзор истории медицины, глоссарий анатомических и физиологических терминов и предметный указатель.

Обзор системы организма

Каждый подраздел начинается с обзора обсуждаемой системы. Он включает иллюстрации, демонстрирующие расположение и строение органов и объясняющие совместную работу разных частей системы.

Подробная иллюстрация

Подробная иллюстрация в увеличенном масштабе демонстрирует детальное строение сложных органов и тканей.

Схема расположения

Прозрачная фигура человеческого тела дает представление об относительном расположении систем и органов, что облегчает понимание общего анатомического строения.

Подписи к рисункам с описанием

Информативные подписи к рисункам содержат дополнительные данные для более полного понимания иллюстраций и фотографий.

Введение

Здесь дано краткое и четкое описание основных анатомических и физиологических фактов, обсуждаемых в разделе.

Таблица данных

В таблице суммирована физиологическая информация.

Медицинская визуализация

Это изображение получено с использованием различных технологий визуализации, таких как микроскопия или позитрон-эмиссионная томография (ПЭТ), что позволяет увидеть то, что обычно скрыто от наших глаз.

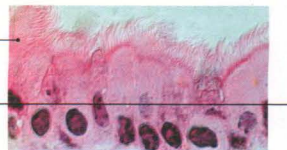
Информационный текстовый блок

В этом текстовом блоке подробно обсуждается важная информация, касающаяся медицинских проблем.

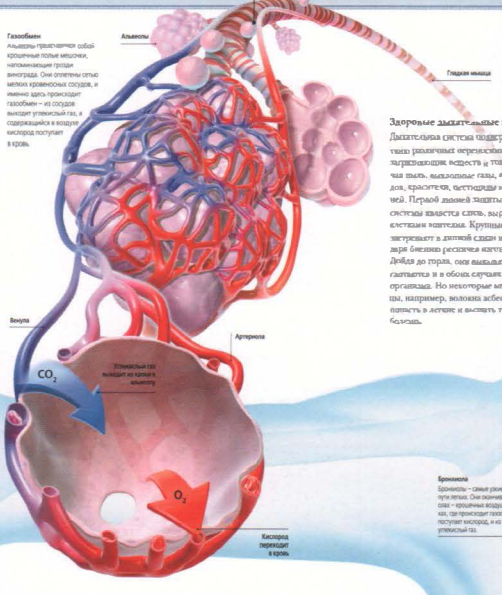
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Задачей дыхательной системы является наполнение воздухом губчатых рвастжимых легких. Верхние дыхательные пути – нос, глотка и гортань – обеспечивают прохождение воздуха к трахее. Стенки трахеи укреплена хрящами, благодаря чему ее просвет поддается открытым. Трахея разветвляется на два бронха, по которым воздух попадает в легкие. Далее бронхи ветвятся, образуя «бронхиальное дерево», разделяясь на все более мелкие бронхиолы. Самые мелкие из них подходят к микроскопическим мешочкам – альвеолам. В альвеолах происходит газообмен: кислород переходит в кровь, а углекислый газ выходит из крови и выводится из организма с выдыхаемым воздухом.

ВОСЕМЬ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	
Полость носа	Принимает закаленный воздух.
Глотка	Приводит воздух к гортани, а затем к трахее.
Гортань	Место расположения голосовых связок, производящих звук.
Трахея	Воздушный путь, ведущий к бронхам.
Бронхиальные бронхи	Два бронха, ведущие воздух в легкие.
Бронхиола	Наибольший дыхательный путь в легких.
Легкие	Органы, где происходит газообмен кислорода и углекислого газа.
Альвеолы	Воздушные мешочки, в которых кислород переходит в кровь, а углекислый газ выходит из крови.



Близость дыхательных путей. Сосудистый путь (красный), нервный сплетен с кровеносными сосудами (синий), выходящий из легочной артерии (красный) и легочной артерии (синий).



ЗВУКООБРАЗОВАНИЕ И РЕЧЬ

Звук человеческой речи образуется в гортани благодаря взаимодействию воздушного потока с голосовыми связками. Воздух, выходящий из легких, проходит через гортань, где происходит звукообразование. Когда голосовые связки смыкаются, воздух проходит свободно, и не возникает звука. Когда же связки смыкаются, воздух выталкивается вперед, и возникает звук. Когда же связки смыкаются, воздух выталкивается вперед, и возникает звук.



Голосовые связки смыкаются. Голосовые связки раскрыты.

Зеролевые дыхательные пути

Дыхательная система содержит различные типы клеток, включая клетки, вырабатывающие слизь, выходящую в виде мокроты, и клетки, вырабатывающие слизь, выходящую в виде мокроты. Эти клетки играют важную роль в защите дыхательной системы от инфекций.

Легкие

Легкие имеют губчатую структуру, которая позволяет им эффективно поглощать кислород и выводить углекислый газ. Легкие состоят из миллионов альвеол, которые обеспечивают большую площадь поверхности для газообмена.

Дыхательные пути

Дыхательные пути состоят из носовой полости, глотки, гортани, трахеи, бронхов и легких. Каждый из этих органов выполняет свою функцию в процессе дыхания.

Дыхательная система

Дыхательная система играет ключевую роль в поддержании жизни. Она обеспечивает организм кислородом и удаляет углекислый газ. Без дыхательной системы организм не мог бы существовать.

Иконка позиционирования

Иконки показывают расположение систем в человеческом теле.

Фотографии

Фотографии позволяют получить наглядное представление об обсуждаемых медицинских проблемах, помогая составить реальную картину заболеваний.

ИММУННЫЙ ОТВЕТ В ДЕЙСТВИИ

Достигнув зрелости, Т- и В-лимфоциты переходят в лимфатические сосуды, селезенку и другие лимфатические органы, где проверяют лимфу на наличие бактерий, вирусов, аномальных или злокачественных клеток. Если пролеток и другие чужеродные субстанции. Если процесс и другие чужеродные субстанции. Если процесс и другие чужеродные субстанции.

Физическая нагрузка увеличивает иммунную систему. В одном исследовании было установлено, что люди, регулярно занимающиеся физическими упражнениями, имеют более высокие уровни защитных белков в крови. Это указывает на то, что физическая активность может усилить иммунную систему.



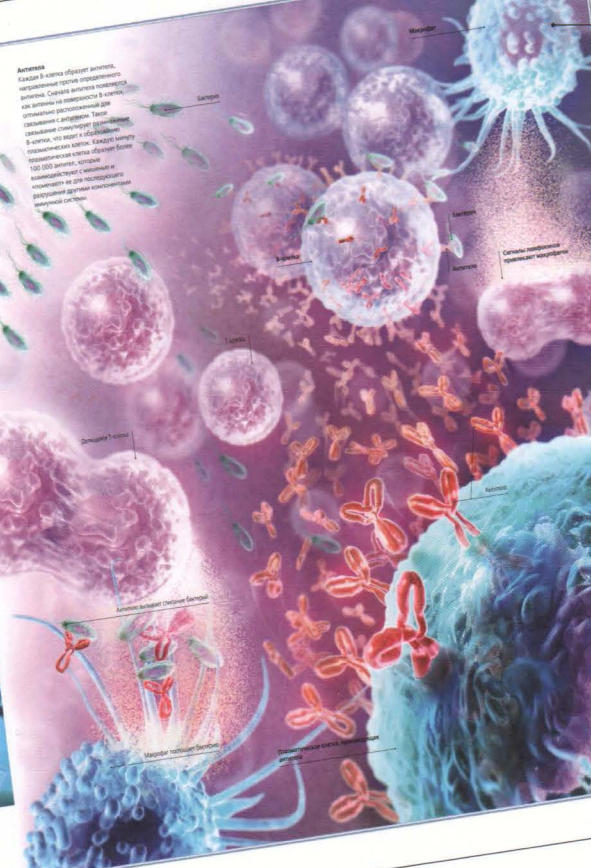
Взрослые глаза. Иммунная система может быстро реагировать на инфекции и повреждение тканей. Это позволяет организму бороться с болезнями и поддерживать здоровье.



Иммунитет и интерфероны. Интерфероны – это белки, участвующие в работе иммунной системы. Они помогают организму бороться с вирусами и другими патогенами. Интерфероны также играют важную роль в развитии иммунной системы.



ЛИМФАТИЧЕСКАЯ И ИММУННАЯ СИСТЕМЫ: ИММУННЫЙ ОТВЕТ В ДЕЙСТВИИ



Яркие и подробные иллюстрации демонстрируют строение и функции внутренних органов и тканей, помогая лучше понять рассматриваемые вопросы.

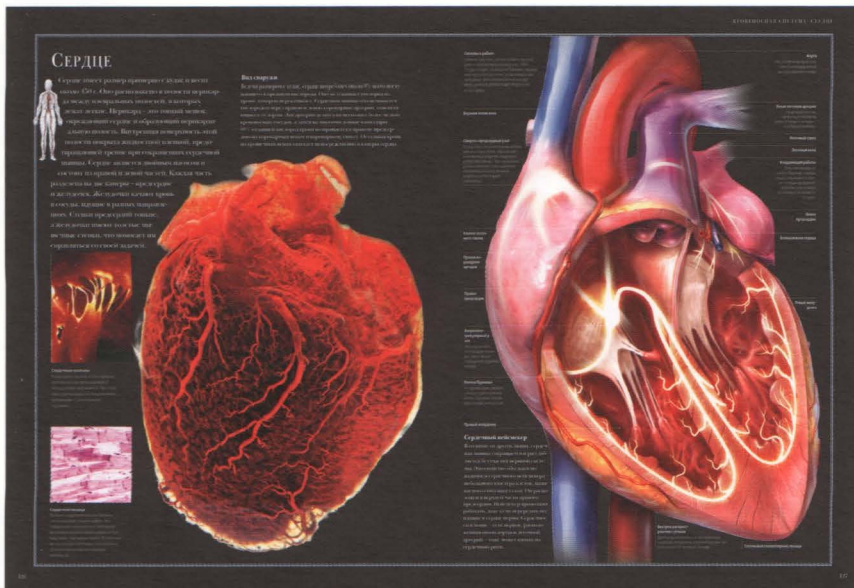
Основы

В этом разделе представлен обзор строения человеческого тела. Обсуждается согласованная работа различных частей организма, подробно рассмотрены разные уровни организации – от удивительной сложности отдельной клетки до органов, формирующих 12 основных систем тела.



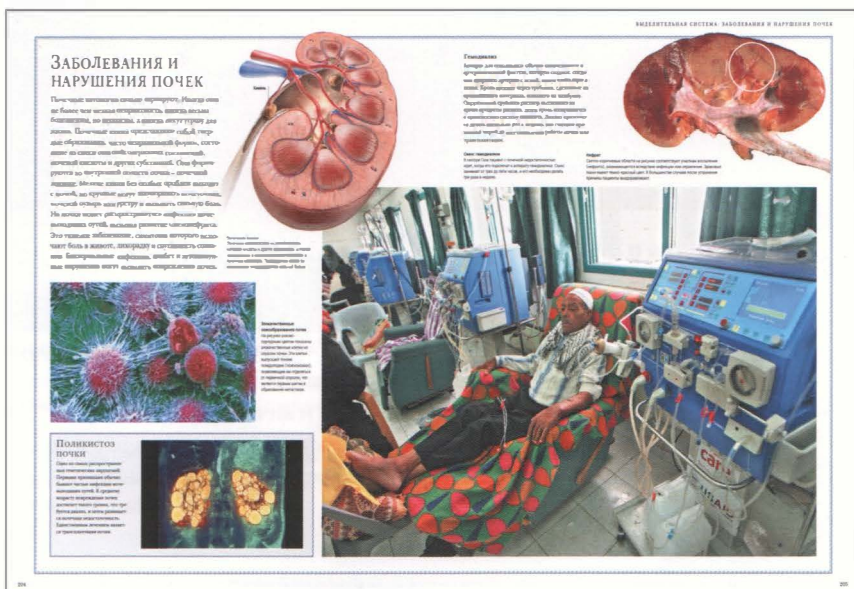
Органы

После общего обзора системы подробно рассмотрен каждый ее компонент. Объяснения сопровождаются наглядными иллюстрациями. Обсуждается работа здорового органа и его роль в системе и организме. Материал изложен простым доходчивым языком и при этом содержит большое количество технической информации.



Болезни

Каждый подраздел заканчивается обсуждением медицинских проблем, касающихся рассматриваемой системы. Речь идет о самых разных заболеваниях, от простуды до редких генетических аномалий, и о том, как и почему организм подвергается атакам и каким образом это можно предотвратить. Сюда же включена информация о современных методах диагностики и лечения.



НАГЛЯДНОСТЬ



Иллюстрации

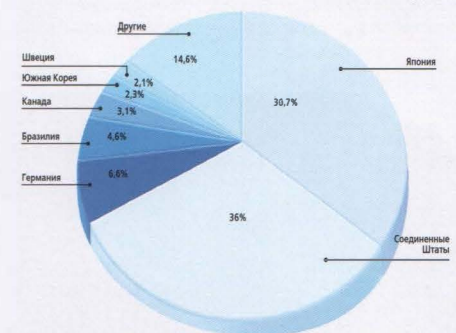
Центром большинства страниц этого атласа являются красивые и точные иллюстрации. Изображения срезов, сегментов и увеличение областей позволяют подробно рассмотреть даже самые мелкие детали строения.



Фотографии

Точные и красивые фотографии варьируют от микроскопических до превышающих натуральную величину. На них представлены обсуждаемые предметы и проиллюстрированы симптомы заболеваний, что позволяет получить реалистичную картину строения тела и различных нарушений.

ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ		
ПАТОГЕН	СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ	ПРИМЕРЫ
Бактерии	Вырабатывают токсины, вызывающее повреждение клетки или иммунные реакции	Лаймская болезнь, гонорея, ботулизм, сифилис, септический шок, кариоз
Грибы	Вырабатывают ферменты, разрушающие живые и мертвые ткани, после чего грибы могут их поглощать	Грибковые инфекции, эидермофития стопы, гистоплазмоз, стоматит
Паразиты	Питаются за счет клеток и тканей организма-хозяина. Могут вызывать опасные иммунные реакции	Лямблиоз, печеночная двуустка, малярия, глистные инфекции
Вирусы	Живут и размножаются в клетке-хозяине, после чего атакуют другие клетки. Могут вызвать злокачественное перерождение клеток	ОРВИ, грипп, пневмония, энцефалит, менингит

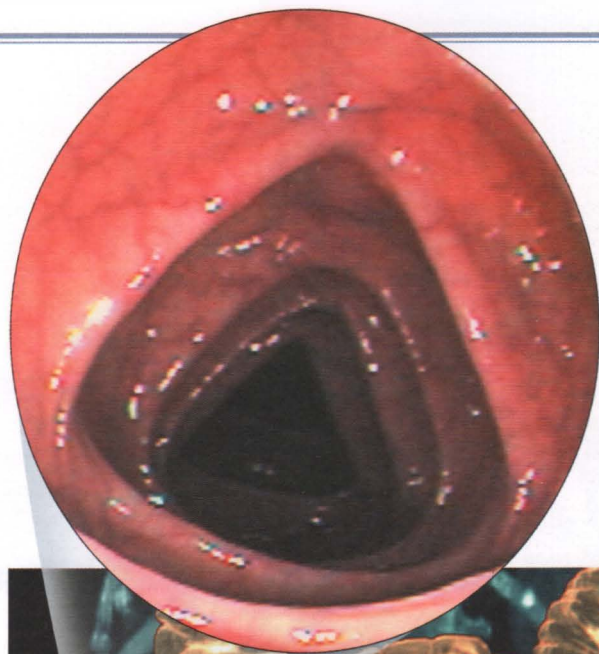


Графики, таблицы и диаграммы

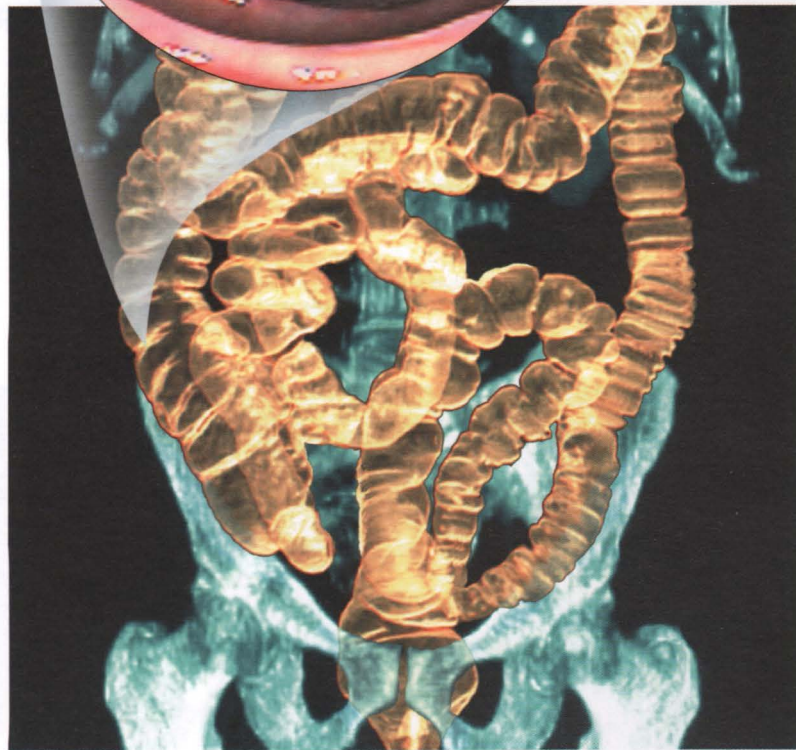
В таблицах, на диаграммах и графиках суммирована сложная информация об организме, болезнях и общественном здоровье. Графическое представление помогает понять сложную информацию, выделить отдельные ступени физиологических процессов и прояснить моменты, которые сложно объяснить словами.

МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Появление технологий визуализации произвело революцию в диагностике и лечении заболеваний и углубило наше понимание работы организма. Рентген дает возможность увидеть плотные структуры, такие как кости и опухоли. В медицинской радиологии используют радиоактивные материалы, называемые радиоизотопами, чтобы отслеживать движение меченых субстанций в организме. Ультрасонография использует звуковые волны для получения изображения тканей и органов. Многие сложные методы комбинируют рентгеновские лучи, радиоизотопы или магнитные взаимодействия с компьютерным анализом и повышением цветового качества изображения. Сюда относятся компьютерная томография (КТ), позитрон-эмиссионная томография (ПЭТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Каждый метод позволяет получить изображения определенного типа, например МРТ дает высококонтрастные изображения мягких тканей. Эндоскопическое обследование подразумевает введение тонкой гибкой трубки, снабженной волоконно-оптическим аппаратом и источником света.



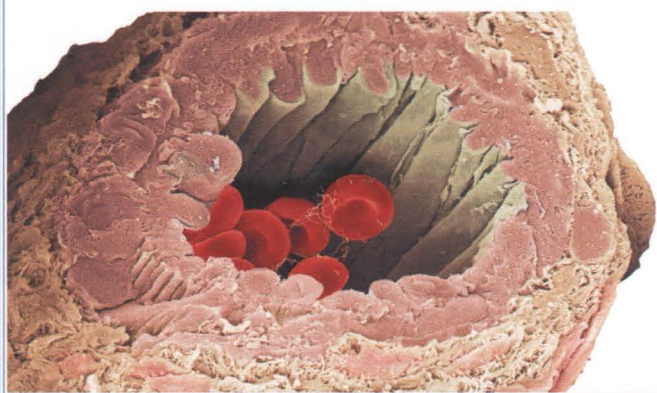
Эндоскопия
Эндоскоп представляет собой тонкую полую гибкую трубку, снабженную источником света и оптическим приспособлением, соединенным с видеомонитором. С помощью эндоскопа можно увидеть, например, внутреннюю стенку кишечника. При необходимости через трубку можно ввести дистанционно контролируемые хирургические инструменты.



Трехмерная ультрасонография
При ультразвуковом исследовании изображение создается благодаря отражению звуковых волн от структур тела. В гинекологии этот относительно простой и неинвазивный метод широко используется для периодического мониторинга развития и положения плода в матке. При трехмерном сканировании компьютер обрабатывает получаемые сигналы и создает изображение, подобное этому, полученному на втором триместре.

Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ)

Сканирующий электронный микроскоп пропускает через поверхность образца пучок электронов. В некоторых случаях образец покрывают слоем золота или другого металла. Затем с помощью компьютера создается трехмерное изображение. СЭМ позволяет увидеть строение стенки небольшого кровеносного сосуда.



Трехмерная компьютерная томография

При использовании трехмерной компьютерной томографии тело просвечивают рентгеновскими лучами, испускаемыми вращающимся вокруг пациента аппаратом. На основании результатов компьютер генерирует очень точное трехмерное изображение интересующей области – в данном случае кишечника. Ребра и кости таза окрашены в зеленовато-голубой цвет.



Диагностика и лечение с помощью эндоскопа

Разные типы эндоскопа широко используют для минимально инвазивных диагностических и хирургических процедур. При лапароскопии через небольшой разрез брюшной стенки вводят трубку для обследования желчного пузыря, желудка и матки. На рисунке выше показано изображение, полученное с помощью лапароскопа. Это матка и яичники здоровой женщины. При артроскопии трубку вводят в суставы, например в плечевой или коленный. В других случаях эндоскоп вводят через естественные отверстия – рот, нос и анальное отверстие.



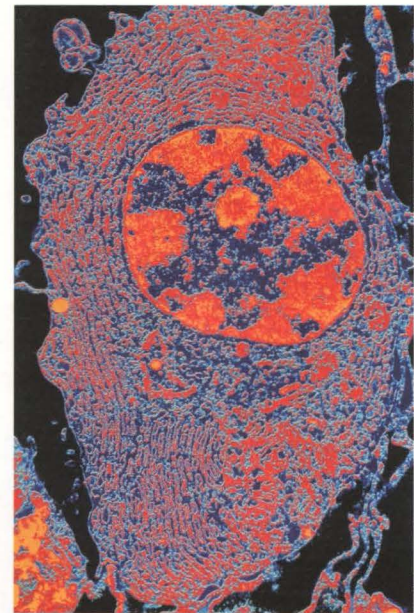
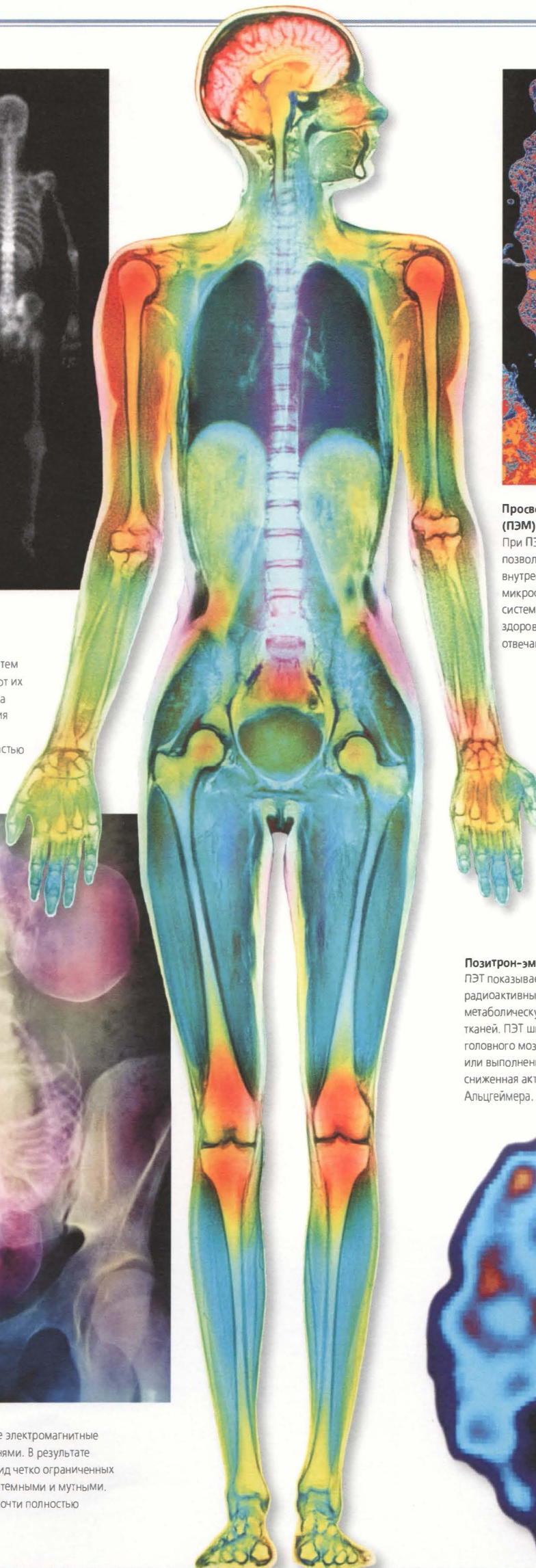
Ядерное сканирование

В медицинской радиологии для получения изображений используют слабо радиоактивные субстанции. Радиоизотопы вводят в организм, затем с помощью специальных аппаратов прослеживают их движение и распределение в органах и тканях. На рисунке показан результат ядерного сканирования костей, можно видеть компрессионный перелом позвоночника. Травма выглядит светящейся областью на позвоночнике.



Окрашенный рентген

Рентгеновские лучи представляют собой короткие электромагнитные волны, хорошо поглощаемые плотными тканями. В результате такие структуры, как кости или опухоли, имеют вид четко ограниченных светлых областей. Жир и полые органы выглядят темными и мутными. На рисунке видна часть скелета женщины и два почти полностью развившихся плода, но матка не видна.



Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)

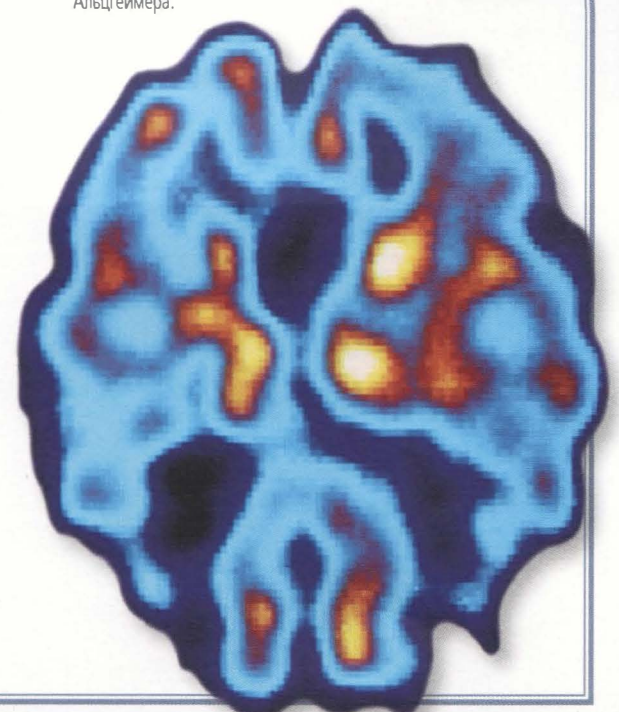
При ПЭМ пучок электронов проходит через образец и позволяет получить подробное изображение его внутренних структур. На этой цветной микрофотографии видно большое овальное ядро, система внутренних мембран и другие компоненты здоровой клетки. Красные частицы – это рибосомы, отвечающие за сборку белков.

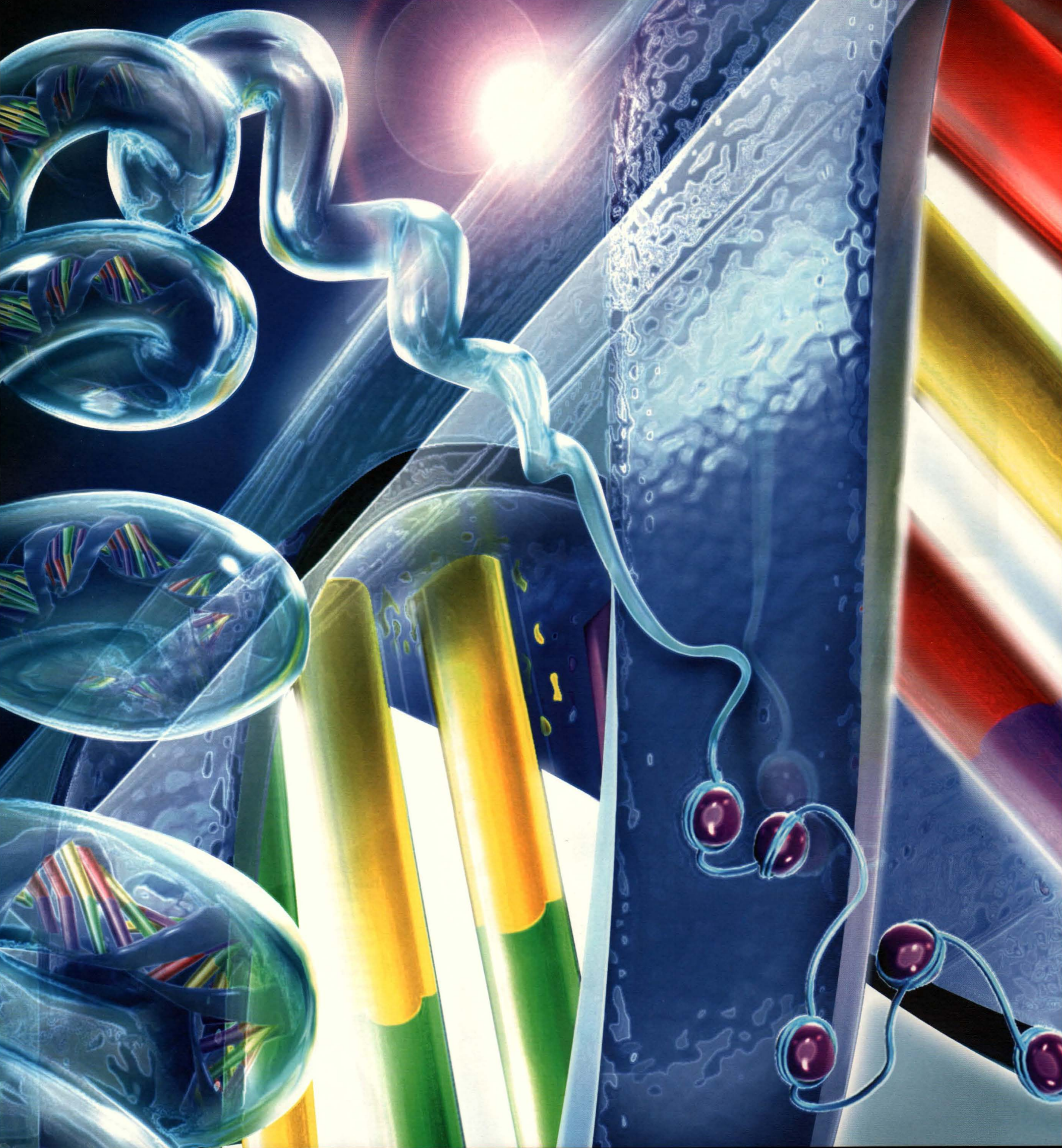
Магнитно-резонансная томография (МРТ)

МРТ использует комбинацию магнитных волн и радиоволн для обнаружения химических элементов в мягких тканях. С помощью МРТ получают подробные высококонтрастные изображения органов. Функциональная МРТ (фМРТ) показывает в реальном времени использование кислорода тканями, что является индикатором активности клеток. Представленное на рисунке цветное изображение получено в результате нескольких сканирований.

Позитрон-эмиссионная томография (ПЭТ)

ПЭТ показывает усвоение клетками субстанций, меченных радиоактивными изотопами. Цвета отражают метаболическую активность разных областей органов или тканей. ПЭТ широко используется для выявления областей головного мозга, активизирующихся при чтении, разговоре или выполнении других задач. На этом рисунке показана сниженная активность головного мозга пациента с болезнью Альцгеймера.





Каждая клетка человеческого тела содержит 46 молекул ДНК, имеющих вид скрученных нитей. Если все эти нити растянуть и расположить друг за другом, то они растянутся более чем на 1,8 м. Каждая молекула ДНК скручена и сложена с помощью специальных белков и упакована в хромосомы. Ядро каждой клетки имеет 46 таких хромосом.



ОСНОВЫ

ОСНОВЫ

Человеческое тело сформировано удивительно разнообразными структурами. Множество задач, необходимых для нормальной жизнедеятельности, разделены между одинадцатью системами органов. Каждая система состоит из нескольких согласованно работающих органов и выполняет определенную роль. Каждый орган, в свою очередь, состоит из тканей разного типа. Ткани состоят из клеток, которые являются наименьшими живыми единицами. Согласно подсчетам, тело человека содержит около 60 триллионов клеток. Все эти составляющие постоянно взаимодействуют, обеспечивая жизнедеятельность всего организма.

Системы органов

Каждая система человеческого организма (как и организма других животных) решает одну или несколько базовых проблем. Например, кости обеспечивают поддержку мягких тканей, костный мозг вырабатывает клетки крови, кровеносная система обеспечивает кровообращение, а кровь переносит широкий спектр разных веществ из пищи и кислород, питательные вещества из пищи и образуются в результате метаболизма клеток продукты распада. Все системы органов взаимосвязаны, ни одна из них не может нормально функционировать без других.

Тонкий кишечник

Тонкий кишечник – главный орган пищеварения, усваивающий содержащиеся в пище питательные вещества.

Толстый кишечник

В толстом кишечнике продолжается процесс пищеварения и идет формирование каловых масс.

Яичники

Яичники входят в состав женской репродуктивной системы. Они вырабатывают половые клетки, содержащие генетическую информацию, которая может быть передана потомству. Соответствующая часть мужской репродуктивной системы – яички.

Мочевой пузырь

Мочевой пузырь служит для временного хранения вырабатываемой в почках мочи.

Матка

Строение тела

Под кожей скрыта удивительная сложная структура. Ткани, органы и системы образуют компактные группы, совместно функционирующие и поддерживающие жизнедеятельность организма.

Головной мозг

Это главный орган нервной системы, центр управления всего тела.

Хрящ

Хрящ – это крепкая, но эластичная соединительная ткань, поддерживающая мягкие структуры и формирующая такие части тела, как Трахея, нос и наружное ухо.

Легкие

Легкие – главные дыхательные органы, благодаря которым в организм поступает кислород и выводится углекислый газ.

Сердце

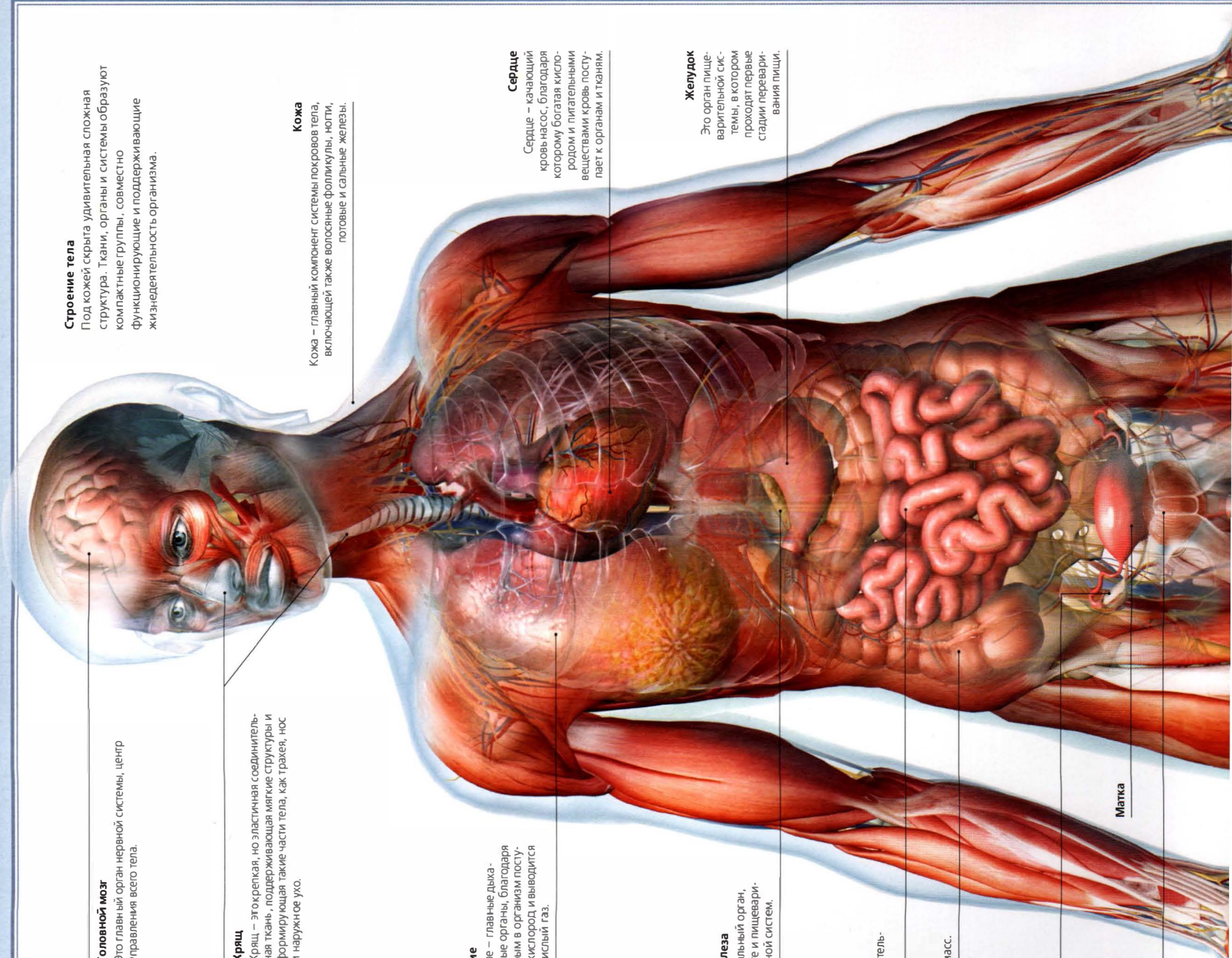
Сердце – качающий кровь насос, благодаря которому богатая кислородом и питательными веществами кровь поступает к органам и тканям.

Желудок

Это орган пищеварительной системы, в котором проходят первые стадии переваривания пищи.

Кожа

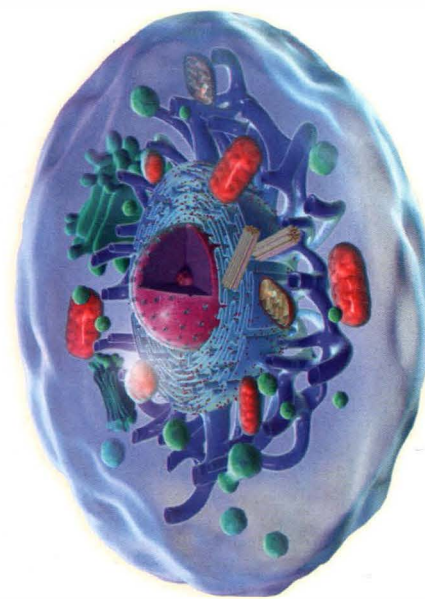
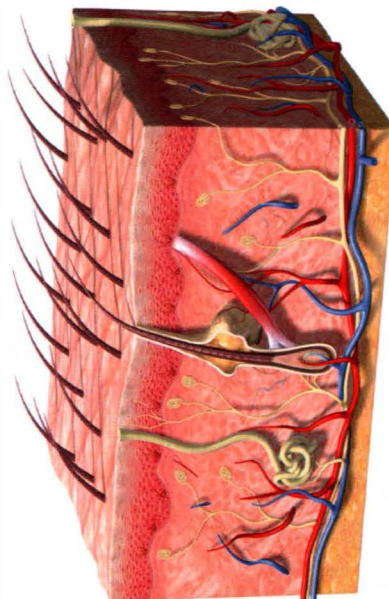
Кожа – главный компонент системы покровов тела, включающей также волосные фолликулы, ногти, потовые и сальные железы.





Орган: комбинация тканей

Каждый орган состоит как минимум из двух типов тканей. Мышцы спортсмена лежат под кожей (которая сама является сложным органом) и кроме скелетной мышцы содержат нервную и соединительную ткань. Процесс развития зародыша контролируется генами и гарантирует, что все органы и ткани окажутся в нужном месте.

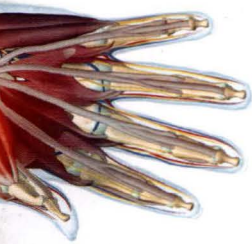


Клетки

Человеческое тело содержит как минимум 200 разных типов клеток. Большинство из них специализируется на выполнении какой-то функции, например, соединение частей тела, борьба с болезнями, запасание питательных веществ или контроль физиологических функций. Так, мышечные клетки обеспечивают движение различных органов – сердца, желудка и костей.

Ткани

Каждый тип ткани имеет характерную структуру, отвечающую выполняемым функциям. Эпителий состоит из одного или нескольких слоев клеток, Он покрывает нижележащие ткани. Он часто содержит железы и другие мелкие органы.

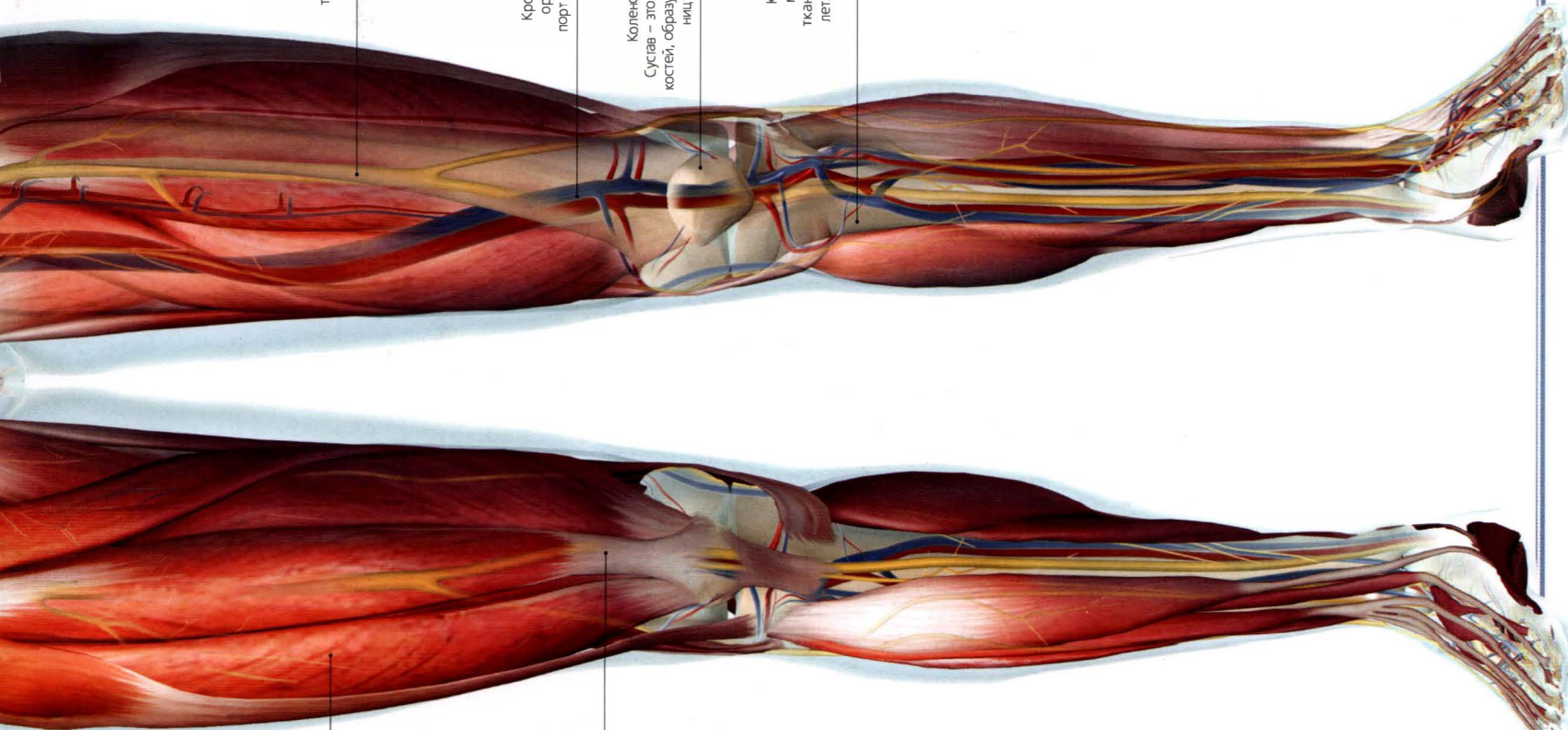


Скелетные мышцы

Скелетные мышцы – органы, входящие в состав мышечной системы и обеспечивающие движение костей.

Связки

Связки состоят из соединительной ткани и помогают фиксировать кости в суставах.



Нервы

Нервы состоят из нервной ткани, соединительной ткани и кровеносных сосудов.

Кровеносные сосуды

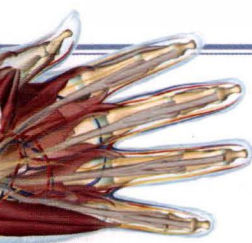
Кровеносные сосуды – трубчатые органы, осуществляющие транспорт крови в кровеносной системе.

Колено

Колено является примером сустава. Сустав – это подвижное соединение двух костей, образующее функциональную единицу костно-мышечной системы.

Кости

Кости состоят из укрепленной минералами соединительной ткани и формируют костный скелет. Костный мозг вырабатывает клетки крови.



КЛЕТКИ



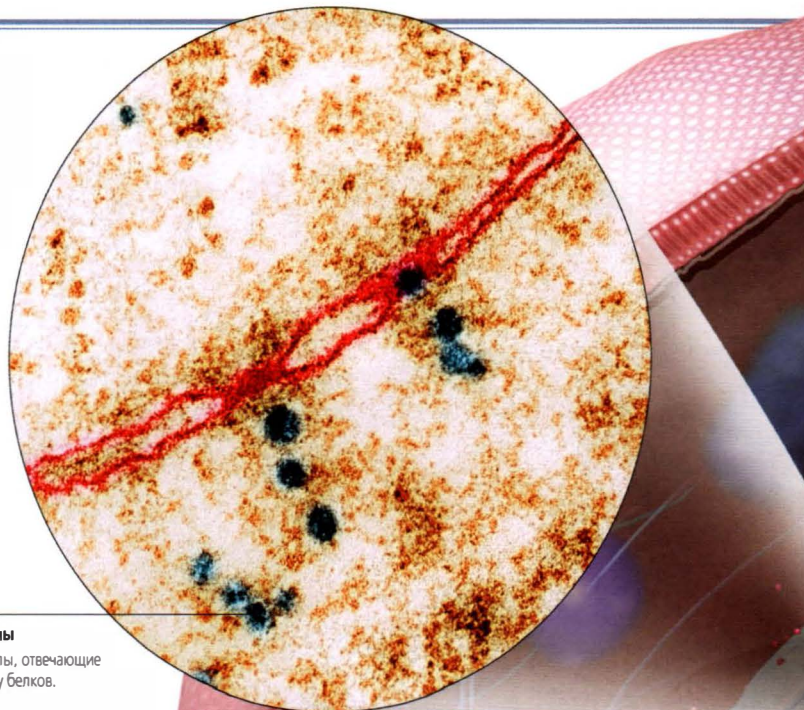
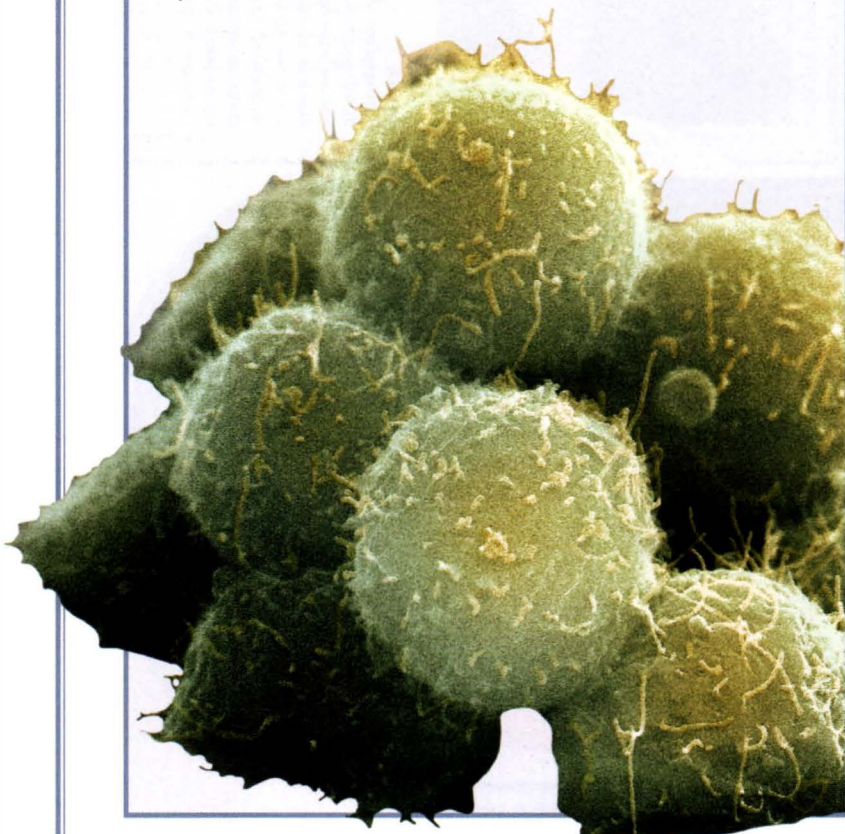
Клетки являются мельчайшими живыми единицами организма, окруженными плазматической мембраной, которая образует внешнюю оболочку и обеспечивает транспорт разных субстанций в клетку и из нее. Во всех организмах, за исключением бактерий, генетический материал в форме ДНК заключен в клеточном ядре. Ядро – это одно из многочисленных органелл («маленьких органов») клетки. Под руководством ДНК клеточные компоненты выполняют мириады разных операций, поддерживающих жизнедеятельность клетки и позволяющих ей выполнять определенную биологическую роль.

Плазматическая мембрана

Окружающая клетки плазматическая мембрана не является сплошным барьером. Она состоит из двух слоев липидов и белков. Липиды – это молекулы, входящие в состав масел и жиров. Такая структура критически важна для функционирования мембраны. Липиды (включая холестерин) очень гибкие и подвижные, что делает мембрану пластичной. Мембрана содержит различные белки, способные распознавать химические вещества и соединяться с разными субстанциями, такими как гормоны. Они также осуществляют транспорт субстанций в клетку и из нее.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КЛЕТКИ

Большинство клеток тела (клетки крови, нейроны и другие) приспособлены к выполнению определенной функции. В противоположность им стволовые клетки, особенно эмбриональные, сохраняют способность развиваться в разные типы клеток. Это свойство делает их потенциально важными для лечения таких заболеваний, как болезни Паркинсона и Альцгеймера.



Рибосомы

Органеллы, отвечающие за сборку белков.

Плазматическая мембрана

Окружает клетки и осуществляет транспорт субстанций в клетку и из нее.

Ядро

Клеточная структура, содержащая ДНК.

Цитоплазма

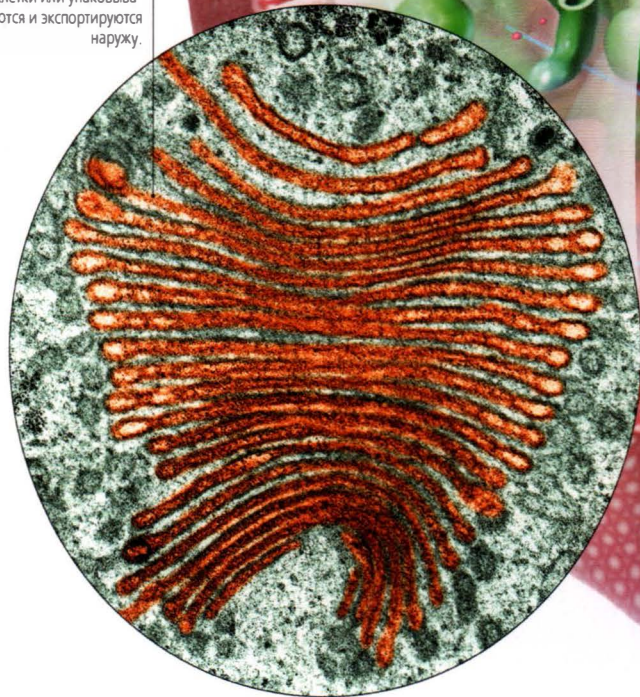
Гелеобразная жидкость, заполняющая весь объем клетки. В цитоплазме плавают клеточные органеллы и ядро.

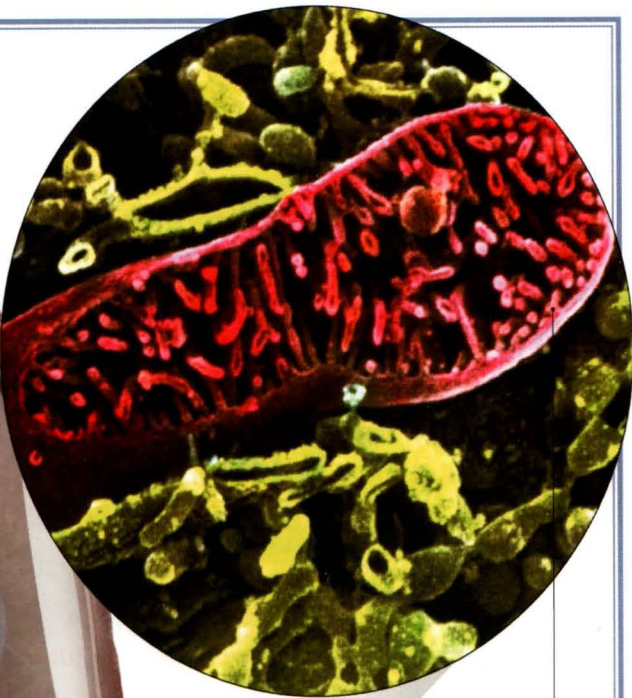
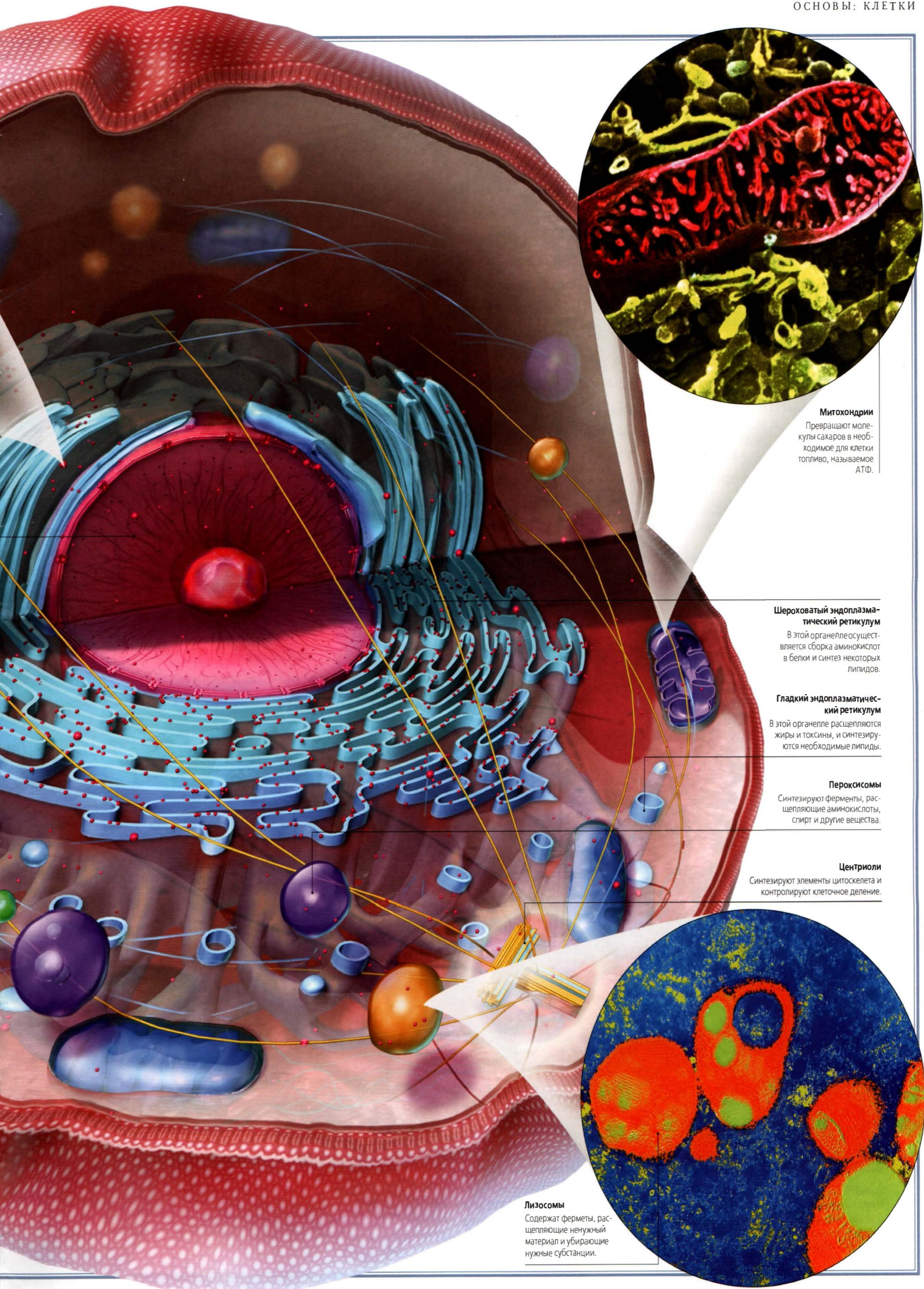
Цитоскелет

Обеспечивает структурную поддержку и помогает движению разных клеточных составляющих.

Аппарат Гольджи

Обрабатывает белки и липиды, которые затем используются внутри клетки или упаковываются и экспортируются наружу.





Митохондрии

Превращают молекулы сахаров в необходимое для клетки топливо, называемое АТФ.

Шероховатый эндоплазматический ретикулум

В этой органелле осуществляется сборка аминокислот в белки и синтез некоторых липидов.

Гладкий эндоплазматический ретикулум

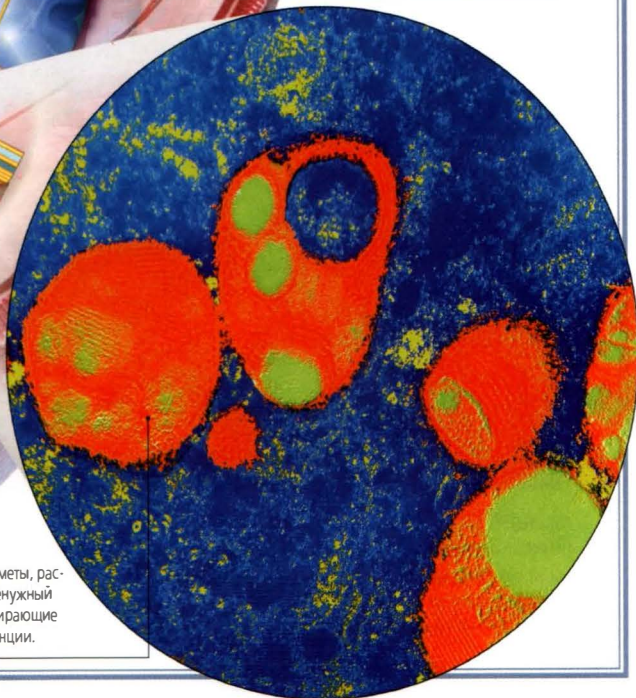
В этой органелле расщепляются жиры и токсины, и синтезируются необходимые липиды.

Пероксисомы

Синтезируют ферменты, расщепляющие аминокислоты, спирт и другие вещества.

Центриоли

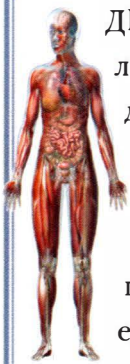
Синтезируют элементы цитоскелета и контролируют клеточное деление.



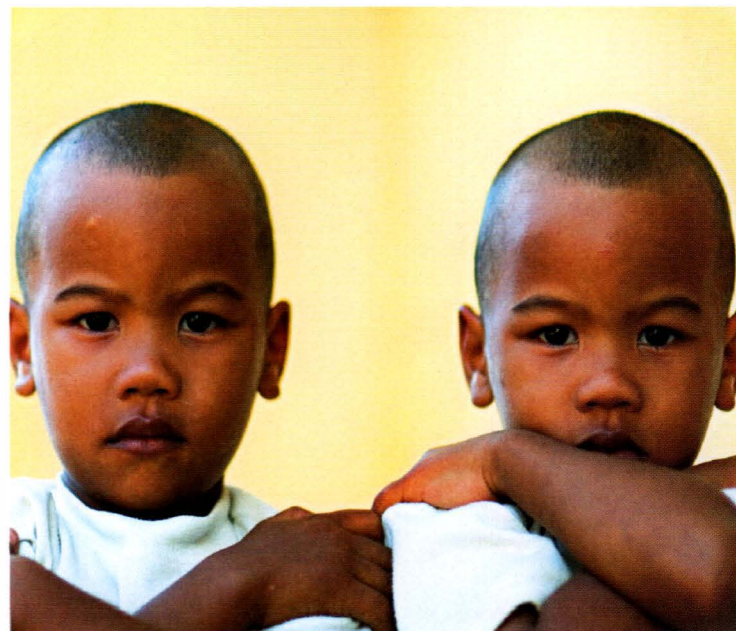
Лизосомы

Содержат ферменты, расщепляющие ненужный материал и утиляющие нужные субстанции.

ДНК

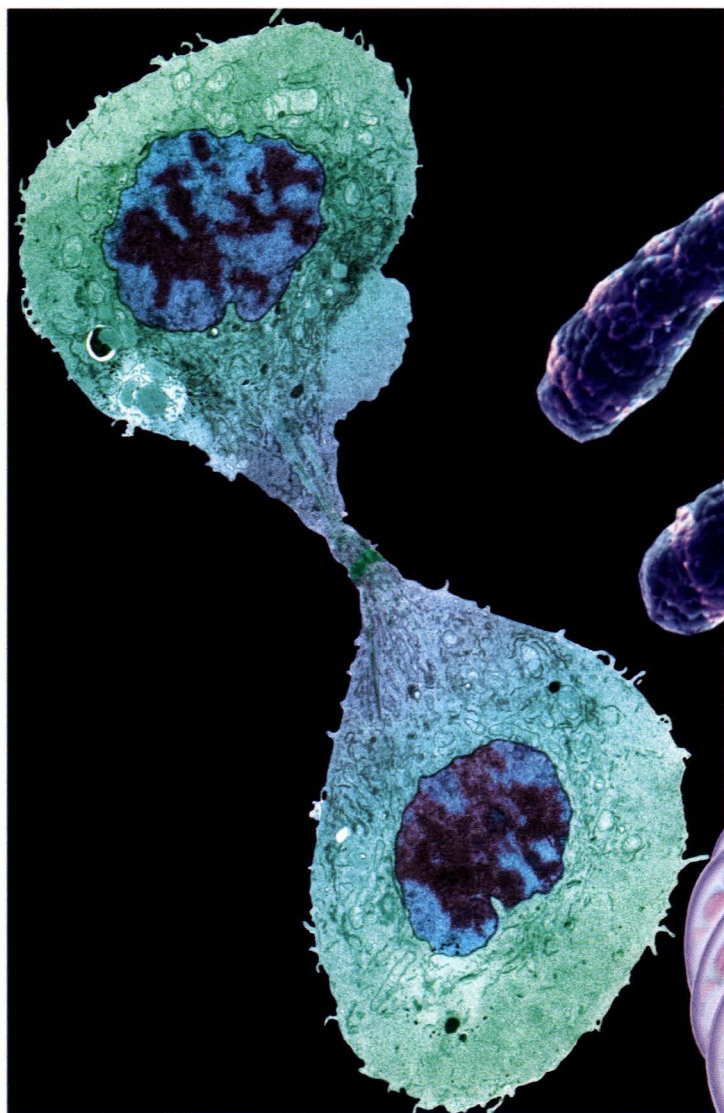


ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота – контролирует бесчисленное множество процессов, необходимых для развития и жизнедеятельности организма. ДНК упакована в хромосомы и содержится в ядре каждой клетки. С помощью ДНК родители передают детям генетическую информацию. ДНК состоит из парных химических единиц, называемых нуклеотидами. Нуклеотиды образуют параллельные нити, расположенные подобно перилам лестницы. Большую часть времени эти нити скручены в двойную спираль. Некоторые фрагменты ДНК содержат гены, кодирующие разные признаки, в то время как другие гены отвечают за «включение» и «выключение» нужных генов. Технология секвенирования ДНК позволяет определить количество и последовательность нуклеотидов и довольно точно локализовать отдельные гены.



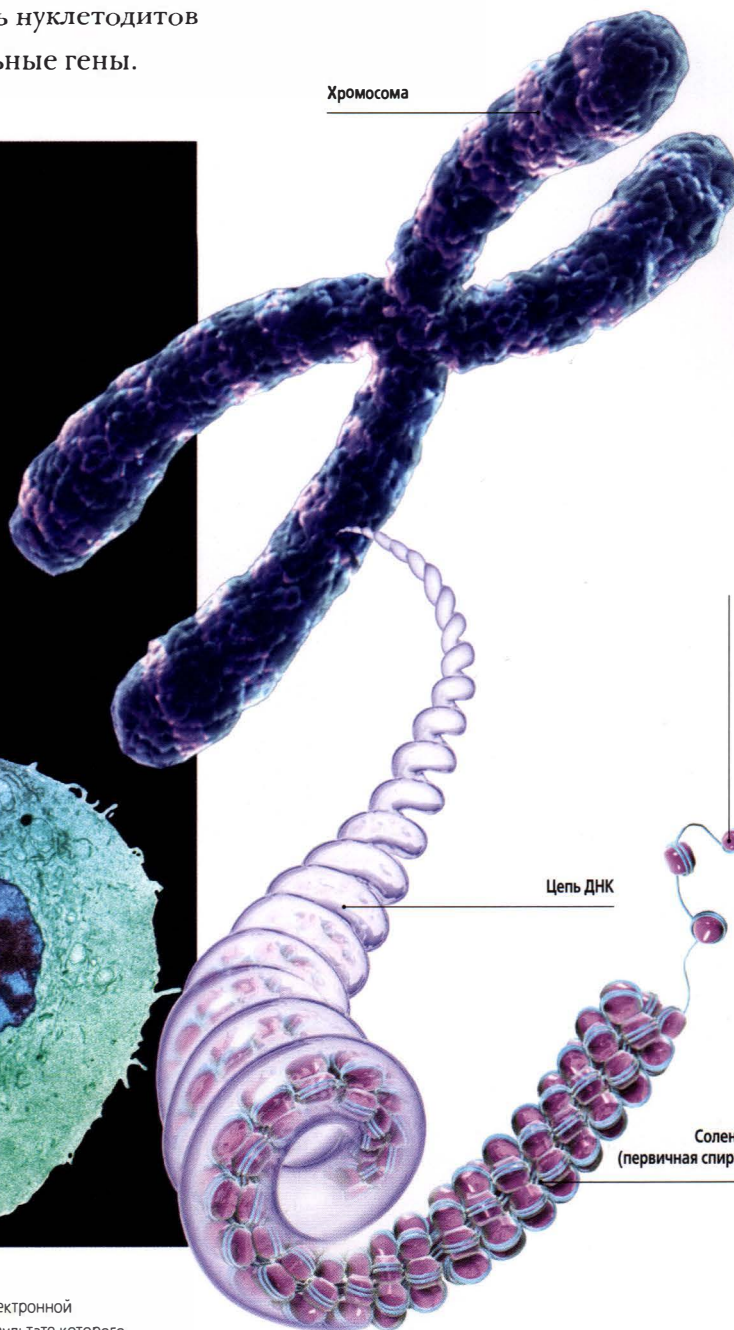
Идентичные близнецы

Идентичные близнецы развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки и имеют идентичную ДНК. Братские (неидентичные) близнецы развиваются из двух разных оплодотворенных яйцеклеток и генетически являются просто сестрами и братьями.



Митоз

На этом изображении, полученном с помощью СЭМ (сканирующей электронной микроскопии), запечатлен процесс митоза (клеточного деления), в результате которого образуются новые клетки. Генетический материал клетки (темно-синий) делится на две равные части, затем вокруг них реорганизуется ядерная мембрана, и образуются две дочерние клетки.



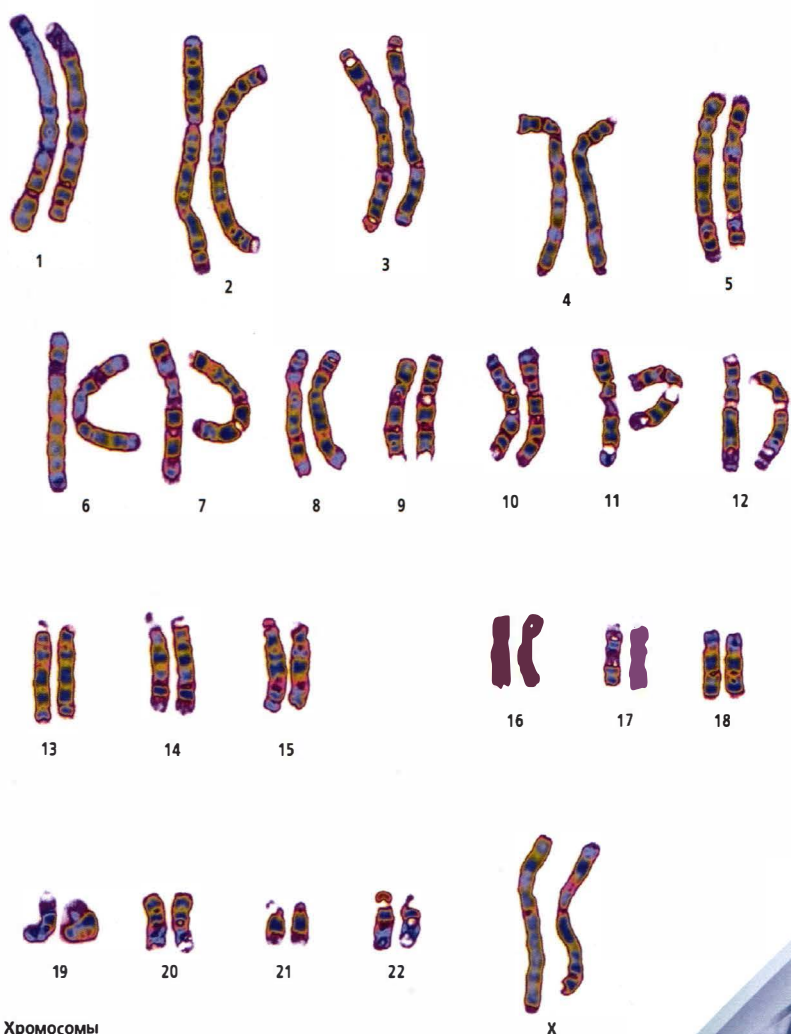
Хромосома

Нуклеосома

Цепь ДНК

Соленоид
(первичная спираль)



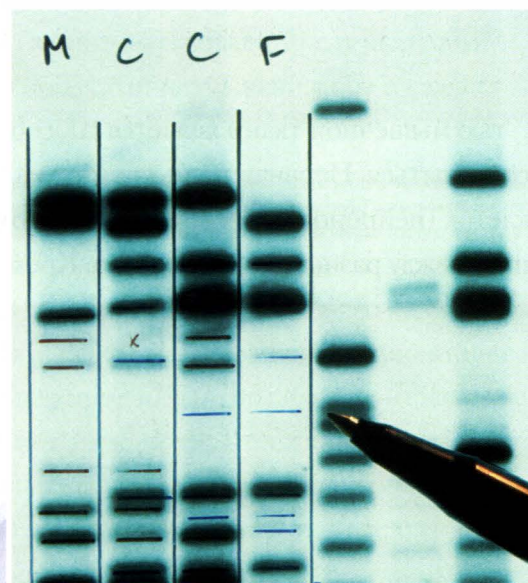


Хромосомы

На рисунке можно видеть 23 пары хромосом – обычный хромосомный набор человеческой клетки. Парные X-хромосомы (внизу справа) показывают, что это женский кариотип. Каждая пара хромосом несет определенные гены.

ГЕНОМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Кроме идентичных близнецов, не существует двух человек с одинаковым набором ДНК. Фрагменты ДНК многократно повторяются в разном сочетании, образуя две нити. «Узор» ДНК у разных людей различается, позволяя идентифицировать биологические материалы. Геномная идентификация используется для определения виновных в преступлениях личности погибших, а также для установления отцовства.



Аденин

Цитозин

Двойная спираль

Гуанин

Тимин

Нить ДНК

Каждый человек имеет 46 молекул ДНК, скрученных в двойную спираль. Если нити ДНК растянуть и разложить друг за другом, то их общая длина превысит 1,8 м. Каждая молекула ДНК скручена и сложена с помощью стабилизирующих белков и упакована в хромосому. В ядре клетки содержится 46 хромосом. Когда клетка готовится к делению, хромосомы «распутываются» и удваиваются, так что каждая дочерняя клетка получает полный набор из 46 хромосом.

ТКАНИ



Тело человека имеет четыре основных вида тканей.

Ткань состоит из однотипных клеток, выполняющих определенную функцию. Эпителиальная ткань – главный компонент кожных покровов и слизистых оболочек органов и полостей.

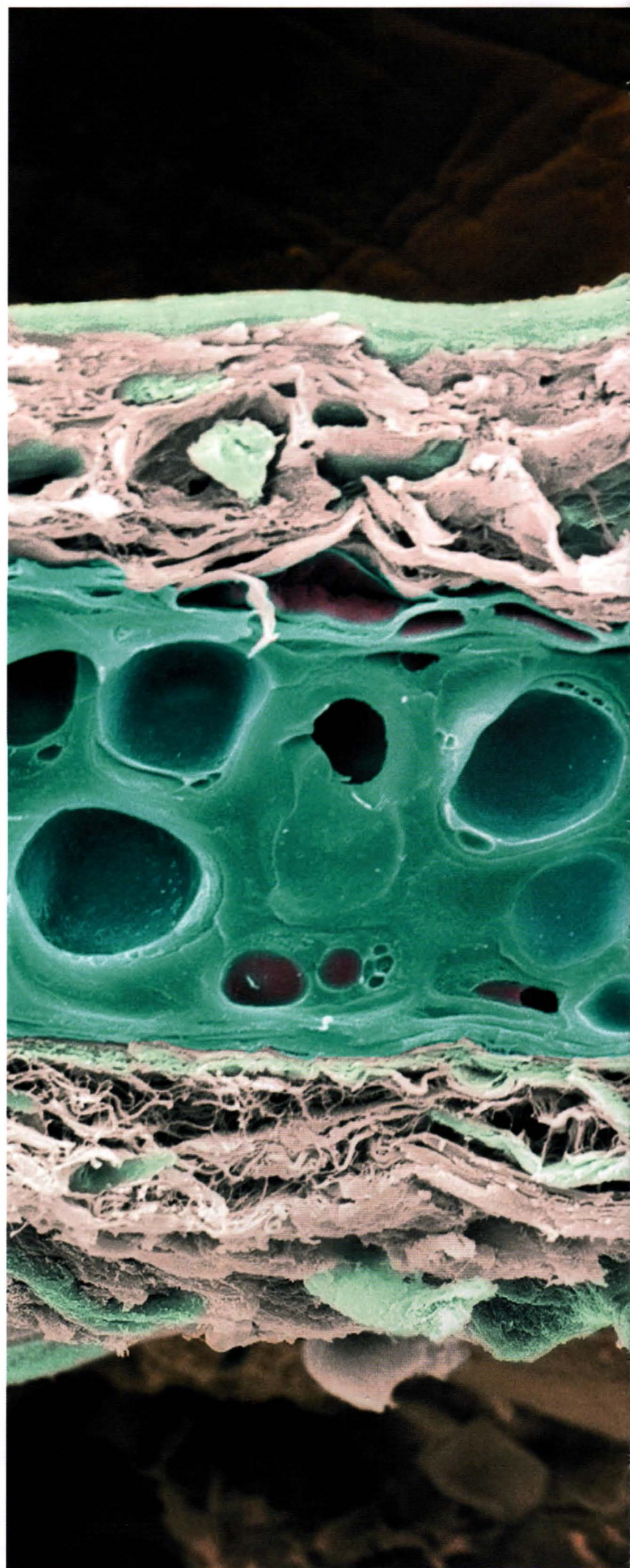
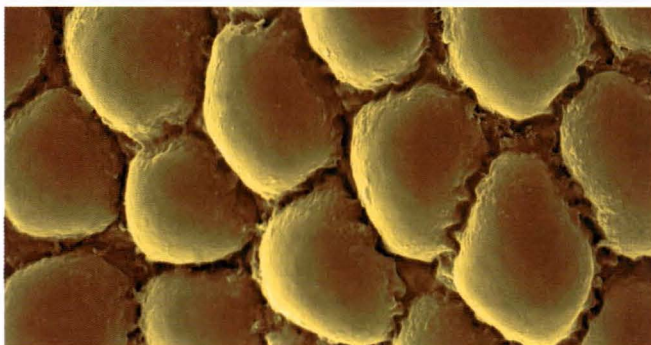
Мышечная ткань бывает трех типов: скелетная, гладкая и сердечная. Отличительной особенностью мышечной ткани является способность сокращаться. Нервная ткань состоит из нервных клеток (нейронов), обеспечивающих коммуникацию между разными частями тела. Кроме того, нервная ткань содержит вспомогательные клетки, обеспечивающие жизнедеятельность нейронов. Но большая часть тела состоит из соединительной ткани, к которой относятся кости, хрящ, жировая ткань и кровь. Как ясно из названия, соединительная ткань физически соединяет разные части тела и обеспечивает метаболическую поддержку. Большая часть соединительной ткани представляет собой смесь белков и межклеточного вещества, она может быть и очень твердой, как кости, и жидкой, как плазма крови.

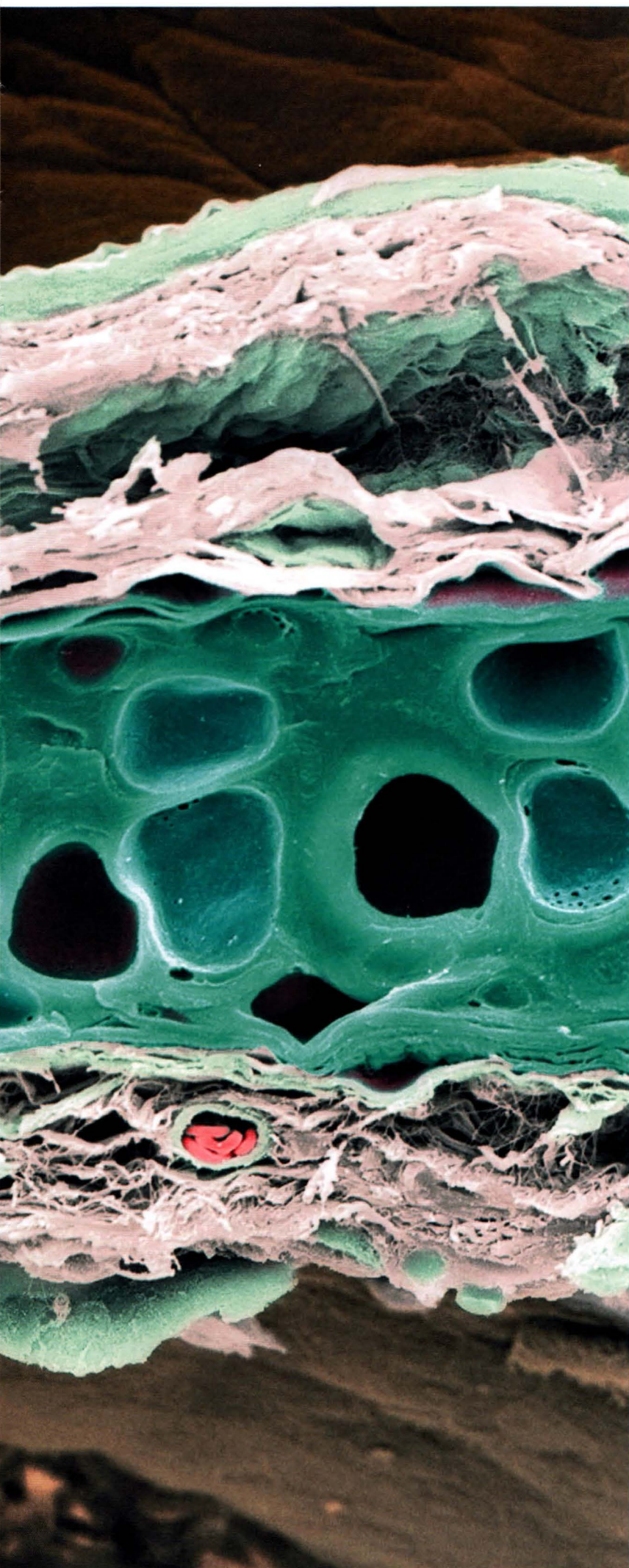
Хрящ под микроскопом

Хрящ (зеленый цвет) состоит из коллагена и некоторого количества эластина, окруженных резиноподобным веществом. В результате получается плотная гибкая ткань, устойчивая к сдавливанию. Суставные концы костей покрыты гиалиновым хрящом, который уменьшает трение в подвижных суставах, например бедренных и плечевых. Хрящ участвует в формировании ребер, трахеи и носа. Гибкие части тела (например, раковина наружного уха) образованы эластичным хрящом. Волокнистый хрящ, устойчивый к давлению, содержит много коллагена и формирует прокладки в коленном суставе и между позвонками.

ЖИРОВАЯ ТКАНЬ

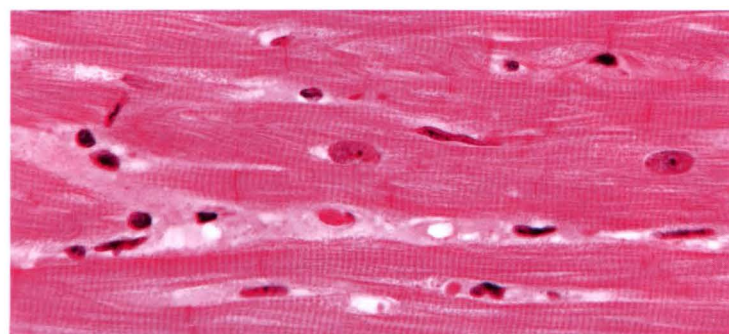
Жир запасается в жировой ткани, клетки которой содержат капельки жира. Он образуется из углеводов и белков, не использованных в процессе метаболизма. Большая часть жировой ткани располагается непосредственно под кожей, образуя амортизирующий и теплоизолирующий слой. У некоторых людей избытки жира откладываются в области бедер и ягодиц, у других – в области живота. Исследования показывают наличие связи между жировыми отложениями в области живота и увеличением риска развития определенных нарушений, включая болезни сердца.





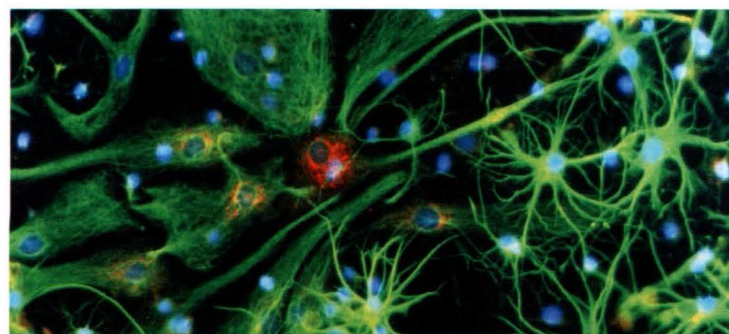
Эпителий

На рисунке показан выстилающий бронхи мерцательный эпителий. Эта ткань содержит железы, вырабатывающие слизь (которая задерживает чужеродные частицы) и эпителиальные клетки с ресничками (розовый цвет). Реснички движутся и гонят слизь вверх к горлу для его увлажнения и защиты.



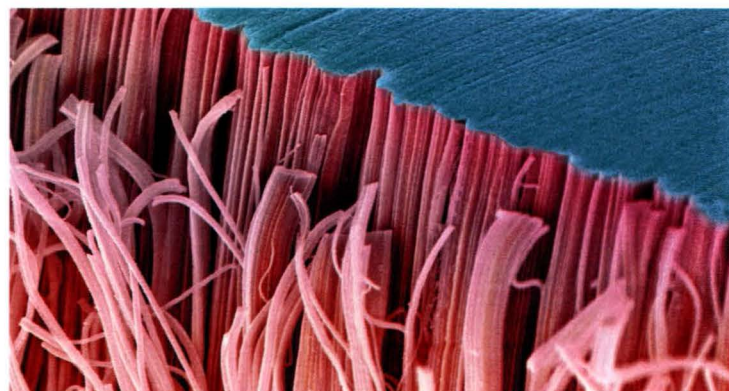
Мышцы

В нашем теле существуют мышцы трех типов: скелетные, гладкие и сердечная мышцы. Отдельные мышечные клетки имеют форму вытянутых цилиндров. Соседние клетки образуют контакты (вертикальные розовые линии на рис.), что позволяет им функционировать как единое целое и согласованно сокращаться.



Нервная ткань

На рисунке видны астроциты – клетки, имеющие форму звезд и входящие в состав нервной ткани мозга. Они относятся к так называемой нейроглии, обеспечивающей питание и поддержку нейронов.



Соединительная ткань

Сухожилия, соединяющие мышцы с костями, должны быть крепкими и гибкими. Они состоят из соединительной ткани, образованной пучками коллагеновых волокон. Как можно видеть на рисунке, пучки коллагена (розовый цвет) расположены параллельно друг другу, что делает их прочными на разрыв. Сухожилия передают мышечную силу на кости, обеспечивая их движения.

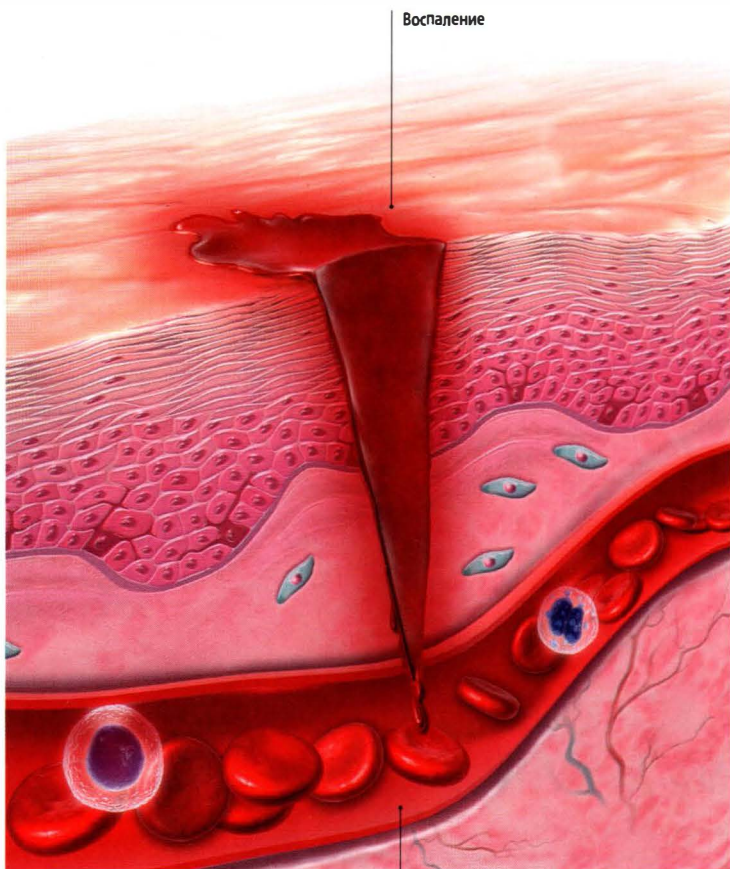
ВОССТАНОВЛЕНИЕ



Повреждение тканей, особенно нарушение целостности кожных покровов, может представлять серьезную опасность, т.к. открывает дорогу микробам. Поэтому при травме моментально запускаются механизмы восстановления. Например, если ободрать колено, развивается воспалительная реакция, мобилизующая защитные клетки крови и белки на формирование кровяного сгустка для остановки кровотечения и образования защитного струпа, защищающего здоровые ткани от патогенов. Затем начинается восстановление поврежденных тканей. Этому способствуют специальные химические вещества, называемые факторами роста. Они вызывают деление здоровых клеток, в результате отмершие клетки замещаются новыми. Постепенно формируется сеть кровеносных сосудов, снабжающих новые клетки кровью. Некоторые клетки и ткани внутренних органов тоже способны к регенерации. Самый удивительный пример – печень, которая может полностью восстановиться, даже если от нее осталась лишь треть.

Стадии заживления

Кровотокающая рана выделяет вещества, привлекающие защитные клетки и запускающие образование кровяного сгустка. Затем к ране мигрируют фибробласты и образуют коллаген. В результате возникает богатый коллагеном слой, называемый грануляционной (зернистой) тка-



Рана

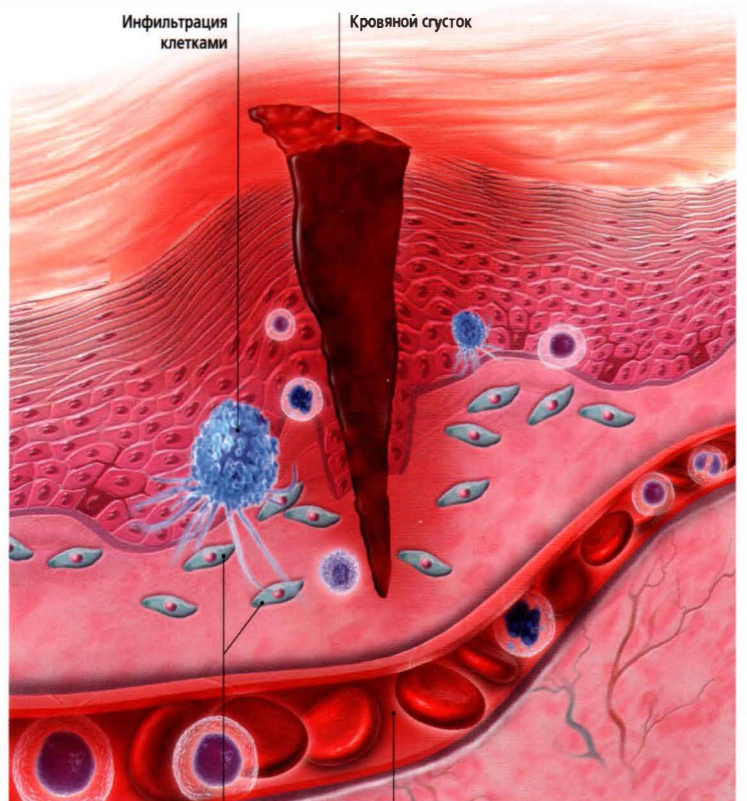
Кровеносный сосуд

НАРУШЕННОЕ ЗАЖИВЛЕНИЕ ТКАНИ

Большинство травм заживают без проблем, но некоторые становятся хроническими (незаживающими). Причинами может быть нарушение кровоснабжения или высокий уровень сахара в крови при диабете, что мешает нормальным процессам восстановления. Хирургические операции на сердце, органах брюшной полости или таза часто приводят к образованию спаек – тяжелой соединительной ткани между структурами, которые в норме друг с другом не связаны. Повторное ранение или инфекция могут вызвать длительное воспаление, что замедляет заживление.



ню. После формирования струпа факторы роста стимулируют развитие новой ткани. Через одну-две недели струп сходит, обнажая бледно-розовый участок вновь образованной кожи. Оставшийся коллаген может постепенно превратиться в видимый шрам.



Формирование кровяного сгустка (тромба)

Фибробласты

Суженный кровеносный сосуд



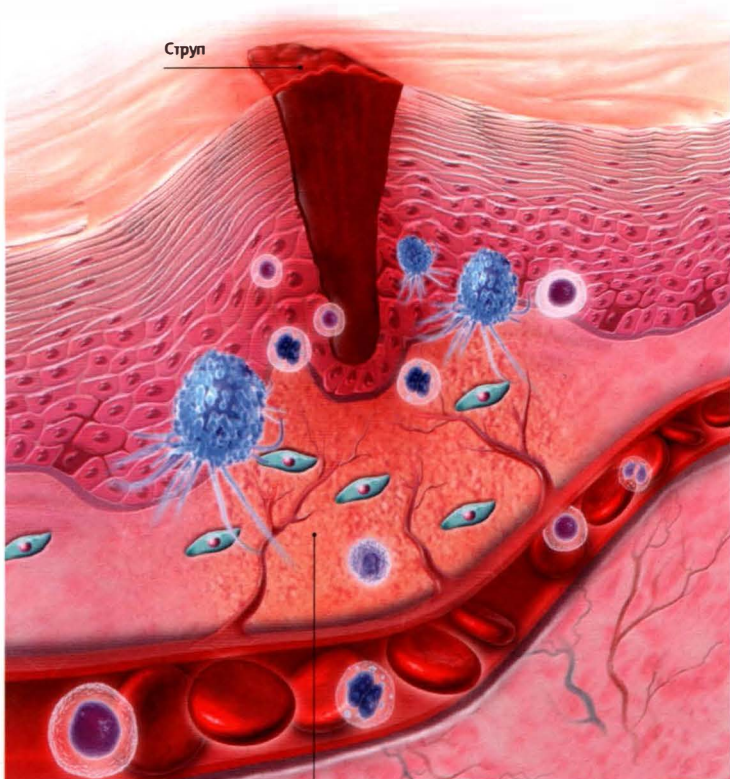
Воспаление

При воспалении капилляры расширяются, и в их стенках появляются узкие щели. Это ведет к увеличению кровотока в воспаленной области, в результате чего ткани краснеют. Из сосуда в ткани выходят защитные клетки и жидкость, вызывающая отек.



Грануляция

Регенерация ткани включает стадию грануляции, при которой делящиеся клетки медленно заполняют поврежденную область. На рисунке показана вегетирующая пузырьчатка – нарушение, при котором вторичная инфекция вызывает чрезмерную грануляцию.



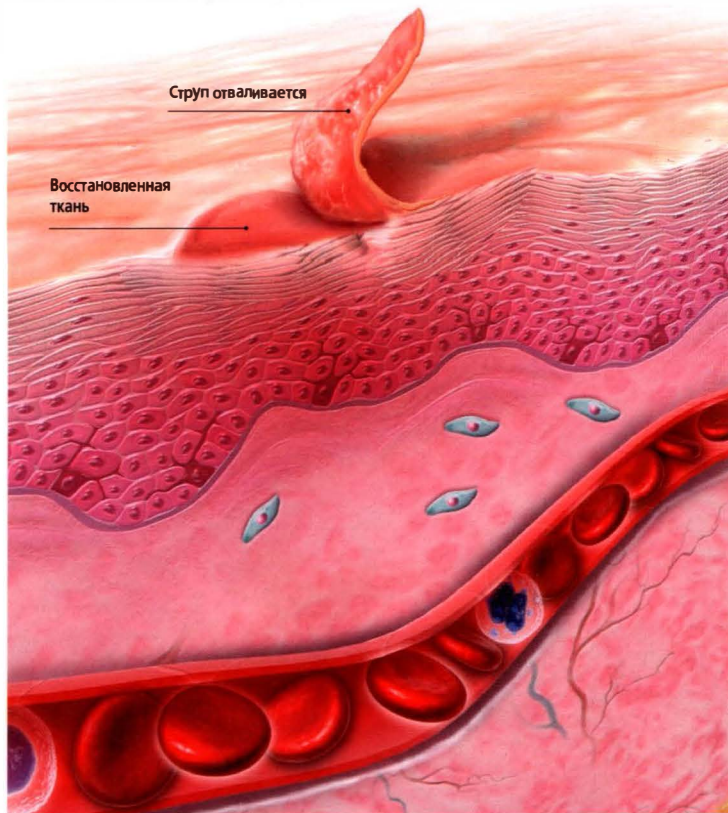
Формирование струпа

Грануляционная (зернистая) ткань



Шрамы как украшения

Воины племени Мурси в Эфиопии украшают свою кожу шрамами, отмечая таким образом военные заслуги. Шрамы представляют собой зажившие порезы, сделанные на плечах воина в виде спиральных узоров.



Формирование шрама

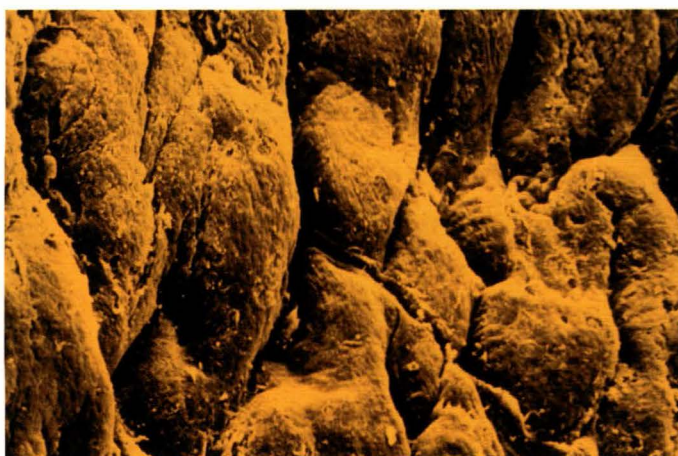
ОБОЛОЧКИ И ЖЕЛЕЗЫ



Оболочки играют важную роль в защите поверхностей тела и полостей. Большая часть оболочек – эпителиальные, состоящие из эпителиальной и соединительной ткани. Эпителиальная ткань также формирует железы. Влажные розовые слизистые оболочки выстилают трубчатые структуры пищеварительной, выделительной, дыхательной и репродуктивной систем. Серозные оболочки состоят из двух слоев с жидкостью между ними. Жидкость предотвращает трение слоев друг о друга. Серозные оболочки окружают органы, которые при функционировании расширяются и сокращаются, например, сердце и легкие, а также полости, в которых эти органы расположены. Кожа (кожный покров) относится к третьему типу эпителиальных мембран. Четвертый тип образуют синовиальные оболочки, состоящие только из соединительной ткани. Они выстилают подвижные части суставов (плечевого, тазобедренного и др.) и содержат клетки, вырабатывающие смазочную жидкость.

СЛИЗИСТЫЕ ОБОЛОЧКИ

Слизистые оболочки выстилают дыхательные пути, а также каналы и органы пищеварительной, репродуктивной и выделительной системы. Все они имеют верхний слой эпителия, клетки которого секретируют скользкую вязкую слизь. Она состоит из воды и белков, называемых муцинами, и служит для увлажнения поверхностей. Она также входит в состав слюны и способствует увлажнению пережевываемой пищи. В носу и бронхах слизь задерживает пыль, микробов и чужеродные частицы, предотвращая их попадание в легкие.

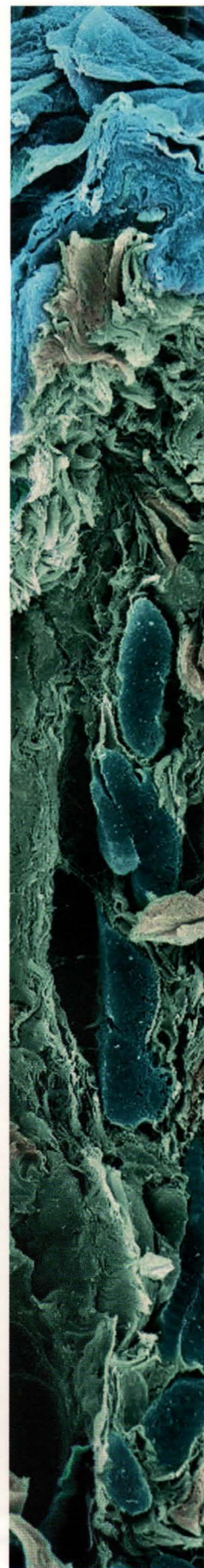
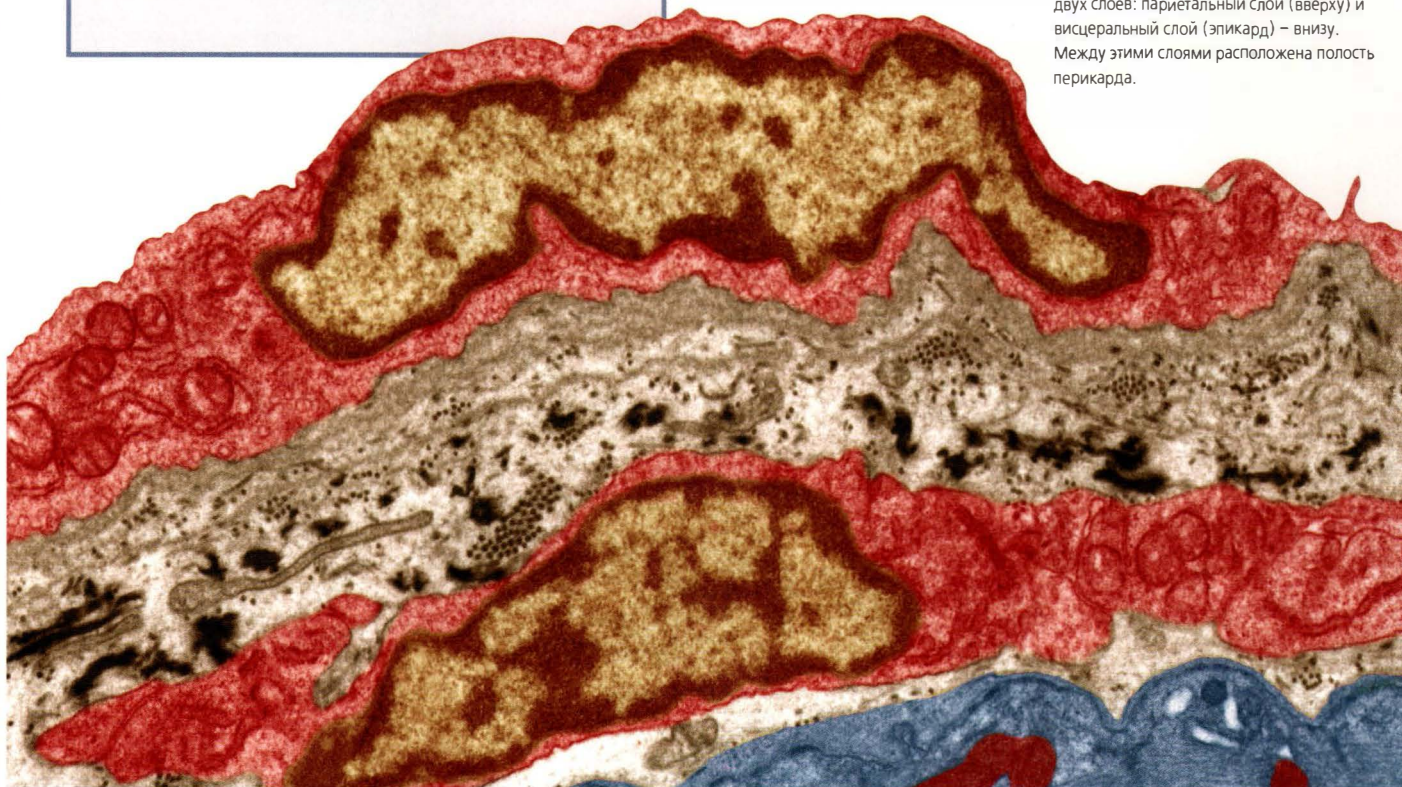


Синовиальные мембраны

На рисунке представлено увеличенное изображение синовиальной мембраны коленного сустава человека. Ее клетки вырабатывают синовиальную жидкость, которая смазывает сустав, облегчая его движения и питая суставной хрящ.

Серозный перикард

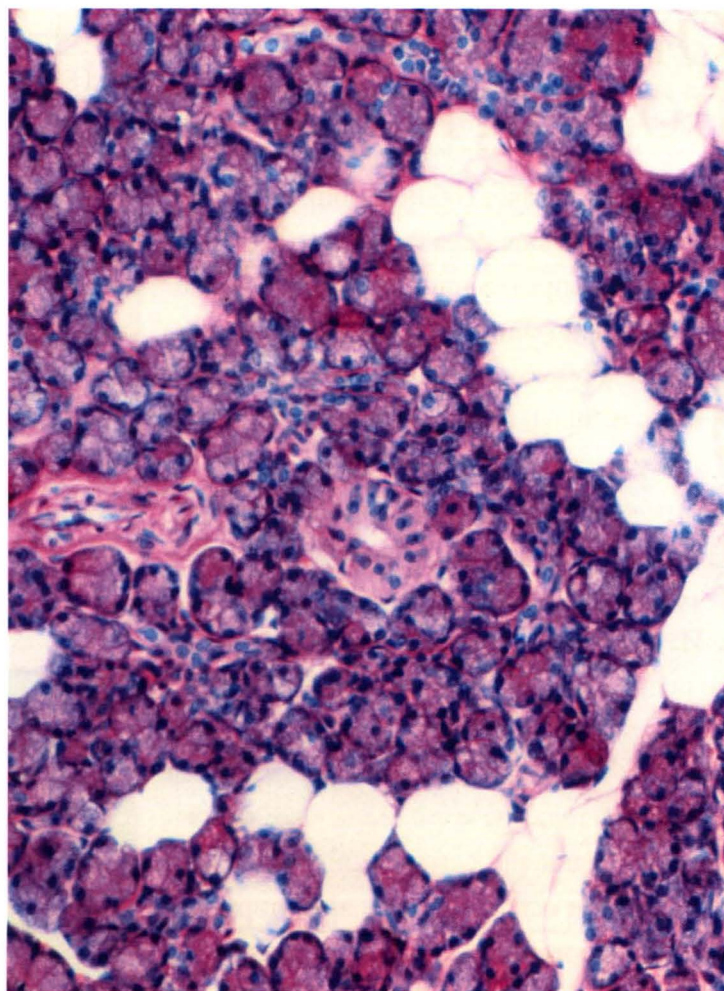
На рисунке показана электронная микрофотография серозного перикарда – мешка, окружающего и увлажняющего сердце (синий цвет). Перикард состоит из двух слоев: париетальный слой (вверху) и висцеральный слой (эпикард) – внизу. Между этими слоями расположена полость перикарда.



Железы

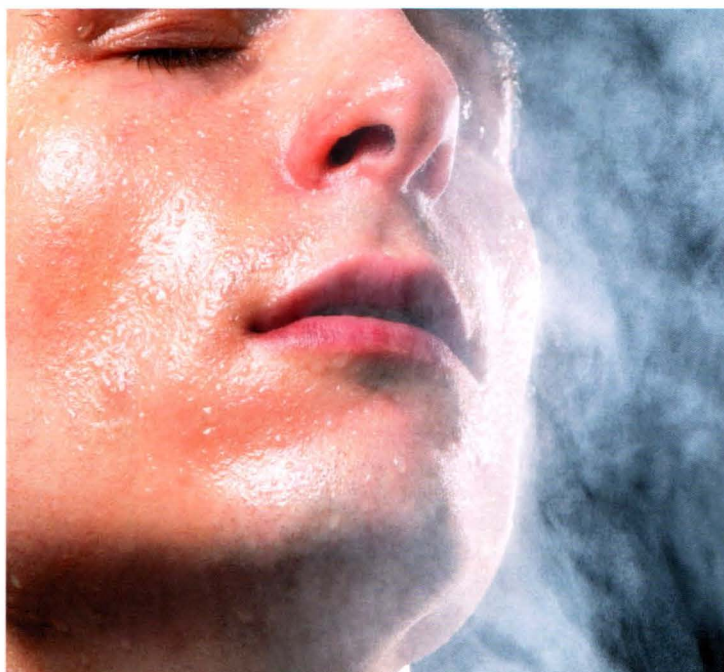
Железы – это структуры, секретирующие разные субстанции. Они делятся на две большие категории. Эндокринные железы (например, гипофиз) выделяют гормоны в кровь. Экзокринные железы секретируют субстанции на поверхность кожи или оболочек внутренних органов.

К экзокринным железам относятся потовые и сальные железы кожи, слюнные железы, а также железы, выделяющие слизь, пищеварительные ферменты и ушную серу. Молочные железы груди представляют собой модифицированные потовые железы, вырабатывающие грудное молоко.



Слюнные железы

Слюнные железы (например, околоушная) вырабатывают слюну. Слюна состоит из воды, слизи, ферментов и других субстанций. Как и другие экзокринные железы, слюнные железы высвобождают свой секрет через особые протоки.



Потовые железы

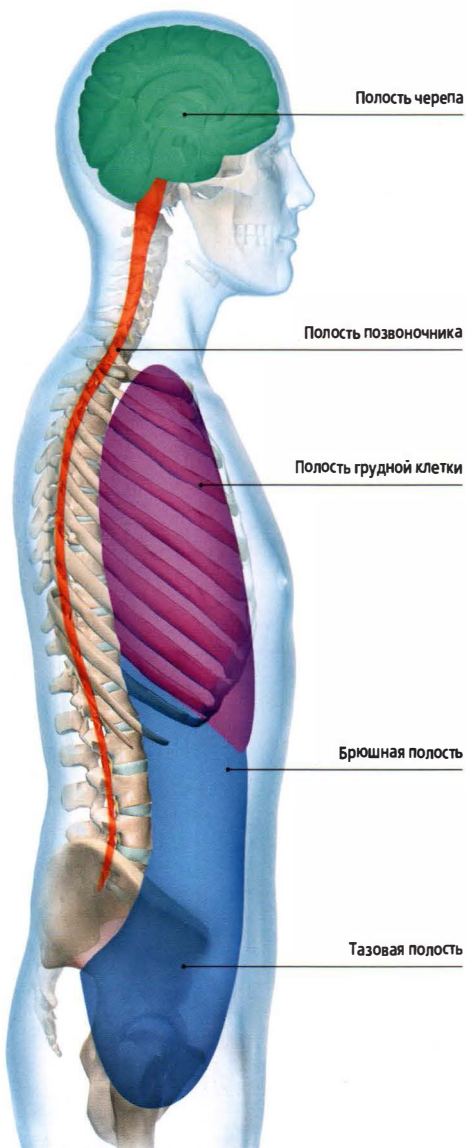
Миллионы потовых желез тела вырабатывают прозрачный кислый пот, выделяемый на поверхность кожи или в волосяные фолликулы. Пот состоит в основном из воды, испарение которой помогает снизить температуру тела.

Сальные железы

Сальные железы расположены у основания волосяных фолликулов. На этой цветной электронной микрофотографии показаны волосяной фолликул и дерма в разрезе. Волос выступает над поверхностью кожи, а сальная железа (светло-синий цвет, в середине внизу) вырабатывает сало, смазывающее волос и кожу.

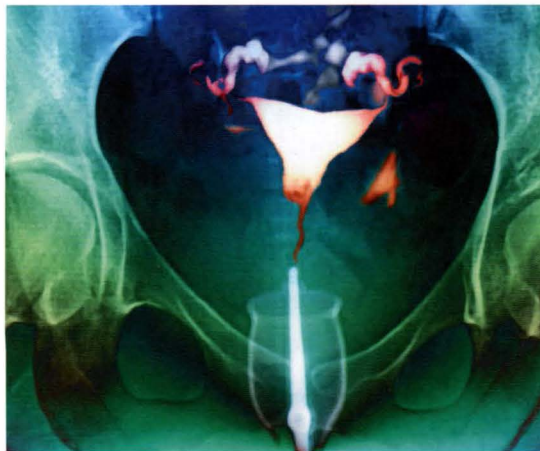
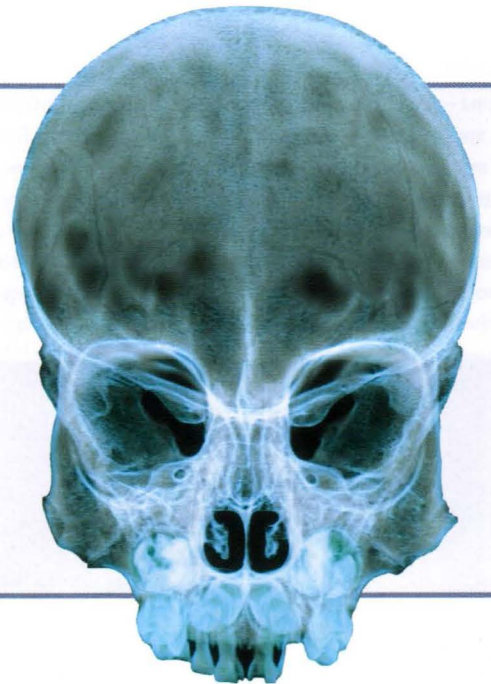
ОРГАНЫ И ПОЛОСТИ ТЕЛА

Орган представляет собой комбинацию двух или более типов тканей, совместно выполняющих определенные функции. Органами обычно считают такие структуры, как головной мозг, печень, желудок и легкие, но мышцы и кости тоже являются органами, т.к. включают нервы, кровеносные сосуды и разные виды соединительной ткани. Каждый орган входит в состав одной или нескольких систем организма. Из 11 существующих систем органов только репродуктивная не участвует в поддержании жизнедеятельности, т.к. ее задачей является воспроизводство. Органы расположены в полостях тела, где могут быть подвешены или присоединены к стенкам, которые защищают мягкие ткани органов и предотвращают проникновение внешних патогенов.



НЕБОЛЬШИЕ ПОЛОСТИ ТЕЛА

Кости имеют большое количество маленьких полостей. Так, в черепе расположены четыре пары синусов, глазницы, полость рта, полости носа и ушей. Головной и спинной мозг имеют полости, наполненные спинномозговой жидкостью, а синовиальные суставы, такие как колено, тазобедренный и плечевой суставы, имеют камеры, наполненные синовиальной жидкостью.



Полость таза

Это изображение тазовой полости женщины получено с помощью рентгена с применением технологии улучшения цвета. Можно видеть репродуктивные органы, включая фаллопиевы трубы в верхней части матки. Для улучшения видимости органов через катетер ввели контрастный материал.



Органы

На рисунке, полученном с помощью цветного сканирования, видны органы брюшной полости пациента после пересадки почки. Донорская почка (оранжевый цвет, внизу справа) была «подключена» к кровеносным сосудам в нижней части брюшной полости. Выше виден кишечник.

Полость грудной клетки

Оболочки и мышцы делят полость грудной клетки на камеры. Серозные оболочки, называемые плеврой, образуют вокруг каждого легкого наполненную жидкостью плевральную полость. Сердце и некоторые другие структуры расположены в центральной камере – полости перикарда.

Главные полости тела

Большинство внутренних органов расположены в одной из основных полостей тела. Полости черепа и позвоночника содержат головной и спинной мозг. Полость грудной клетки вмещает сердце, легкие и многие другие структуры. Грудная полость отделена от брюшной толстым мышечным пластом – диафрагмой. В брюшной полости располагаются желудок, поджелудочная железа, печень, кишечник, почки и другие органы. Полость таза содержит репродуктивные органы (и у мужчин, и у женщин), а также мочевой пузырь и прямую кишку.

Трахея

Грудная клетка

Грудная клетка состоит из 12 пар ребер, окружающих грудную полость и защищающих сердце и легкие

Правое легкое

Плевральная мембрана

Плевра выстилает плевральную полость и предотвращает трение при движении лепюх

Плевральная полость. Выстланная плевральными мембранами

Полость перикарда

Диафрагма

При вдохе диафрагма уплощается, что приводит к увеличению размера грудной полости

Левое легкое

Сердце

Загнутый перикард

ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

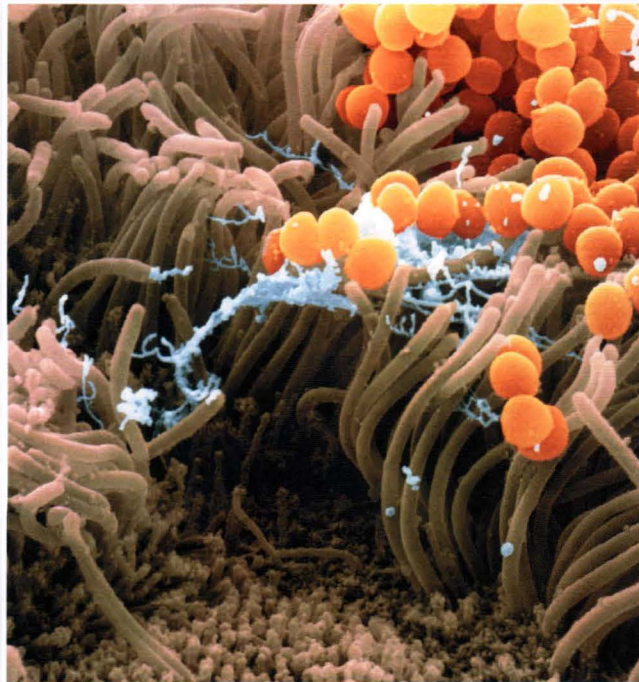
Болезнетворные агенты (патогены) находятся повсюду – в воздухе, на поверхности большинства предметов, в воде, почве и пище. Некоторые инфекционные болезни заразны и передаются от человека человеку. Патогены воздействуют на организм разными способами. Вирусы прямо проникают в клетки и вызывают их разрушение. Бактерии вырабатывают токсины, отравляющие или повреждающие клетки. Это могут быть эндотоксины, выделяющиеся из умирающих клеток, и экзотоксины, секретируемые самой бактерией. Грибы и паразиты питаются тканями организма и могут вызывать иммунные (в т.ч. воспалительные) реакции, что усиливает наносимый ими вред.



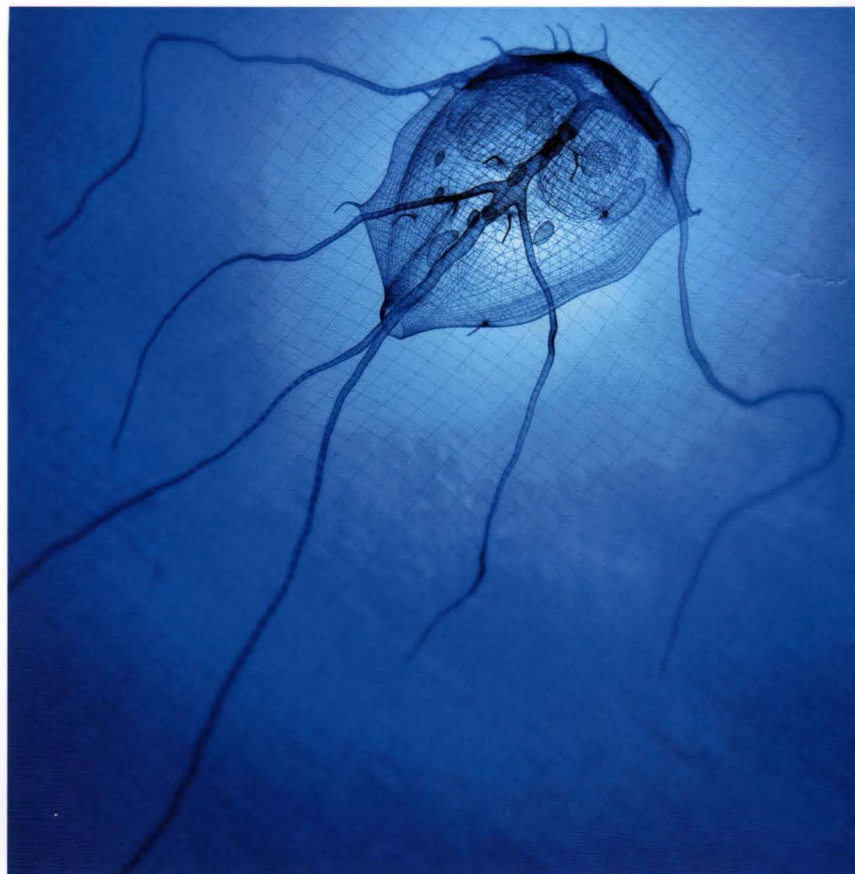
Грибы
Этот гриб, *Candida albicans*, вызывает кандидоз. Он вырабатывает ферменты, переваривающие ткани организма.

АНТИБИОТИКИ И МИКРОБНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

Антибиотики убивают бактерии (и некоторые другие микробы) или подавляют их рост, но против вирусов они бессильны. Неправильное использование антибиотиков (например, попытки их применения для лечения вирусных заболеваний) привели к появлению устойчивых к ним микробов.



Стафилококки
Бактерии (желтый цвет) прикрепляются к ресничкам (коричневый цвет) эпителиальных клеток носа. Эти бактерии могут вызвать нагноение и инфекцию.



Паразиты
Этот паразит, *Giardia intestinalis*, содержится в загрязненной фекалиями воде и вызывает лямблиоз – тяжелое воспаление кишечника.

ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ		
Патоген	Способ воздействия	Примеры
Бактерии	Вырабатывают токсины, которые изменяют клетки или вызывают опасные иммунные реакции	Лаймская болезнь, гонорея, ботулизм, сифилис, септический шок, кариоз
Грибы	Вырабатывают ферменты, разрушающие живые и мертвые ткани, после чего грибы могут их поглощать	Грибковые инфекции, эпидермофития стопы, гистоплазмоз, стоматит
Паразиты	Питаются за счет клеток и тканей организма-хозяина. Могут вызывать опасные иммунные реакции	Лямблиоз, печеночная двуустка, малярия, другие глистные инфекции
Вирусы	Живут и размножаются в клетке-хозяине, после чего атакуют другие клетки. Могут вызывать злокачественное перерождение	ОРВИ, грипп, пневмония, энцефалит, менингит

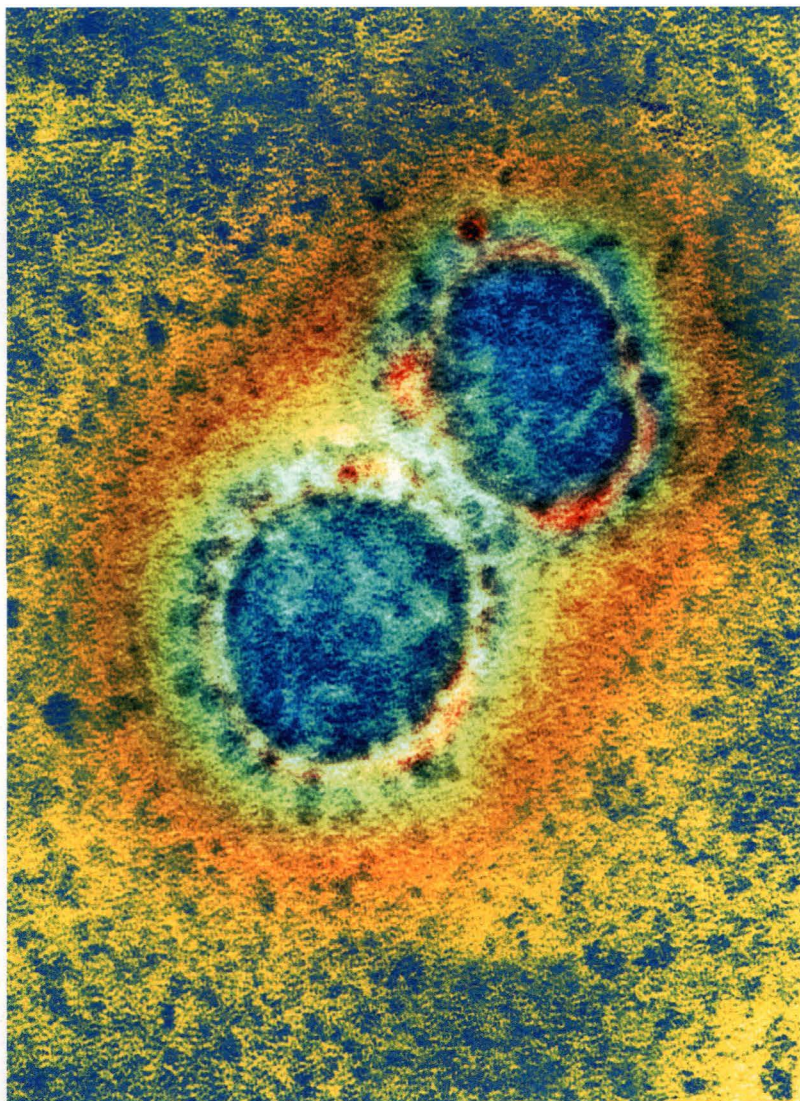
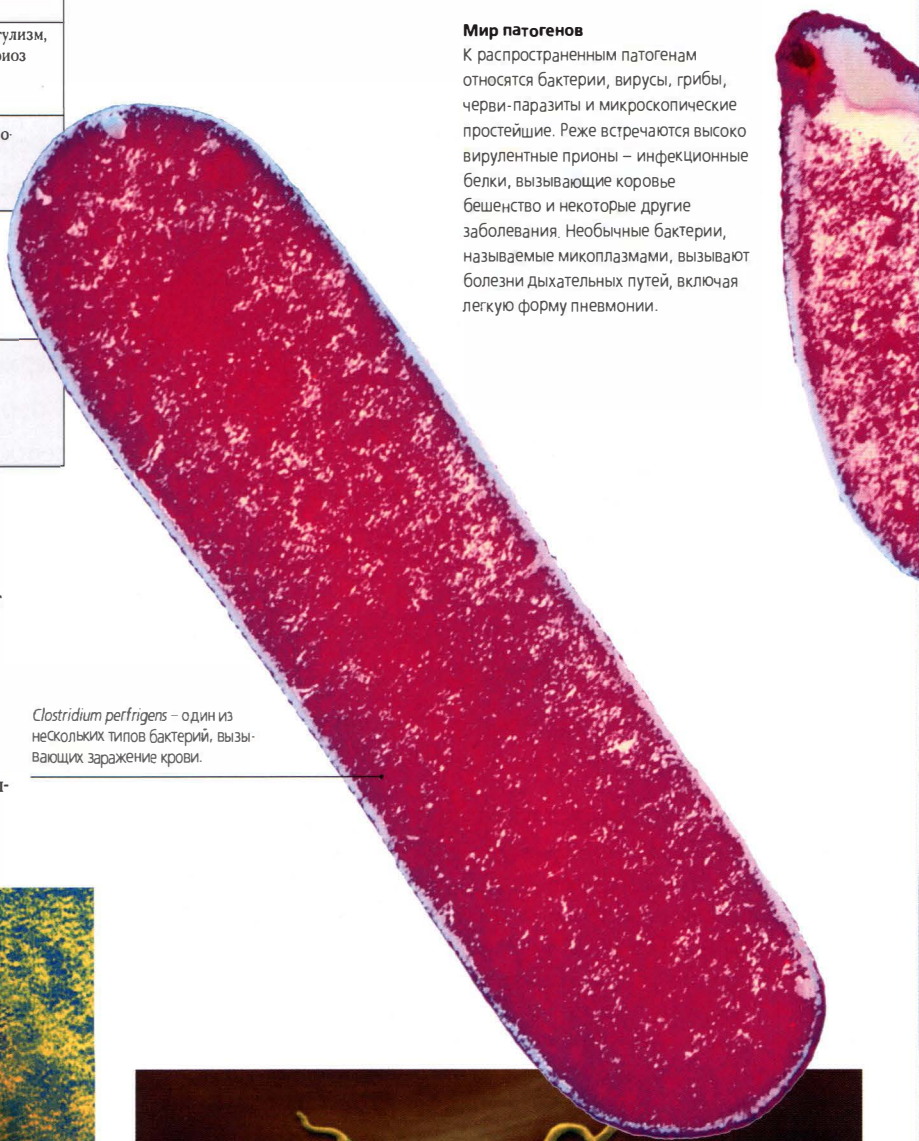
Вирулентность

Инфекционные организмы классифицируют в зависимости от их вирулентности, т.е. способности вызывать заболевания. Факторы вирулентности включают природу и биологическую роль поражаемой ткани или органа, а также скорость заражения патогеном. Бактерии и вирусы, поражающие головной мозг, печень и легкие, намного опаснее, чем вирус простуды. К высоко вирулентным патогенам относятся и бактерии, вызывающие заражение крови (сепсис), ведущий к смерти в течение нескольких дней.

Clostridium perfringens – один из нескольких типов бактерий, вызывающих заражение крови.

Мир патогенов

К распространенным патогенам относятся бактерии, вирусы, грибы, черви-паразиты и микроскопические простейшие. Реже встречаются высоко вирулентные прионы – инфекционные белки, вызывающие коровье бешенство и некоторые другие заболевания. Необычные бактерии, называемые микоплазмами, вызывают болезни дыхательных путей, включая легкую форму пневмонии.



Вирусы

Вирусы, вроде показанного здесь вируса ОРВИ, используют метаболические механизмы клетки для собственного размножения.



Бактерия

Бактерии бывают разных форм, в т.ч. палочки и спирали. Эта спиралевидная бактерия *Borrelia burgdorferi* вызывает болезнь Лайма.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПРОФИЛАКТИКА БОЛЕЗНЕЙ

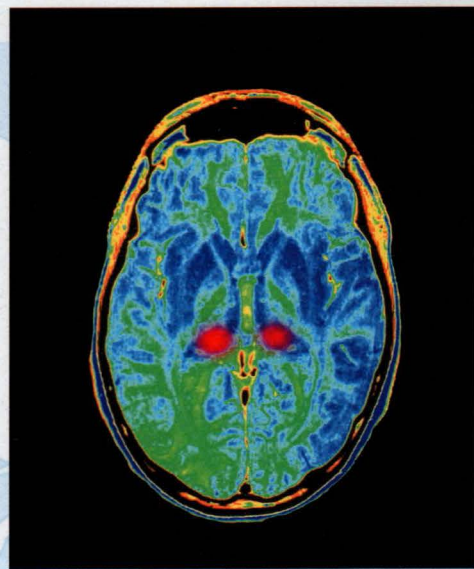
Инфекционные заболевания являются заразными, т.е. способны передаваться от больного человека здоровому. Некоторые инфекции передаются при прямом контакте – например, при прикосновении к открытой язве. Другие передаются непрямым путем, например, когда здоровый человек дотрагивается до предметов, которые использовал больной или через употребление зараженной воды. Лаймская болезнь передается клещами, а малярия – комарами. В этом случае клещей и комаров называют «переносчиками». Но намного чаще источником инфекции являются переносимые по воздуху микробы. К таковым относится вирус гриппа, попадающий в воздух при чихании и кашле больных людей. Для профилактики заболеваний важно знать, как передаются возбудители и где они могут сохраняться. Всемирная организация здравоохранения перечисляет практические меры профилактики, позволяющие эффективно сдерживать распространение инфекций. Эти меры варьируют от мытья рук до правительственных усилий по обеспечению безопасности пищи, воды и донорской крови.

Новые и возвращающиеся инфекции

Новой называют инфекцию, которой раньше в данной популяции не было или которая вдруг начала активно распространяться. Примеры включают лаймскую болезнь, которую впервые обнаружили у людей в середине 1900-х годов, а также респираторные инфекции, вызываемые вирусом ОРВИ. Туберкулез относится к возвращающимся инфекциям и представляет большую угрозу вследствие развития устойчивых к антибиотикам бактериальных штаммов. Свою роль также играют рост популярности международных путешествий и тесное проживание в городах.

Источники болезней

Источником инфекций могут быть почва, вода, больные животные и само человеческое тело. Здесь возбудители могут сохраняться, поджидая удобного случая инфицировать уязвимого человека или животное. К источникам микробов относятся и переносчики, такие как комары (внизу) или люди, в организме которых содержится возбудитель, не вызывая никаких симптомов. Переносчиками некоторых заболеваний, таких как простуда или гонорея, могут быть только люди.



Коровье бешенство

На рисунке показан результат сканирования мозга подростка, погибшего от болезни Крейтцфельда-Якоба, поражающей нервные клетки. Определенная форма этой болезни развивается у людей после употребления в пищу мяса коров, больных коровьим бешенством.

Горячие точки

Новые инфекционные заболевания часто являются зоонозами, т.е. болезнями, основным источником которых являются животные, а не человек. На этой карте показаны «горячие точки» с наибольшей заболеваемостью. Можно видеть, что они главным образом расположены в развивающихся странах экваториальной зоны.

Условные обозначения

- Высокий уровень заболеваемости
- Средний уровень заболеваемости
- Низкий уровень заболеваемости



Лаймская болезнь

Лаймская болезнь передается через укусы клещей и имеет широкое распространение в Соединенных Штатах Америки. Характерным симптомом является появление в месте укуса высыпаний, по форме напоминающих бычий глаз.

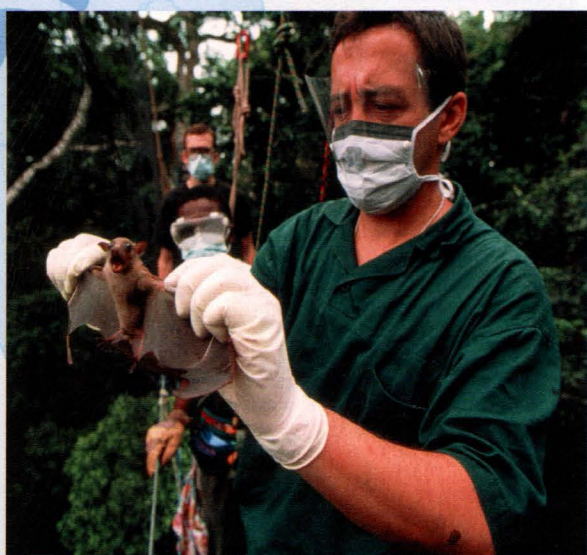
Закономерности возникновения инфекционных заболеваний

Закономерности возникновения инфекционных заболеваний изучает наука эпидемиология. Различают эндемические и спорадические болезни. Эндемические вроде лаймской всегда присутствуют в популяции, в то время как спорадические, такие как птичий грипп, возникают лишь временами. Если большое количество людей в одной местности в течение короткого времени заболевают одним заболеванием, говорят об эпидемии. Если эпидемия распространяется в разные части мира, это называют пандемией. Одной из самых опасных современных пандемий можно считать ВИЧ-инфекцию и СПИД.



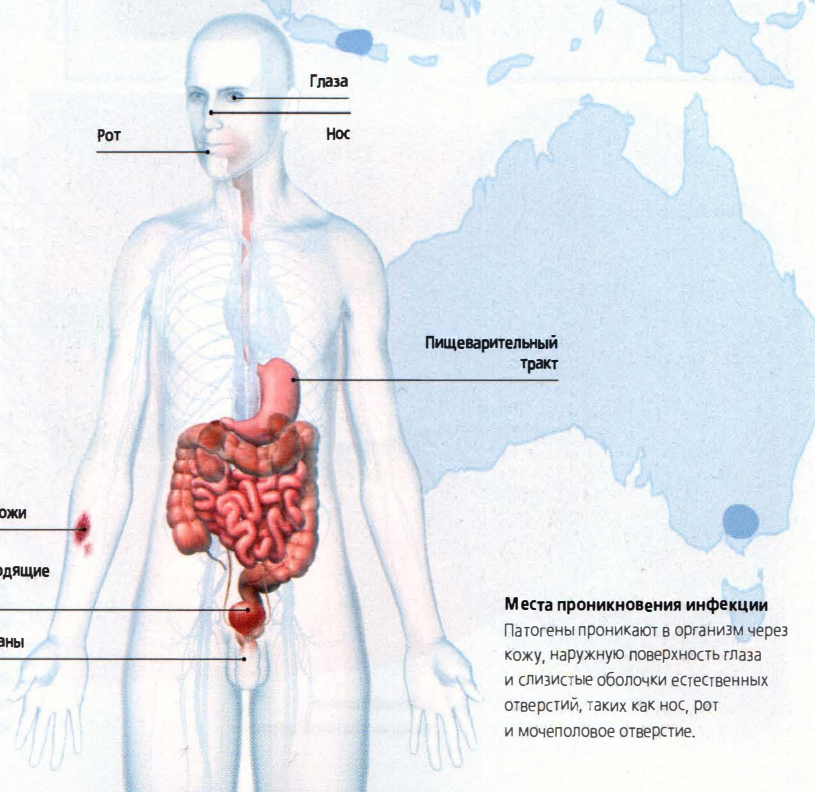
Птичий грипп

Для профилактики распространения вируса *H5N1*, вызывающего птичий грипп, индонезийские школьники используют защитные маски, закрывающие нос и рот. Птичий грипп передается курами, мигрирующими гусями и другими птицами. Эти школьники посещали птичий заповедник, где выявили птичий грипп.



Вирус Эбола

Вирус Эбола вызывает геморрагическую лихорадку, ведущую к сильным кровотечениям. Годы исследований позволили определить возможный источник инфекции – помет инфицированных летучих мышей. На рисунке пойманную летучую мышь проверяют на наличие вируса.



Места проникновения инфекции

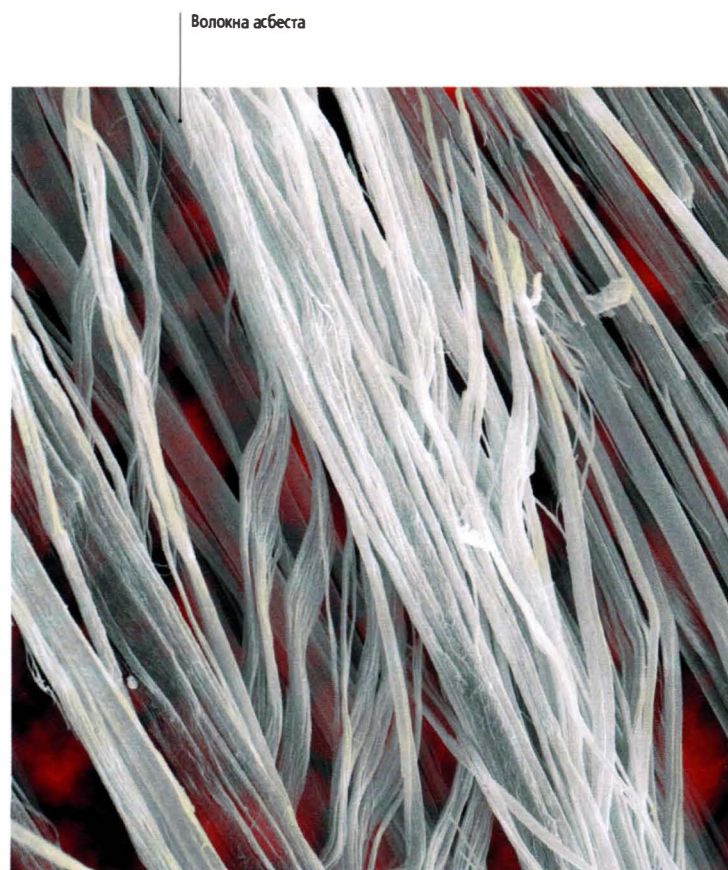
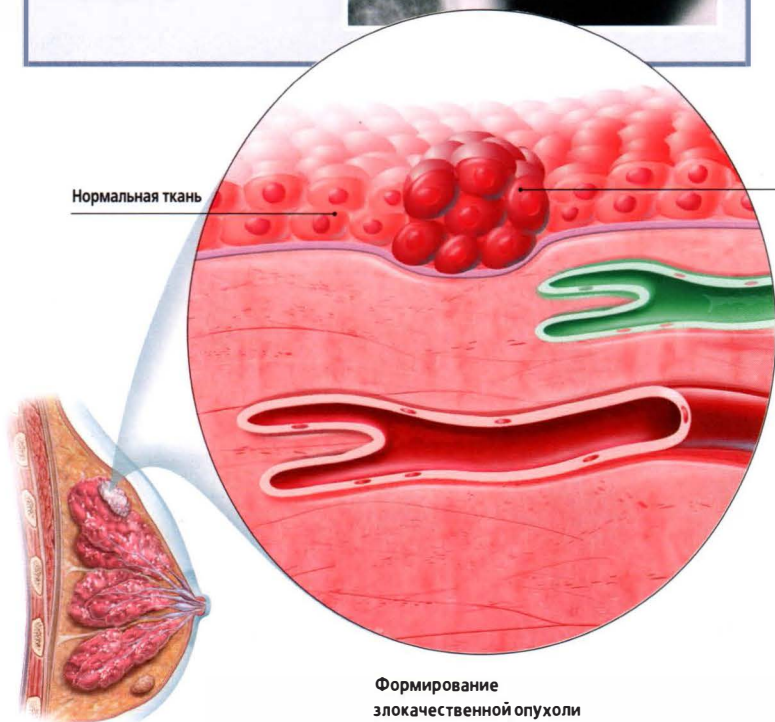
Патогены проникают в организм через кожу, наружную поверхность глаза и слизистые оболочки естественных отверстий, таких как нос, рот и мочеполовое отверстие.

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ

Злокачественные новообразования – группа заболеваний, характеризующихся нарушением генетического контроля над клеточным делением. При злокачественном перерождении происходит серия мутаций, провоцирующих аномально частые деления клетки. Это ведет к нарушению высоко упорядоченной клеточной структуры. Если иммунная система сразу не распознает и не убивает злокачественные клетки, они продолжают размножаться и проникают в окружающие ткани, образуя злокачественную опухоль. Наиболее опасные опухоли распространяются за границы области образования путем метастазирования. Онкогенез (развитие злокачественного новообразования) обычно включает несколько стадий – активацию онкогенов и деактивацию генов-супрессоров, в норме предотвращающих неконтролируемое клеточное деление.

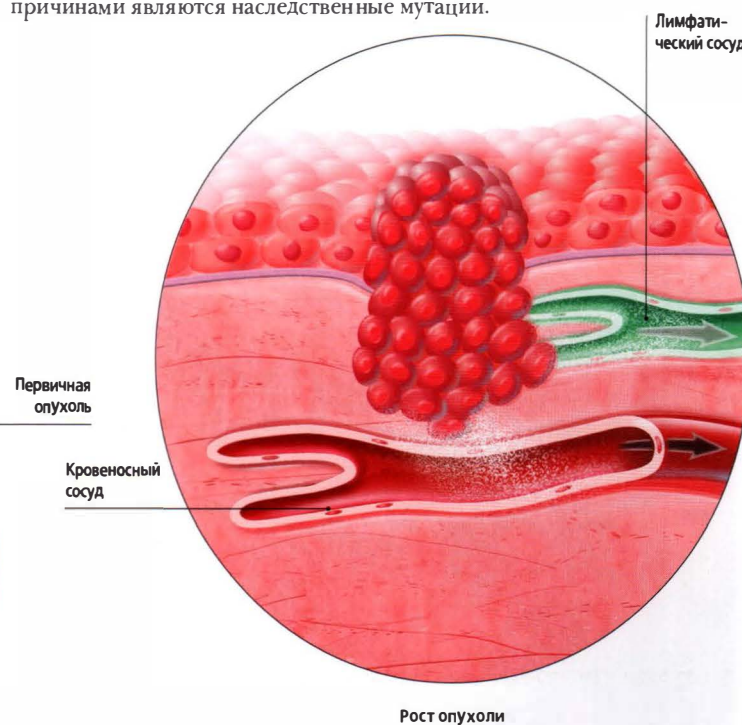
ВЫЯВЛЕНИЕ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОЙ ОПУХОЛИ

Биопсия – анализ подозрительной ткани, позволяющий исследовать клетки на предмет злокачественных изменений. До биопсии делают специальные анализы крови. С появлением методов визуализации – МРТ, КТ, специальных видов рентгена и ультразвука – необходимость в диагностических хирургических операциях почти отпала.



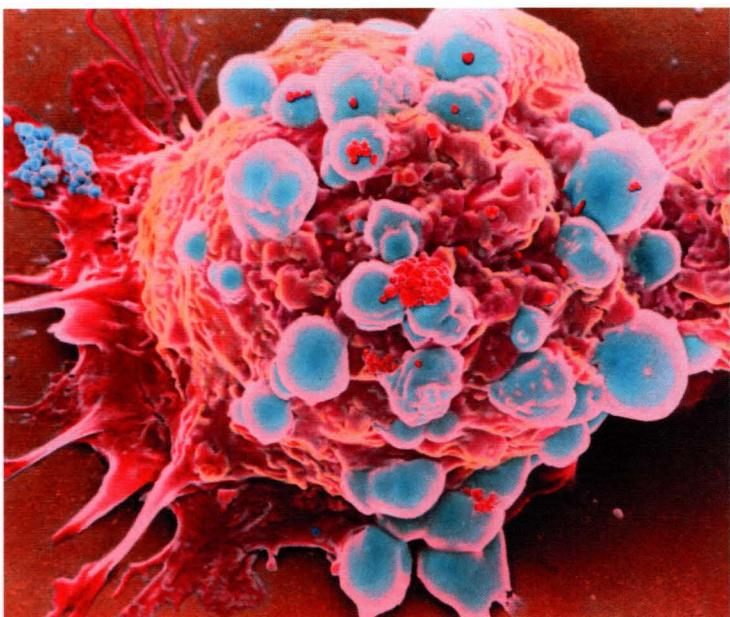
Злокачественные изменения

При любом злокачественном перерождении нарушается генетический контроль над делением клеток. Изменения могут начаться в результате мутации, превращающей протоонкоген (нормальный ген, стимулирующий клеточное деление) в онкоген, вызывающий злокачественный рост. Затем подавляется хотя бы один ген-супрессор опухоли. Генные мутации могут возникать под действием вирусной инфекции, канцерогенов (таких как используемый в строительстве асбест) и излучения от солнца или рентгеновской установки. Согласно оценкам, в 5% случаев причинами являются наследственные мутации.



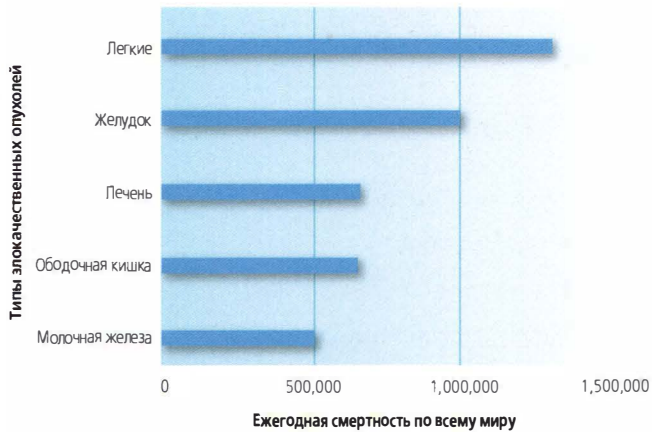
Как образуются метастазы

Распространение злокачественной опухоли (метастазирование) происходит в три стадии. Сначала злокачественные клетки выходят за пределы первичной опухоли. Затем они высвобождают ферменты, позволяющие им проникать в кровеносные или лимфатические сосуды. Наконец, они перемещаются с кровью к другим органам и тканям и проникают в ткань.



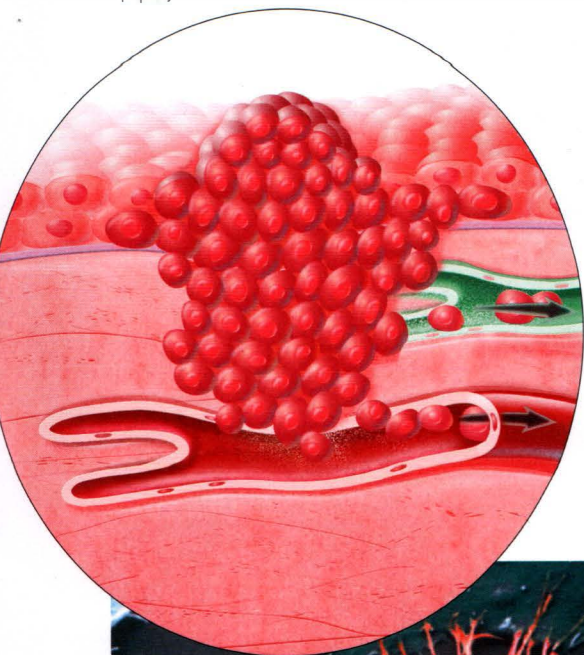
Рак груди

При злокачественном перерождении нормальная структура клетки разрушается. Представленная здесь клетка злокачественной опухоли груди имеет аномальные пузыри на поверхности (синий цвет) и неровные края с выростами цитоплазмы (красный цвет). Эти признаки указывают на злокачественную природу.

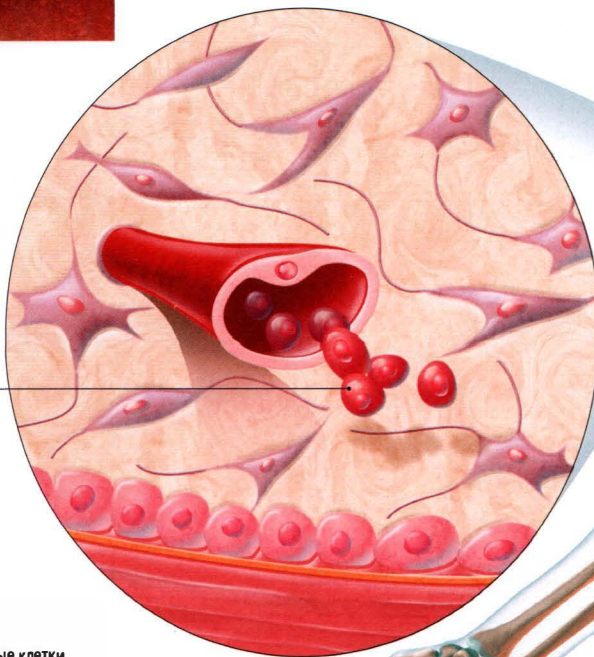


Смертность от злокачественных новообразований

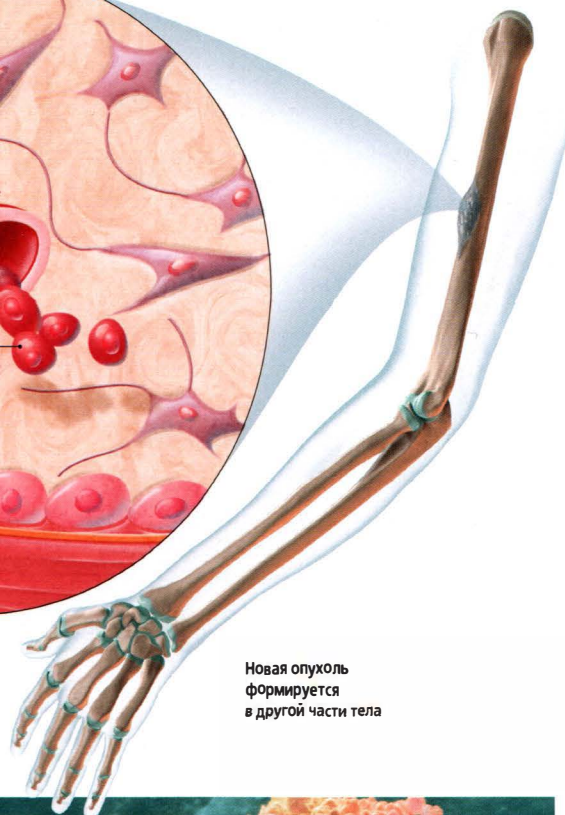
Во всем мире злокачественные опухоли ежегодно уносят жизни восьми миллионов человек. Причем в большинстве случаев причиной смерти является опухоль легких, ободочной кишки, груди, желудка или печени.



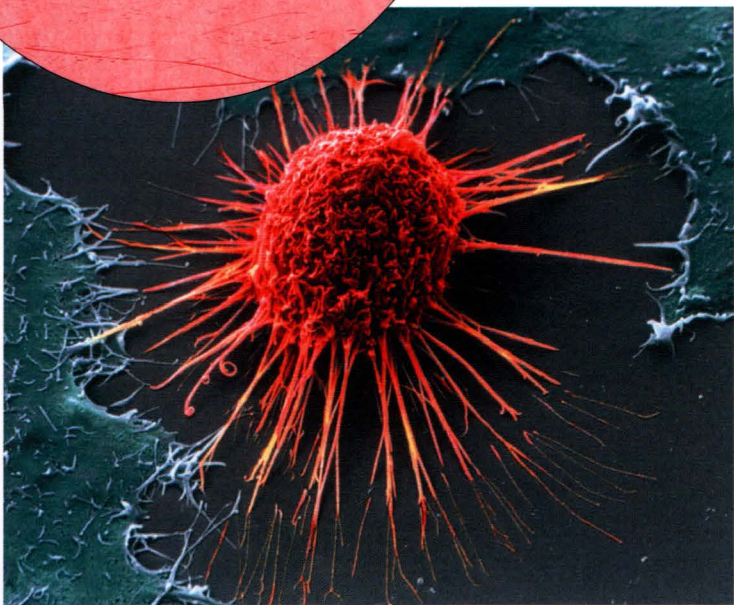
Вторичная опухоль



Злокачественные клетки выходят за пределы опухоли и переносятся с кровью к другим органам и тканям

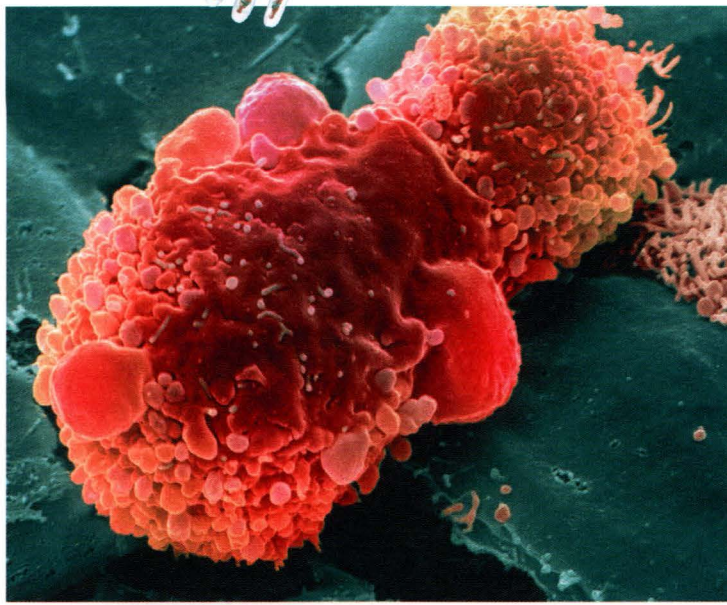


Новая опухоль формируется в другой части тела



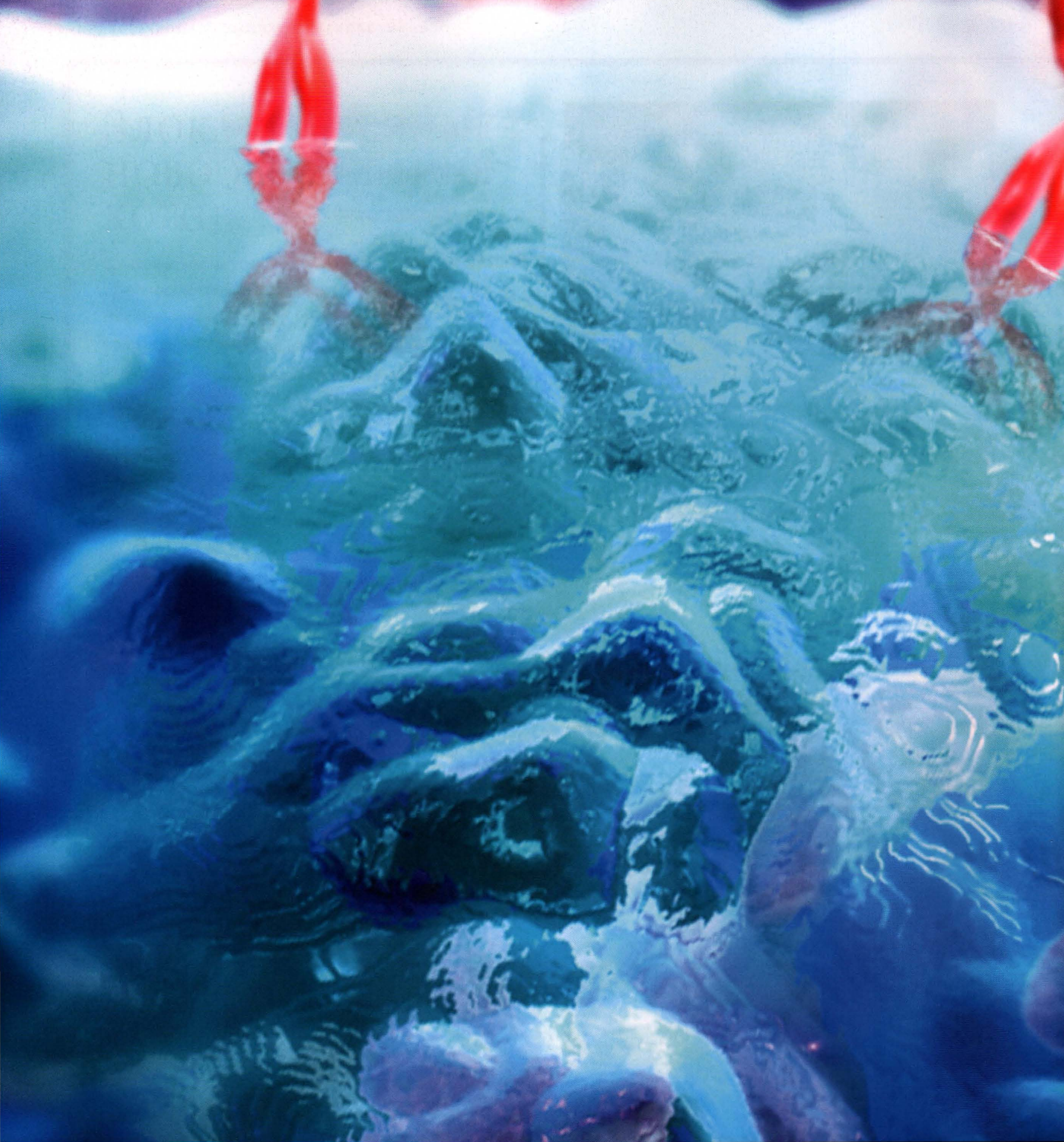
Рак шейки матки

Клетка злокачественной опухоли шейки матки отличается аномально большим размером, что тоже характерно для злокачественных клеток. Хотя рак шейки матки является довольно распространенным заболеванием, на ранних стадиях он легко поддается лечению. Поэтому так важен регулярный гинекологический осмотр.

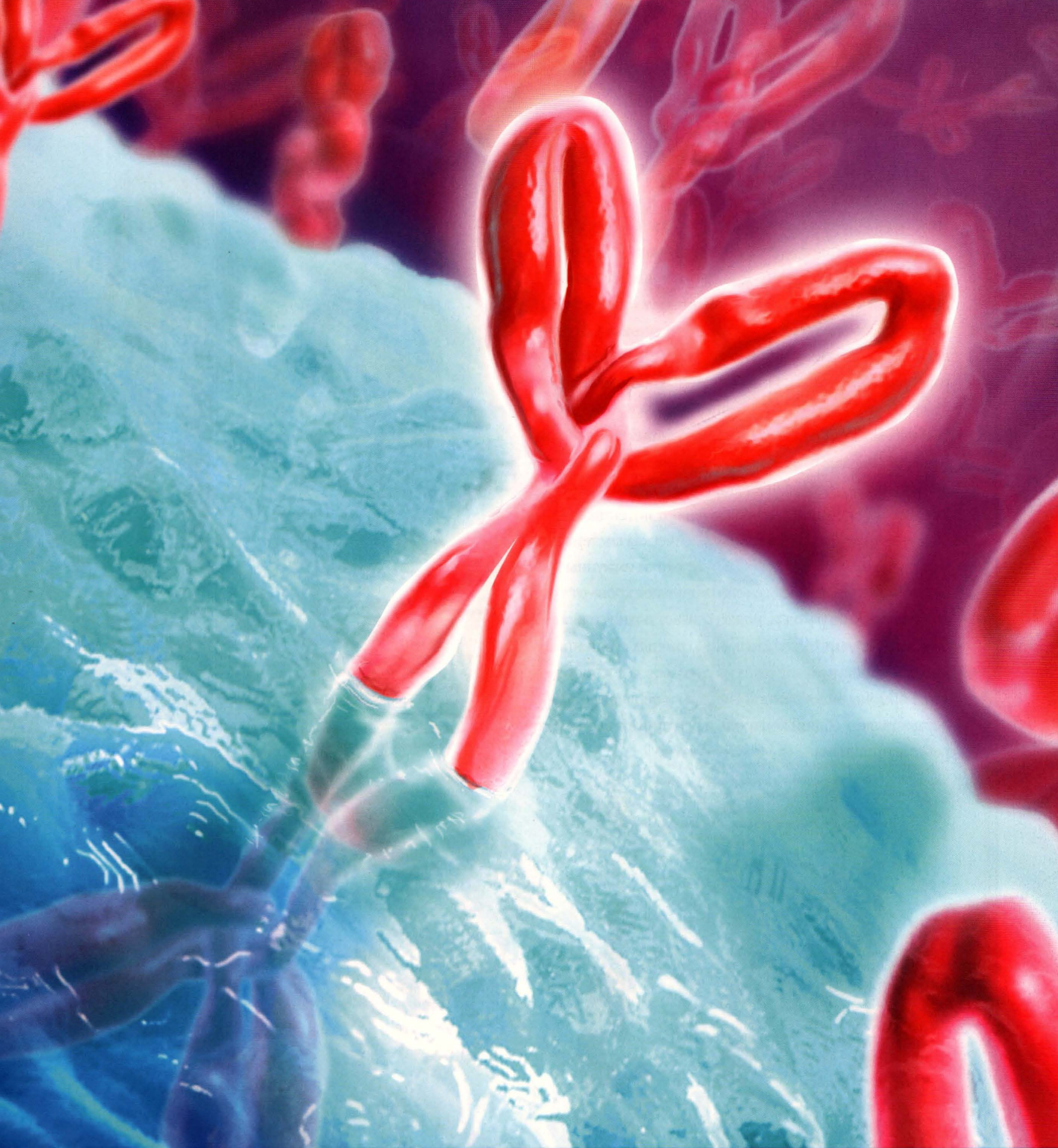


Злокачественные опухоли легких

Нерегулярная структура поверхности этой клетки указывает на злокачественную природу. В подавляющем большинстве случаев причиной злокачественных новообразований легких является воздействие табачного дыма, промышленных загрязняющих веществ и асбеста.



На этом рисунке продемонстрирована работа иммунной системы. Антитела появляются как антенны на поверхности В-клетки, их расположение облегчает связывание с антигеном. Взаимодействие с антигеном стимулирует размножение В-клетки, что ведет к образованию плазматических клеток, являющихся «фабриками антител». Антитела связываются с мишенью и «помечают» ее для последующего разрушения другими компонентами иммунной системы.



СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА

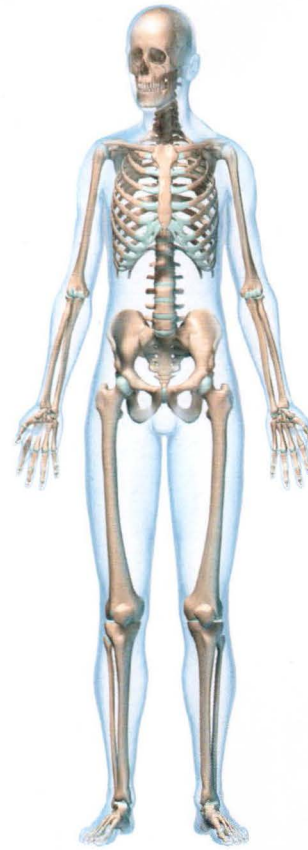
ОБЗОР СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

Человеческое тело имеет 12 систем органов, каждая из которых выполняет определенные функции. Так, кожа представляет собой многофункциональные наружные покровы, а кости определяют физическую форму тела и обеспечивают поддержку внутренних органов. Сотни скелетных мышц взаимодействуют с костями, перемещая различные части тела. Пищеварительная система отвечает за питание, т.е. переваривание пищи, усвоение питательных веществ и выведение непереваримых остатков. Кровеносная и дыхательная система обеспечивают триллионы клеток организма кислородом и другими необходимыми субстанциями, а также удаляют потенциально опасные продукты распада. Лимфатическая система тесно связана с кровеносной и отвечает за иммунные реакции. Выделительная система очищает кровь от токсинов и продуктов распада, поддерживает водно-солевой баланс и регулирует концентрацию разных субстанций в крови. Репродуктивная система отвечает за воспроизводство. Гормоны эндокринной системы и нервная система осуществляют общий контроль и регулируют все аспекты работы организма.



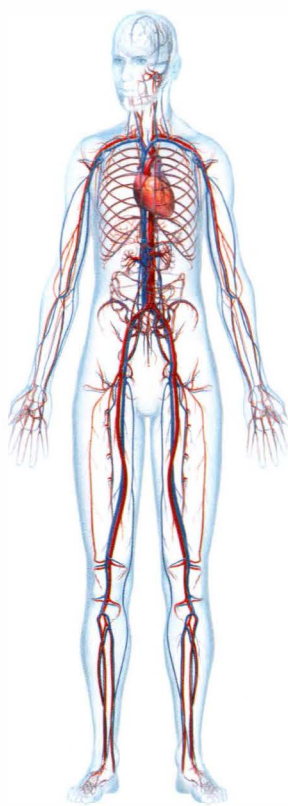
Кожные покровы

Кожные покровы включают кожу и такие структуры, которые из нее образуются. Кожа формирует барьер, предотвращающий потерю воды и проникновение микробов. Она также защищает глубокие ткани от физических повреждений, контролирует температуру тела и содержит чувствительные рецепторы. Находящиеся в коже железы выполняют функции вывода некоторых продуктов распада.



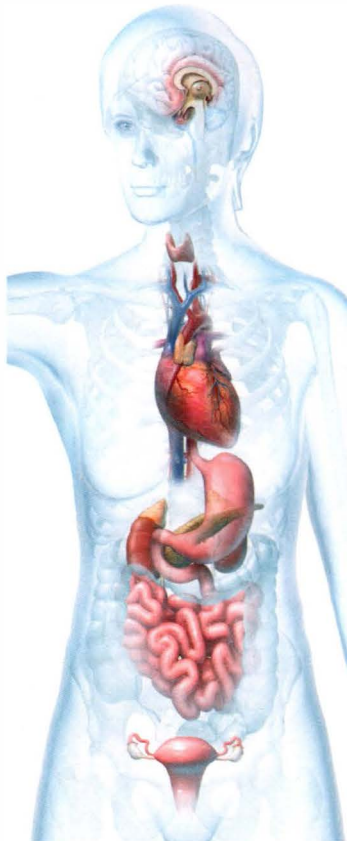
Костная система

Кости поддерживают мягкие ткани и защищают жизненно важные органы, такие как головной и спинной мозг, сердце и легкие. К костям крепятся скелетные мышцы, и кости служат рычагами при движениях тела. Кроме того, они запасают минералы, кальций и фосфор, а костный мозг производит клетки крови.



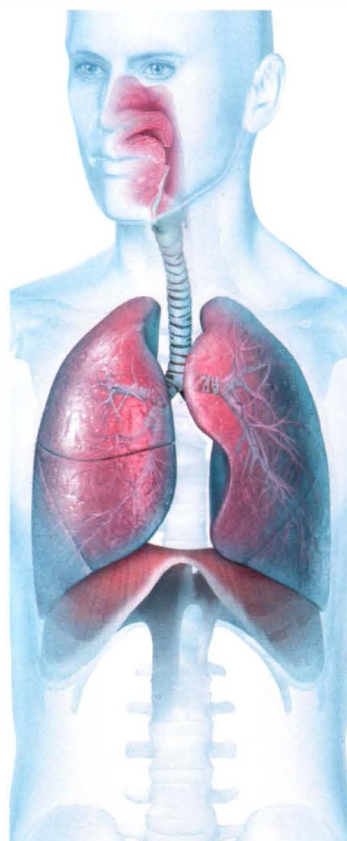
Кровеносная система

Сердце перекачивает кровь по кровеносным сосудам, благодаря чему к клеткам организма поступают кислород, питательные вещества и другие материалы. Кровеносная система также помогает регулировать температуру тела и химический состав организма.



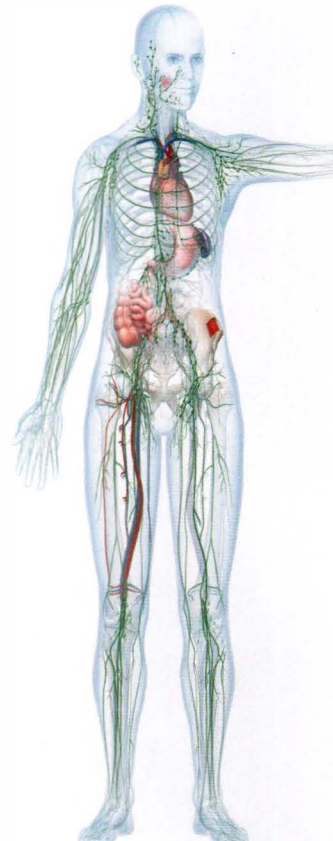
Эндокринная система

Эндокринные органы вырабатывают гормоны, играющие важную роль в кратковременном и долгосрочном контроле над разными функциями организма. Эндокринная система работает в тесной связи с нервной системой.



Дыхательная система

Дыхательная система отвечает за выделение из воздуха кислорода и перенос его в кровь. Кроме того, она выводит из организма углекислый газ и помогает поддерживать кислотно-щелочной баланс.



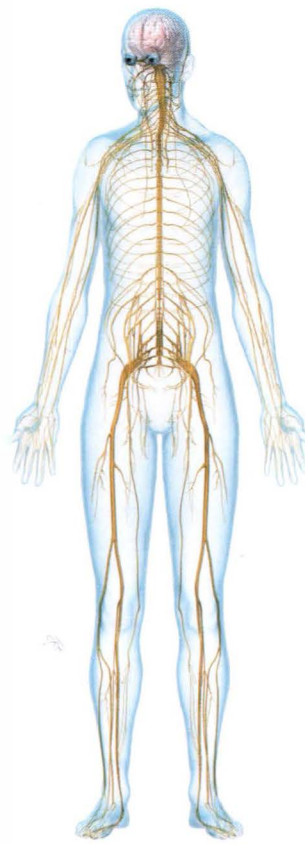
Лимфатическая/иммунная система

Это система фильтрующих органов и сосудов, собирающих тканевую жидкость и переносящих ее в кровь. Иммунная система образует клетки и субстанции, защищающие ткани от повреждения и инфекции.



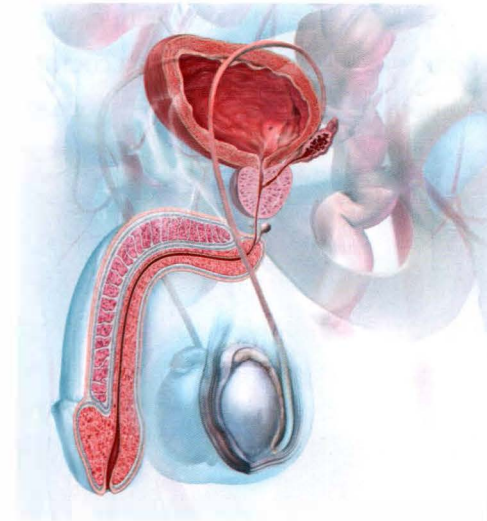
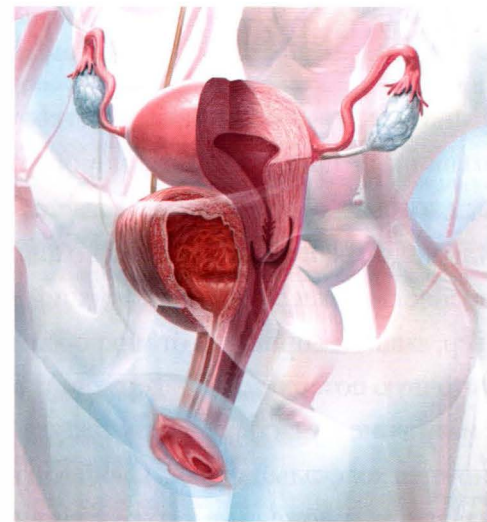
Мышечная система

Сотни скелетных мышц совместно с костями обеспечивают движение тела и его частей. Скелетные мышцы называют произвольными, т.к. их работа подчиняется сознательному контролю. Они также производят тепло и помогают поддерживать прямое положение тела. Работа гладких мышц и сердечной мышцы не поддается сознательному контролю, поэтому ее называют непроизвольной.



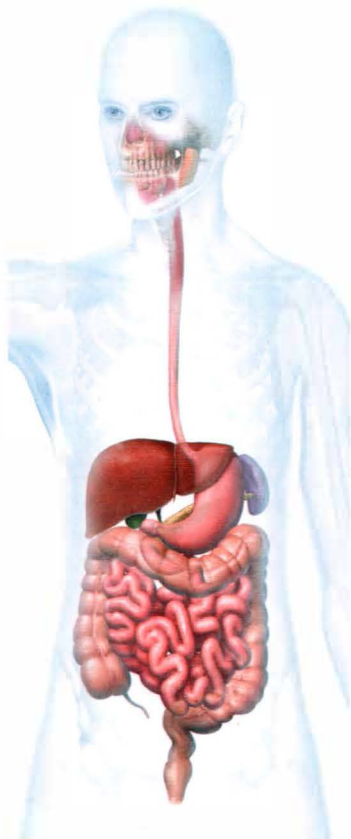
Нервная система

Нервная система обеспечивает согласованную работу всех органов и систем. Вместе с органами чувств, которые регистрируют внешние и внутренние изменения, нервная система организует и контролирует разные физиологические и поведенческие реакции. К центральной нервной системе относятся головной и спинной мозг, а к периферической – все остальные нервные структуры.



Репродуктивная система

Женская репродуктивная система вырабатывает яйцеклетки (женские половые клетки) и обеспечивает питание развивающегося зародыша. Мужская репродуктивная система образует сперматозоиды (мужские половые клетки) и обеспечивает их перенос в женскую репродуктивную систему.



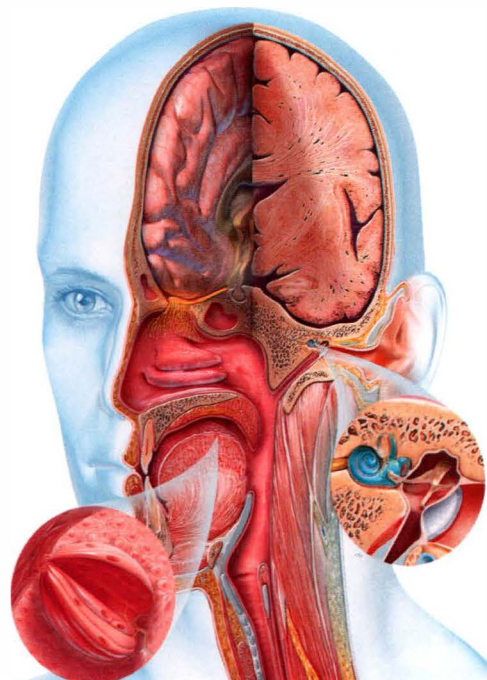
Пищеварительная система

Эта система отвечает за физическое и химическое расщепление поступающей в организм пищи и извлечение из нее питательных веществ. Разные части пищеварительной системы выполняют разные функции: ферментативное расщепление пищи, усвоение питательных веществ и выведение непереваримых остатков.



Выделительная система

Это система фильтрации крови, отвечающая за поддержание должного химического состава крови и тканевой жидкости. Выделительная система удаляет из крови продукты распада и избыток воды, которые выводятся из организма с мочой.



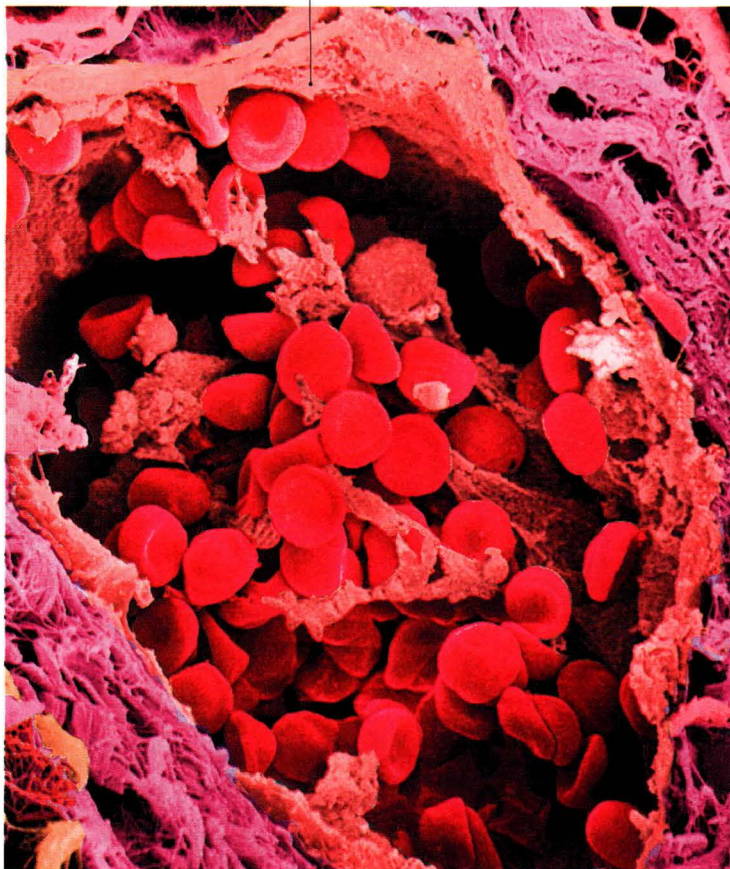
Органы чувств

Органы чувств собирают информацию, позволяющую организму реагировать на различные внутренние изменения и внешние стимулы. Человек имеет две группы сенсорных систем – рецепторы, реагирующие на прикосновение, давление и боль, а также специализированные органы чувств, отвечающие за зрение, слух, запах, вкус и равновесие.

КОЖНЫЕ ПОКРОВЫ

Большую часть наружных покровов тела образует кожа. Ее толщина не превышает толщину оберточной бумаги, но в некоторых областях она утолщается в результате регулярного трения, например на подошвах ног. Кожа выполняет множество важных функций – она образует барьер, защищая организм от микробов, предотвращает избыточную потерю воды, задерживает вредное солнечное излучение и участвует в терморегуляции. В коже синтезируется холекальциферол, ключевой компонент витамина D, а расположенные в коже чувствительные рецепторы реагируют на прикосновение, изменение температуры, боль и другие стимулы. Кожа состоит из двух слоев: водонепроницаемый эпидермис, образованный кератинсодержащими клетками, формирует верхний слой, под ним лежит дерма. Эпидермис должен выдерживать мытье, растяжение, удары и царапины, и он постоянно обновляется: старые клетки отшелушиваются и заменяются новыми. Этот процесс лежит в основе заживления порезов.

Дермальный кровеносный сосуд

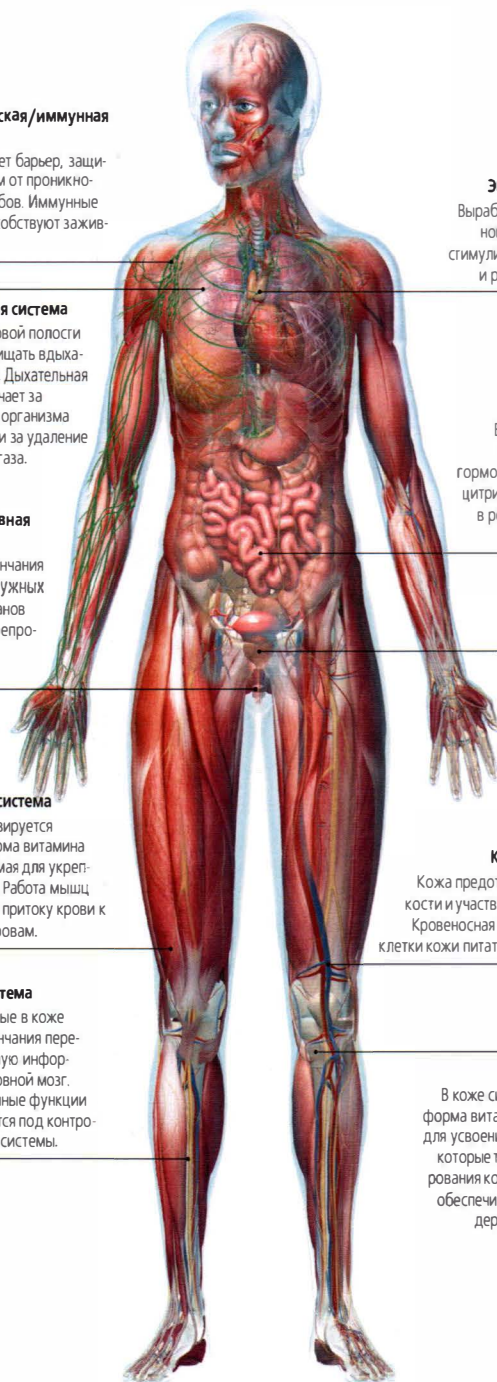
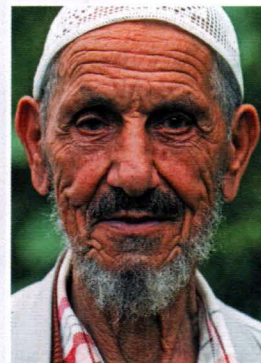


Кожа и температура тела

В гипоталамусе (отделе головного мозга) расположены специальные сенсоры, отслеживающие состояние крови. В числе прочего они улавливают изменения температуры тела. Для большинства людей оптимальная температура составляет 36,8 °С. Если температура слишком повышается, гипоталамус посылает сигналы кровеносным сосудам кожи, и они расширяются. Это вызывает прилив крови к кожным покровам, что усиливает теплоотдачу. Если температура тела падает, поверхностные кровеносные сосуды сужаются, что уменьшает потерю тепла.

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЖИ

Кожа человека со временем изменяется. У новорожденных кожа нежная, мягкая, с тонким просвечивающимся эпидермисом, небольшим количеством потовых желез и значительным слоем подкожного жира. В подростковом возрасте гормональные изменения вызывают увеличения размера и продукции сальных желез, что ведет к появлению прыщей и акне. Но кожа все еще содержит достаточно коллагена и эластина, так что остается упругой и эластичной. С возрастом и при длительном пребывании на солнце эпидермис и дерма утончаются и изменяется структура коллагена и эластина, что ведет к появлению морщин.



Лимфатическая/иммунная система

Кожа образует барьер, защищая организм от проникновения микробов. Иммуные реакции способствуют заживлению ран.

Дыхательная система

Волоски носовой полости помогают очищать вдыхаемый воздух. Дыхательная система отвечает за обеспечение организма кислородом и за удаление углекислого газа.

Репродуктивная система

Нервные окончания и железы наружных половых органов участвуют в репродуктивных функциях.

Мышечная система

В коже синтезируется активная форма витамина D, необходимая для укрепления мышц. Работа мышц способствует притоку крови к кожным покровам.

Нервная система

Расположенные в коже нервные окончания передают сенсорную информацию в головной мозг. Многочисленные функции кожи находятся под контролем нервной системы.

Эндокринная система

Вырабатываемые эндокринной системой андрогены стимулируют сальные железы и регулируют рост волос.

Пищеварительная система

В коже витамин D превращается в активную гормональную форму, кальцитриол, который участвует в регулировании баланса кальция и фосфата.

Выделительная система

Кожа выполняет выделительную функцию, выводя с потом продукты распада.

Кровеносная система

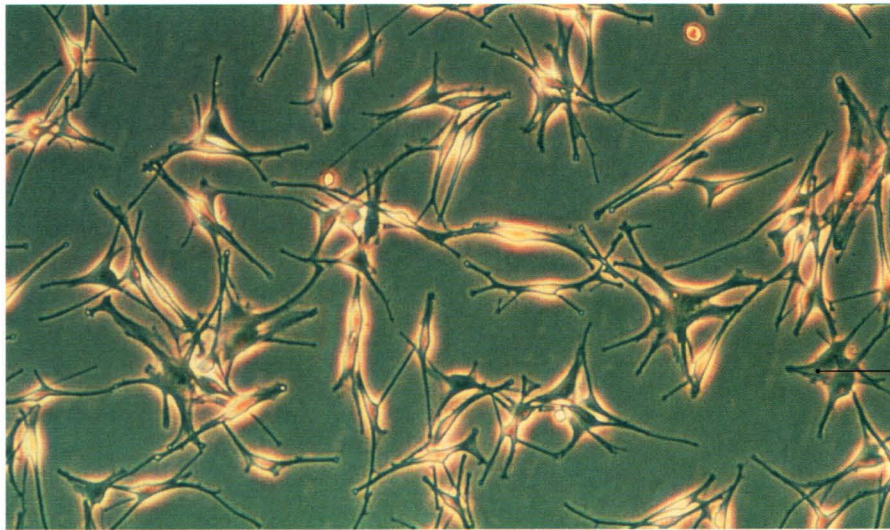
Кожа предотвращает потерю жидкости и участвует в терморегуляции. Кровеносная система обеспечивает клетки кожи питательными веществами.

Костная система

В коже синтезируется активная форма витамина D, необходимая для усвоения кальция и фосфата, которые требуются для формирования костей. Костная система обеспечивает структурную поддержку органов и тканей.

Взаимосвязь с другими системами организма

Кожные покровы необходимы для работы других систем организма, а все остальные системы, кроме репродуктивной, так или иначе способствуют функционированию кожи и ее производных.

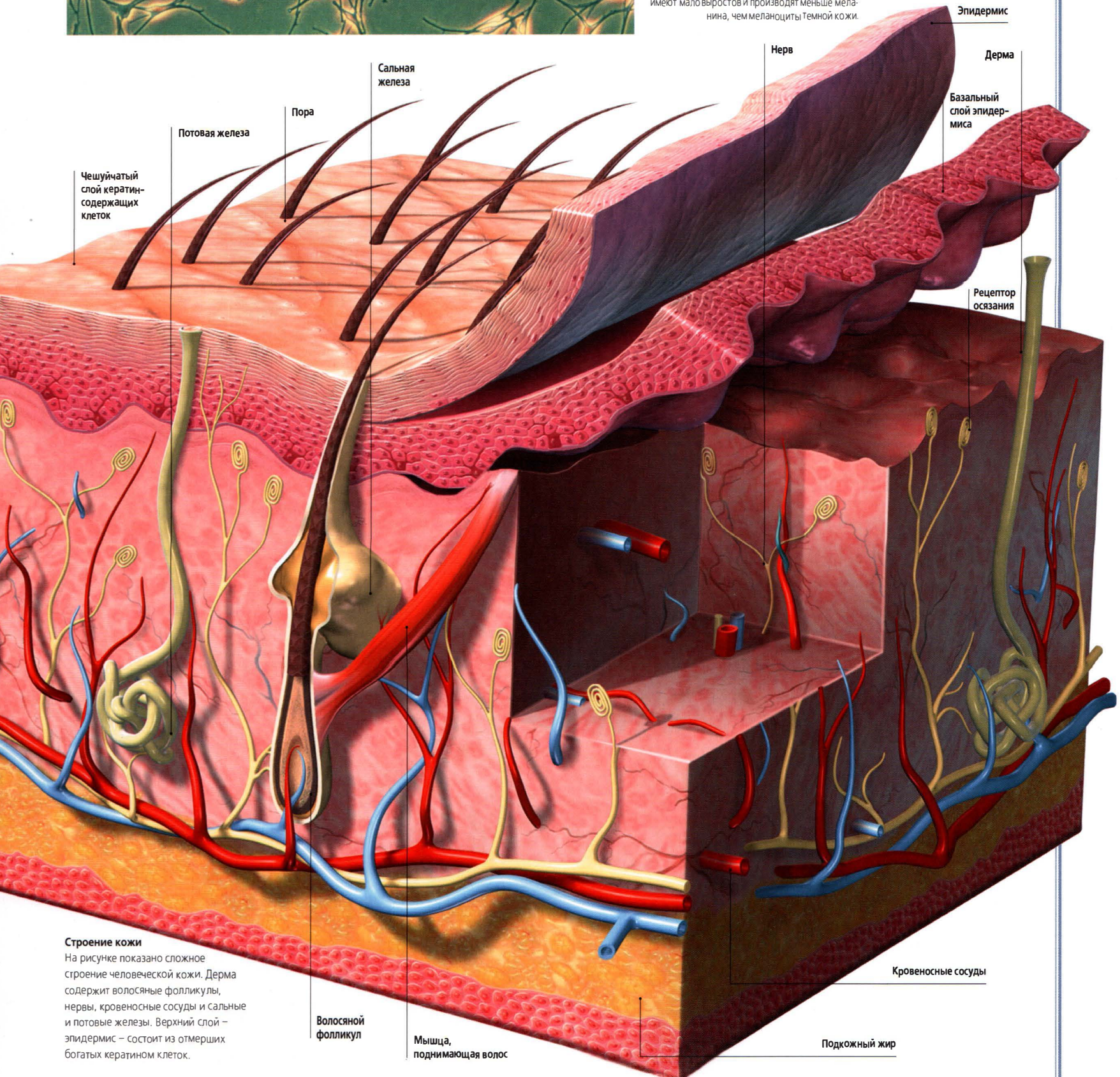


Пигментация

Цвет человеческой кожи в некоторой степени определяется желто-оранжевым пигментом каротином, содержащимся в дерме, но в основном – меланоцитами эпидермиса, вырабатывающими коричнево-черный пигмент меланин. Хотя все имеют примерно одинаковое количество меланоцитов, у людей с темной кожей меланоциты синтезируют больше меланина, чем у людей со светлой кожей. Розоватый оттенок светлой кожи обусловлен красным пигментом крови гемоглобином в поверхностных кровеносных сосудах.

Культура меланоцитов человека европеоидной расы

Меланоциты светлой кожи, вроде этих крупных клеток, выращенных в лабораторных условиях, имеют мало выростов и производят меньше меланина, чем меланоциты темной кожи.

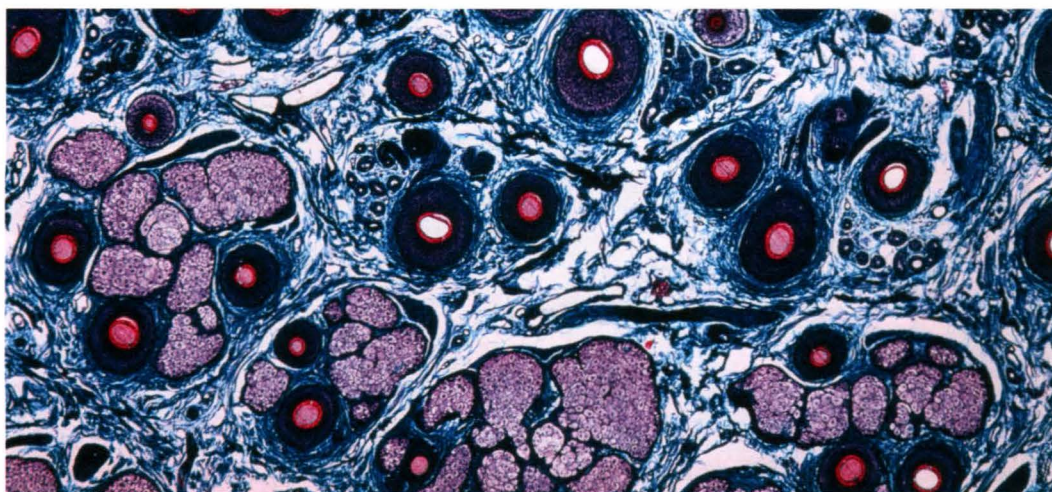


Строение кожи

На рисунке показано сложное строение человеческой кожи. Дерма содержит волосные фолликулы, нервы, кровеносные сосуды и сальные и потовые железы. Верхний слой – эпидермис – состоит из отмерших богатых кератином клеток.

ПРОИЗВОДНЫЕ КОЖИ

Волосы, ногти, сальные и потовые железы – все эти структуры развиваются из клеток эпидермиса. На коже головы, под мышками, в области гениталий и по всему телу растут миллионы волос. Гибкий стержень волоса состоит в основном из богатых кератином клеток и растет из сидящего в эпидермисе волосяного фолликула. По мере роста волоса клетки его стержня отмирают, и он постепенно истирается. Ногти содержат особо твердую форму кератина. Вырастая, ногти вытягиваются и выходят за пределы ногтевого ложа. Кроме ладоней и стоп, вся поверхность кожи имеет сальные железы, секрет которых смазывает и смягчает кожу и волосы. Взрослый человек имеет около 2,5 миллиона потовых желез. Пот состоит в основном из воды, и его главной задачей является охлаждение кожных покровов.



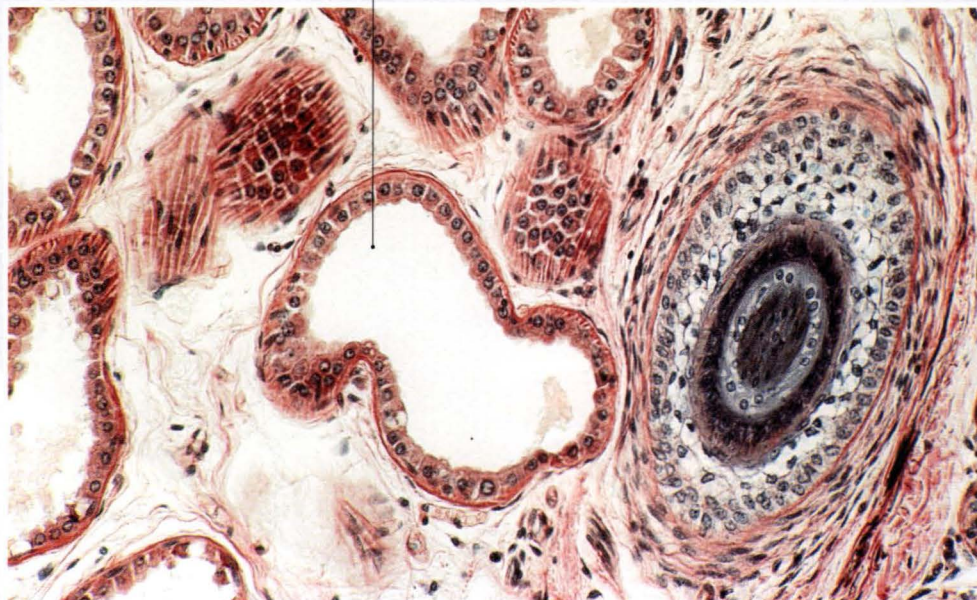
Сальные железы

Сальные железы вырабатывают кожное сало, смазывающее волосы и поверхность кожи. На этом изображении, полученном с помощью микроскопа, сальные железы имеют вид пурпурных образований.

Пот

Кожа содержит большое количество экзокринных потовых желез. Они расположены повсюду, от кожи головы до кожи ладоней и стоп. Выработка пота увеличивается при повышении температуры тела. Крупные апокринные железы сконцентрированы под мышками и в области паха. Их работа усиливается при половом возбуждении и бесплоидности, что сопровождается «холодным потом», характерным для стрессовых ситуаций.

Апокринная потовая железа



Строение волоса

Волосяной фолликул функционирует циклично – за фазой роста следует фаза покоя. Во время фазы роста в корне волоса образуются новые клетки, которые выталкивают стержень вверх, и волос удлиняется. Затем следует период покоя, после чего рост возобновляется. Волосы головы могут расти в течение шести лет, прежде чем фолликул перейдет в фазу покоя. Волосяные фолликулы реагируют на половые гормоны. Например, мужское облысение связано с воздействием тестостерона на гены, регулирующие рост волос. Уменьшение концентрации гормонов в крови и у мужчин, и у женщин ведет к истончению волосяного покрова.

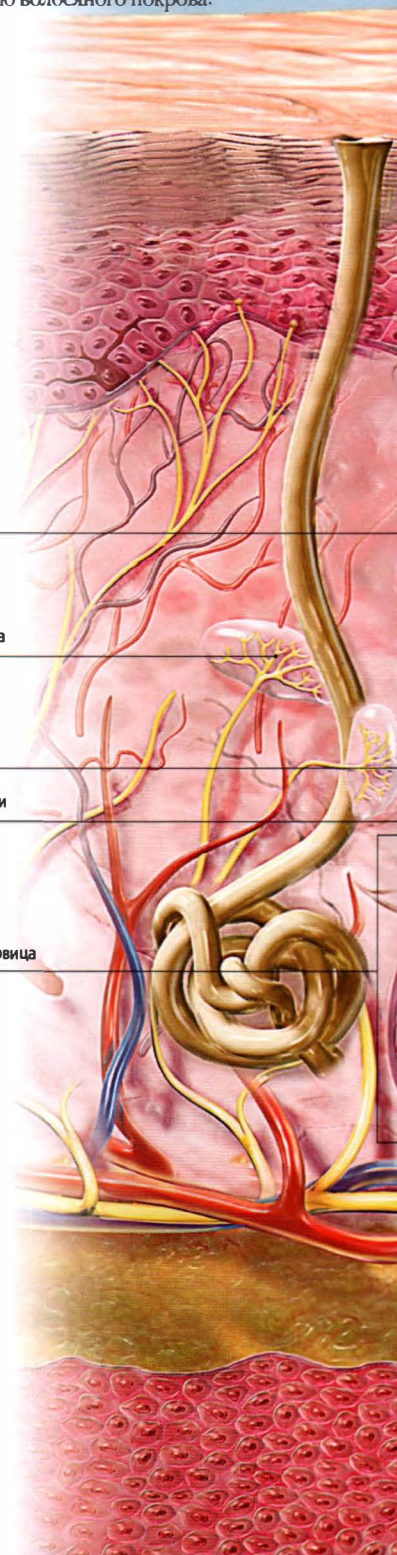
Корень волоса

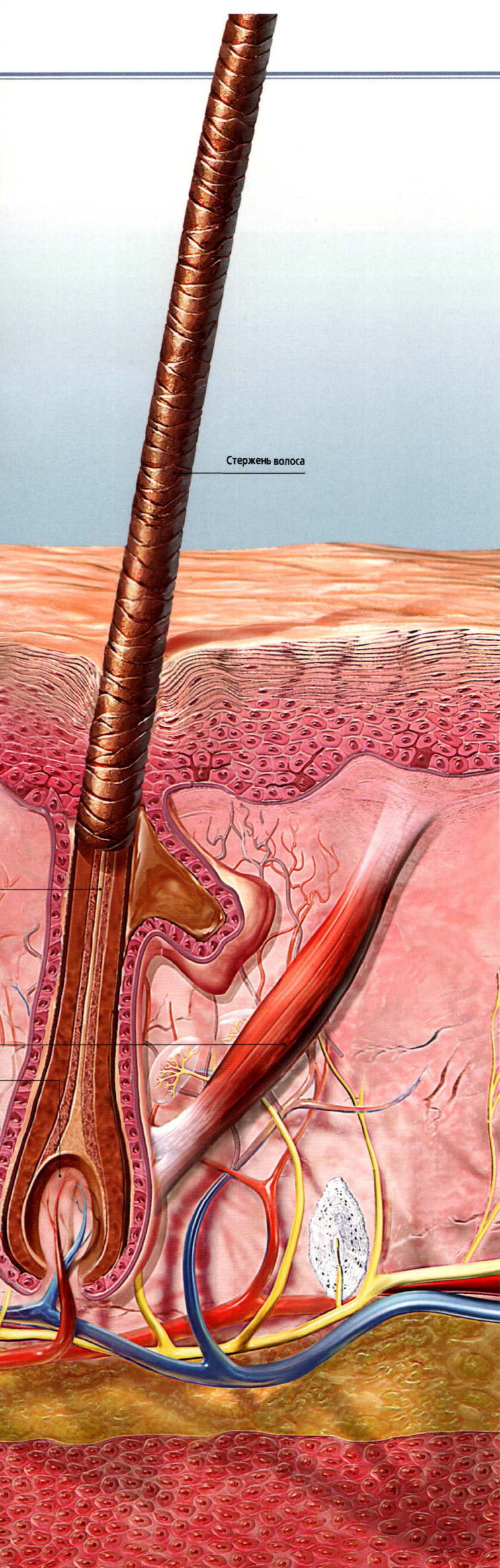
Сальная железа

Мышца, поднимающая волос

Кожные сосочки

Волосяная луковица

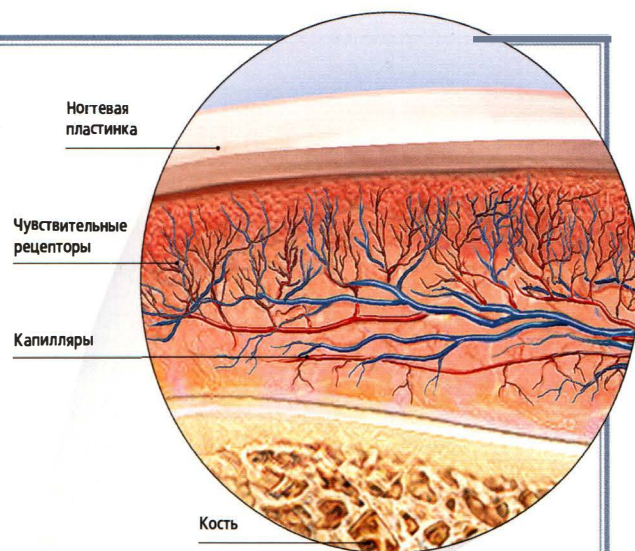




Стержень волоса

Строение ногтя

Ноготь состоит из трех основных частей: ногтевая пластинка (видимая часть); корень, спрятанный в складке кожи (кутикуле) и свободный край. Ноготь лежит в ногтевом ложе, капилляры которого обуславливают розовый цвет ногтей.

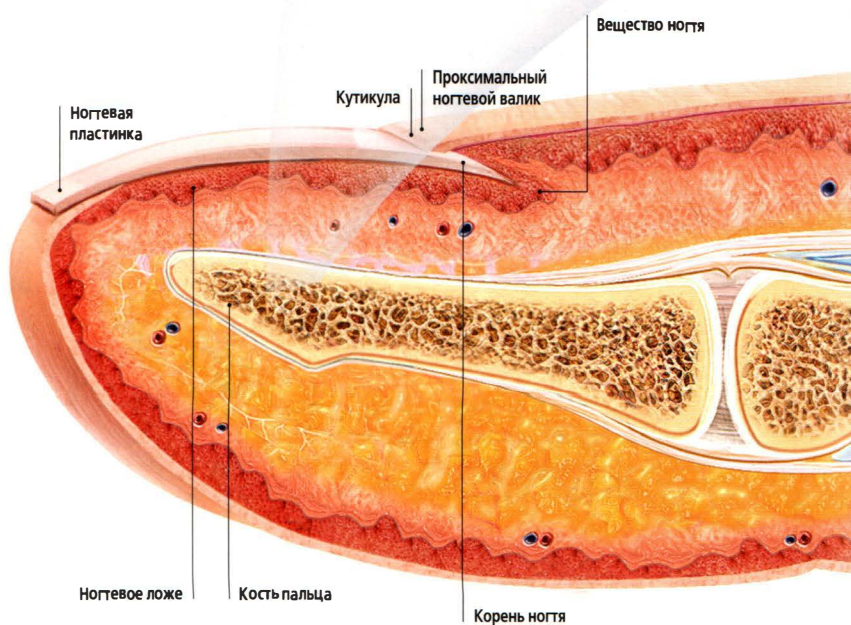


Ногтевая пластинка

Чувствительные рецепторы

Капилляры

Кость



Вещество ногтя

Кутикула

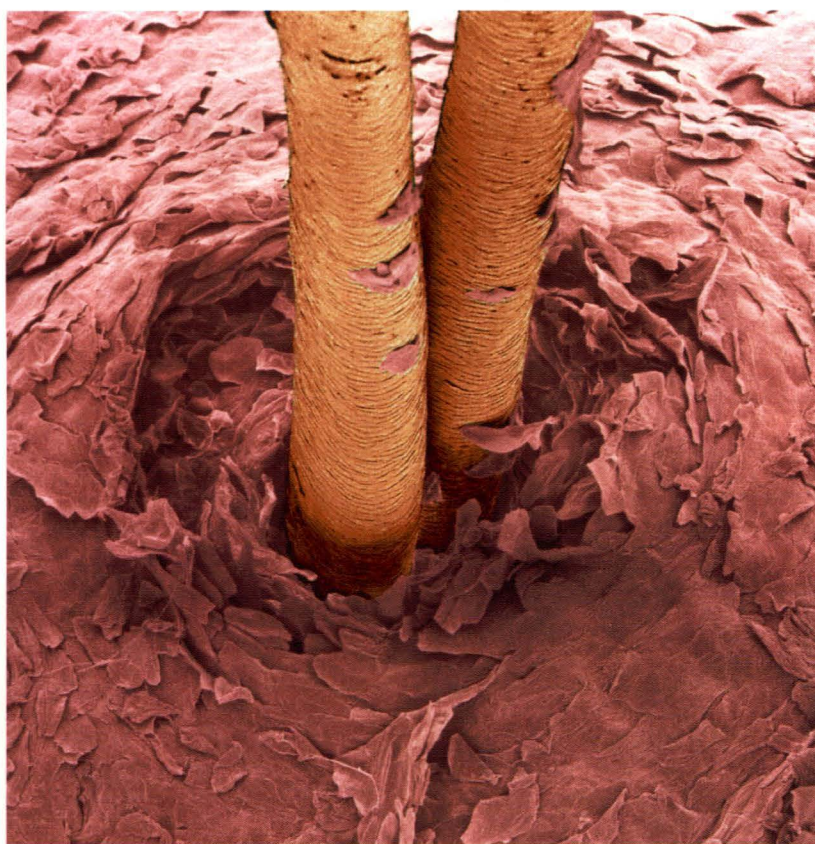
Проксимальный ногтевой валик

Ногтевая пластинка

Ногтевое ложе

Кость пальца

Корень ногтя



Количество волос

На этом увеличенном изображении можно видеть волосы, растущие из кожи головы. В среднем на голове расположено 100 000 волосных фолликулов в разных стадиях активности. Ежедневно выпадает 75–100 волос или больше, если человек придерживается строгой диеты. Волосы головы растут со скоростью примерно 15 см в год.

НАРУШЕНИЯ И ЗАБОЛЕВАНИЯ КОЖИ

Кожа подвержена физическому истиранию и воздействию раздражающих веществ, острых и горячих предметов, а также бактерий и других патогенов. Большая часть кожных нарушений подпадает под определение дерматита – легкого или среднего воспаления, сопровождающегося высыпаниями и шелушением. В развитии многих хронических кожных нарушений участвует воспаление. Это касается и зудящих чешуйчатых пятен экземы, и красных пустул на лице при розацеа. Одной из распространенных персистирующих проблем является акне, причиной которого является закупорка протоков сальных желез или инфекция волосяных фолликулов. Псориаз характеризуется сокращением жизненного цикла клеток кожи от нескольких недель до нескольких дней. Симптомы включают появление утолщенных белесых пятен на локтях, коленях и других местах.

ОЖОГИ

Ожог повреждает или разрушает кожу. Его причиной может быть огонь, горячие жидкости, химические вещества, электричество и радиация. Ожоги классифицируют по обширности, глубине и локализации повреждений. Ожог первой степени затрагивает только поверхностные слои кожи. Он сопровождается покраснением и болезненностью (как при солнечном ожоге), но обычно быстро заживает. Возникновение волдырей указывает на ожог второй степени и более глубокое повреждение ткани. При ожоге третьей степени кожа отмирает, и в рану часто проникает инфекция. И чем больше площадь ожога, тем он опаснее.



Витилиго

Основным симптомом витилиго является депигментация кожи. Причины плохо изучены, но большую роль играет наследственность. Новые методы лечения включают пересадку в депигментированные области меланин-вырабатывающих клеток.



Акне

Акне часто появляется при изменениях гормонального уровня. Предрасположенность к развитию акне может передаваться по наследству. В большинстве случаев причиной

является воспаление сальных желез и чрезмерная продукция кожного сала, забивающего волосяной фолликул с образованием красных пустул.

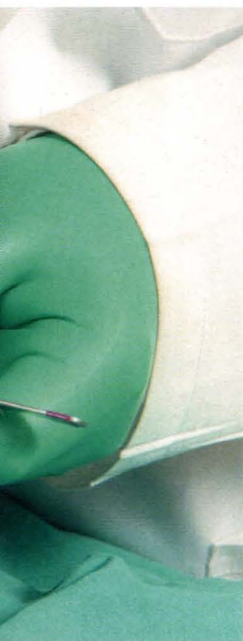
РАСПРОСТРАНЕННЫЕ КОЖНЫЕ НАРУШЕНИЯ, ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ ЛЕЧЕНИЯ

НАРУШЕНИЕ	ПРИЧИНА	ЛЕЧЕНИЕ
ЭКЗЕМА	Причина неизвестна. Среди провоцирующих факторов – мыло, погода, ювелирные украшения, кремы, бактерии, стресс и потоотделение	Устранить раздражитель, избегать обтягивающей одежды, использовать увлажняющие средства
ИМПЕТИГО	Бактериальная инфекция: стрептококки и стафилококки	Очищение язв с помощью антибактериального мыла, прием антибиотиков
ПСОРИАЗ	Хроническое аутоиммунное заболевание. Приступы часто провоцируются стрессом, травмой, инфекцией или гормонами	Солнечные ванны, устранение раздражающих косметических средств и мыл, теплые ванны и увлажняющие средства
СТРИГУЩИЙ ЛИШАЙ	Грибковая инфекция	Противогрибковые препараты
ВИТИЛИГО	Утрата меланоцитов ведет к неравномерному распределению меланина. Причиной часто бывает наследственность	Защита кожи от солнечных лучей, курсы кремов с кортизоном, дерматолог может выписать препараты, вызывающие потемнение кожи
АКНЕ	Воспаление сальных желез	Очищающие средства или кремы, антибиотики или гормоны

Экзема

Экзема часто связана с генетической предрасположенностью и впервые проявляется в раннем детстве. Лечение включает использование нестероидных кремов и лосьонов, смягчающих кожу и уменьшающих воспаление.



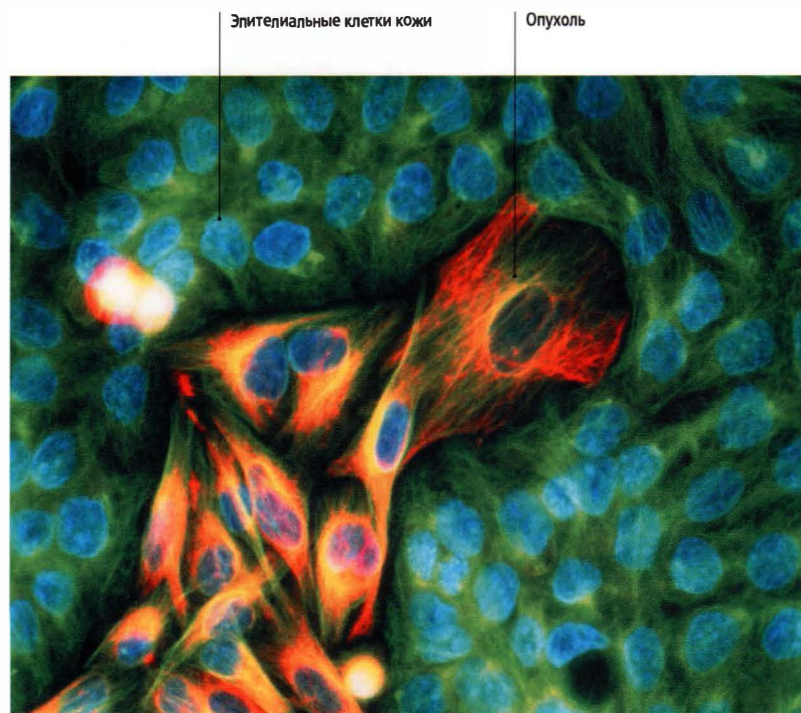


Лечение проблемной кожи

Хронические нарушения кожи, такие как розацеа, псориаз (см. рис. выше) и экзема практически неизлечимы, их причины остаются неизвестны, и бороться с симптомами весьма сложно. Для облегчения симптомов используют разные топические препараты, включая ретиноевую кислоту, деготь, препараты на основе стероидов (например, кортизона) и некоторые производные витамина D. В тяжелых случаях требуется прием лекарств внутрь или даже инъекции. Часто наиболее эффективным лечением является комбинация разных средств.

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ КОЖИ

Злокачественные опухоли кожи – самые распространенные злокачественные новообразования. Три основные формы злокачественных опухолей кожи – базально-клеточная карцинома, плоскоклеточная карцинома и меланома – связаны с чрезмерным воздействием ультрафиолетового излучения солнца или соляриев. Чаще всего встречается медленно растущая базально-клеточная карцинома, которая легко поддается лечению. Плоскоклеточная карцинома развивается в плоских клетках кожной поверхности. Это несколько более опасная форма опухоли, потому что ее клетки быстро растут и могут распространяться на ближайшие лимфатические сосуды. Хотя злокачественные опухоли кожи могут возникнуть у кого угодно, у людей со светлой кожей риск выше.

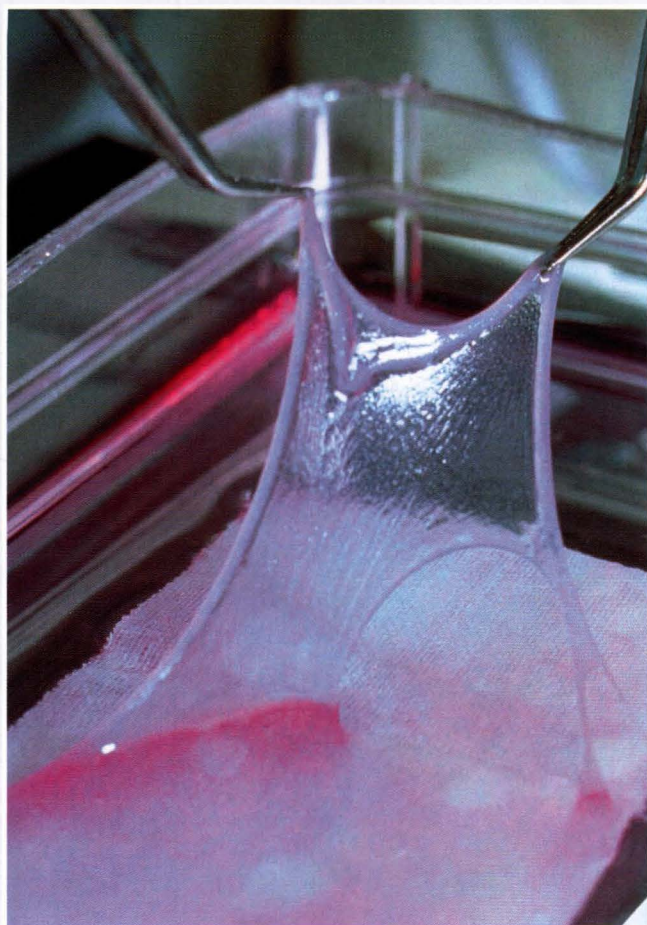


Клетки меланомы

На этой микрофотографии показаны клетки меланомы, поражающие эпителий кожи. Меланома – быстро пролиферирующая злокачественная опухоль. Она состоит из больших недифференцированных клеток, которые быстро делятся и атакуют окружающие здоровые ткани.

ИСКУССТВЕННАЯ КОЖА

Выращиваемая в лаборатории кожа из силикона и коллагена используется для восстановления повреждений после удаления новообразований, ожогов и других проблем. В трансплантат прорастают кровеносные сосуды, затем появляются эпителиальные клетки. Со временем искусственная кожа разрушается, оставляя после себя новую здоровую кожу.



Базально-клеточная карцинома

Длительное воздействие ультрафиолетовых лучей повреждает базальные клетки эпидермиса, вызывая появление медленно растущих злокачественных клеток.

Плоские клетки

Злокачественные клетки

Клетки базального слоя



Предотвращение и лечение злокачественных опухолей кожи

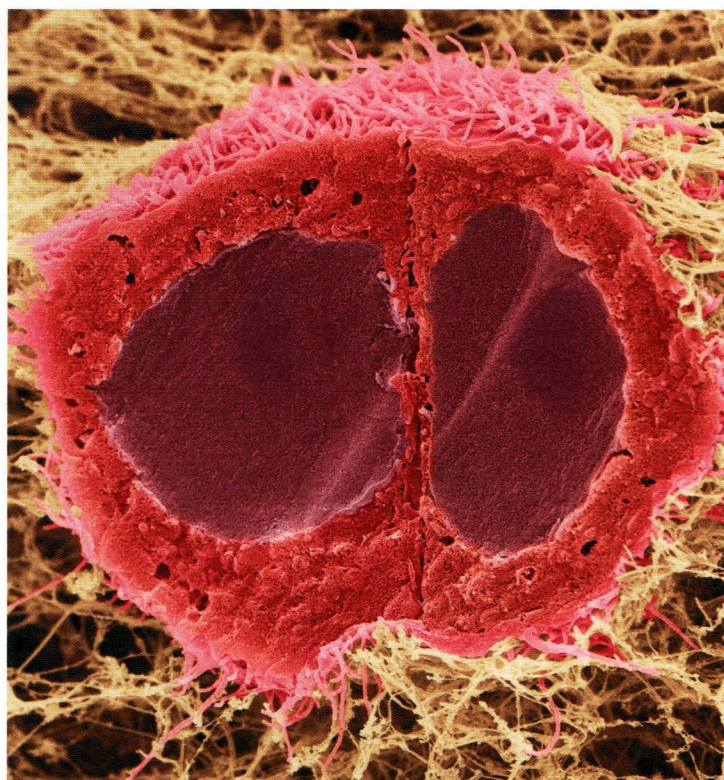
Так как в большинстве случаев злокачественные опухоли кожи вызваны чрезмерным воздействием ультрафиолетового излучения, для профилактики целесообразно ограничивать нахождение на солнце, особенно в середине дня. Дерматологи рекомендуют надевать защитную одежду и использовать солнцезащитные средства, отражающие UVA и UVB лучи. На ранних стадиях базально-клеточные и плоскоклеточные карциномы, а также предопухольевые образования, называемые актиническим кератозом, обычно удаляют с помощью лазера или криохирургии.

Факторы риска	Признаки злокачественных опухолей
Воздействие естественных или искусственных солнечных лучей или мышьяка	Возникновение незаживающей язвы
Хронические воспаления кожи или наличие кожных язв, царапин или ожогов, а также светлая кожа	Появление областей кожи, которые: небольшие, приподнятые над поверхностью кожи, гладкие, блестящие, воскообразные; либо красные или красно-коричневые; плоские, грубые, красные или коричневые, чешуйчатые; чешуйчатые, кровотокающие, покрытые коркой; твердые, похожие на шрам
Прохождение лучевой терапии	
Прием иммунодепрессантов	



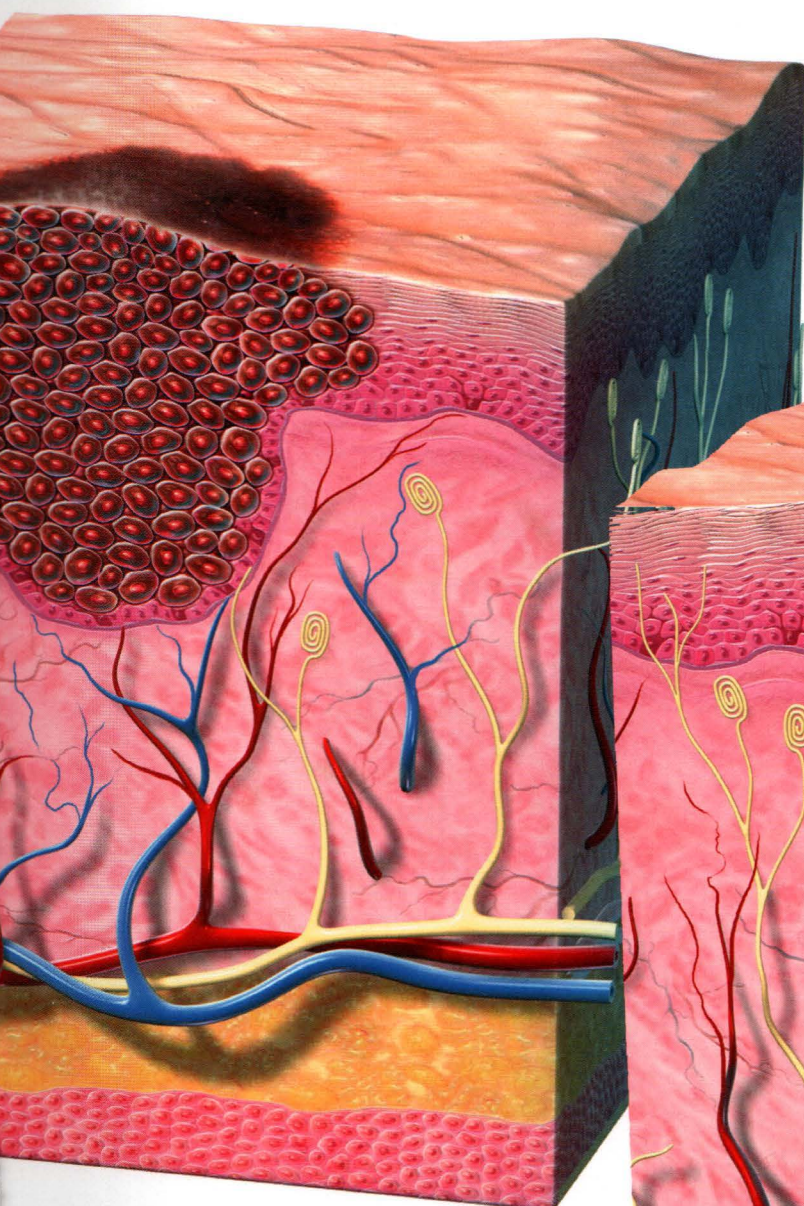
Плоскоклеточная карцинома

Плоскоклеточная карцинома имеет вид грубых темных образований. Это вторая по частоте встречаемости злокачественная опухоль кожи. Предопухолевые поражения, называемые солнечным кератозом, указывают на повреждение кожи и являются тревожным признаком. Такие опухоли чаще развиваются у престарелых.



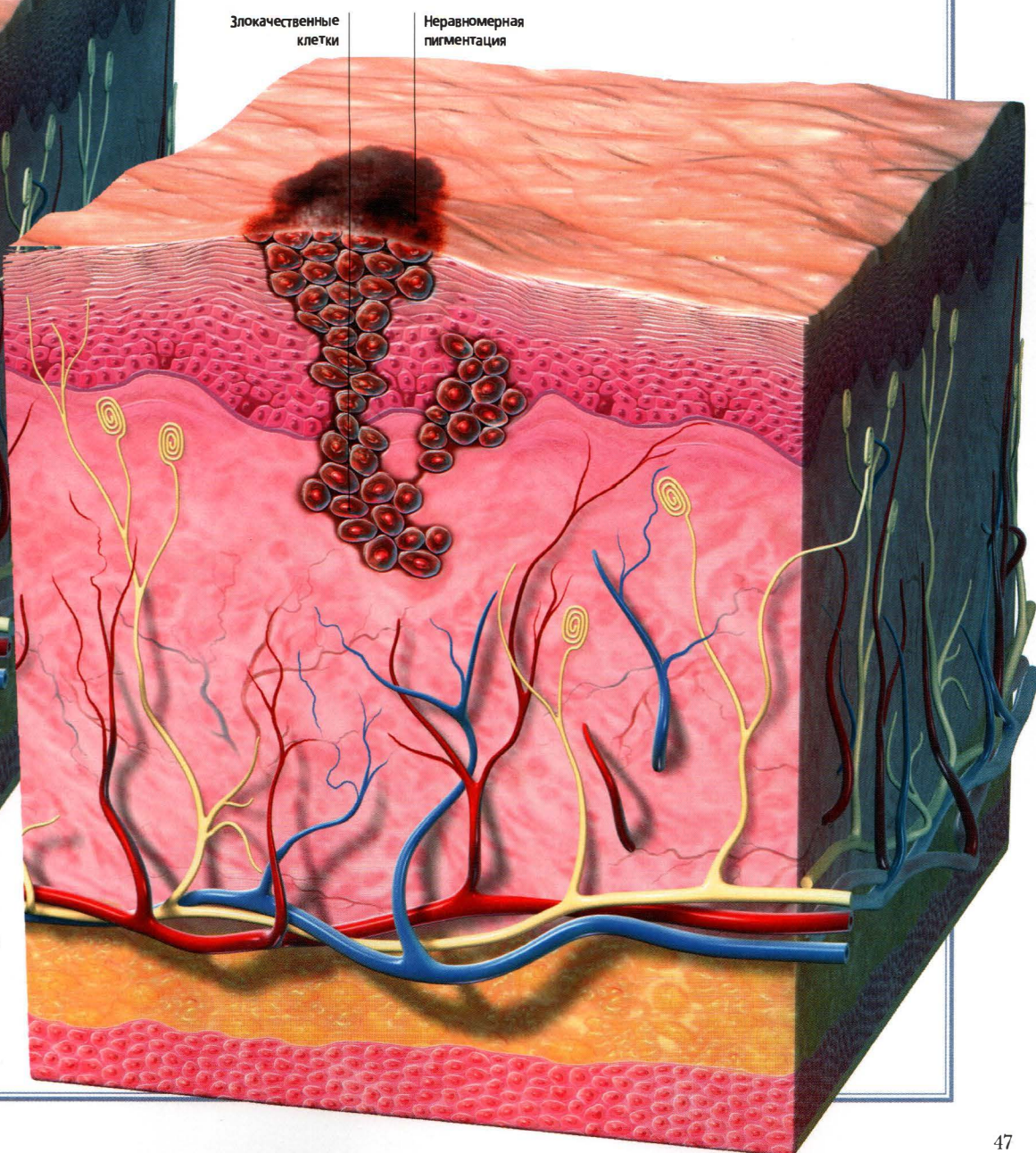
Деление злокачественных клеток

Эта цветная электронная микрофотография показывает злокачественную клетку кожи в разрезе. Фотография сделана вскоре после митоза (клеточного деления), поэтому клетка имеет два ядра (пурпурный цвет). Следующая стадия деления – цитокinesis, при котором образуются две дочерние клетки. Таким образом опухоль разрастается.



Меланома

Радиационное повреждение меланоцитов (пигмент-вырабатывающих клеток) ведет к появлению темного разрастания неправильной формы. Этот тип опухоли часто метастазирует.



КОСТНАЯ СИСТЕМА

Человек – крупное подвижное существо, и ему необходим костяк, обеспечивающий движения и поддержку частей тела, а также защиту мышц и мягких внутренних органов. Для этого служит костная система, состоящая из 206 костей.

Каждая кость является живым органом, образованным костной тканью и другими компонентами. Анатомически скелет подразделяется на две части – осевой и добавочный скелет. Осевой скелет включает череп, позвоночник и грудную клетку. Добавочный скелет включает кости конечностей, плечевой пояс и тазовый пояс. Форма костей определяется их функциями, поэтому кости бывают разных размеров, делятся на четыре основных типа: длинные, короткие, плоские и неопределенной формы.

Плечевая кость
Эта длинная кость образует верхнюю часть руки.

Локтевая кость
Верхний конец этой кости формирует костный выступ локтя.

Лучевая кость
Лучевая кость идет от локтя вниз со стороны большого пальца.

Тазовая кость
Эта крепкая кость формирует большую часть таза.

Крестец
Крестец образован пятью сросшимися позвонками.

Копчик
Копчик состоит из маленьких сросшихся позвонков.

Кости запястья
Восемь костей, формирующие запястье.

Лобная кость
Эта кость лежит под кожей лба и образует переднюю часть черепа и верхнюю часть глазниц.

Нижняя челюсть
Эта массивная кость формирует нижнюю челюсть и является единственной подвижной костью черепа.

Верхняя челюсть

Кости среднего уха
В среднем ухе расположены три слуховые косточки, являющиеся самыми маленькими костями тела. Они лежат в полости, размер которой не превышает небольшой масляни.

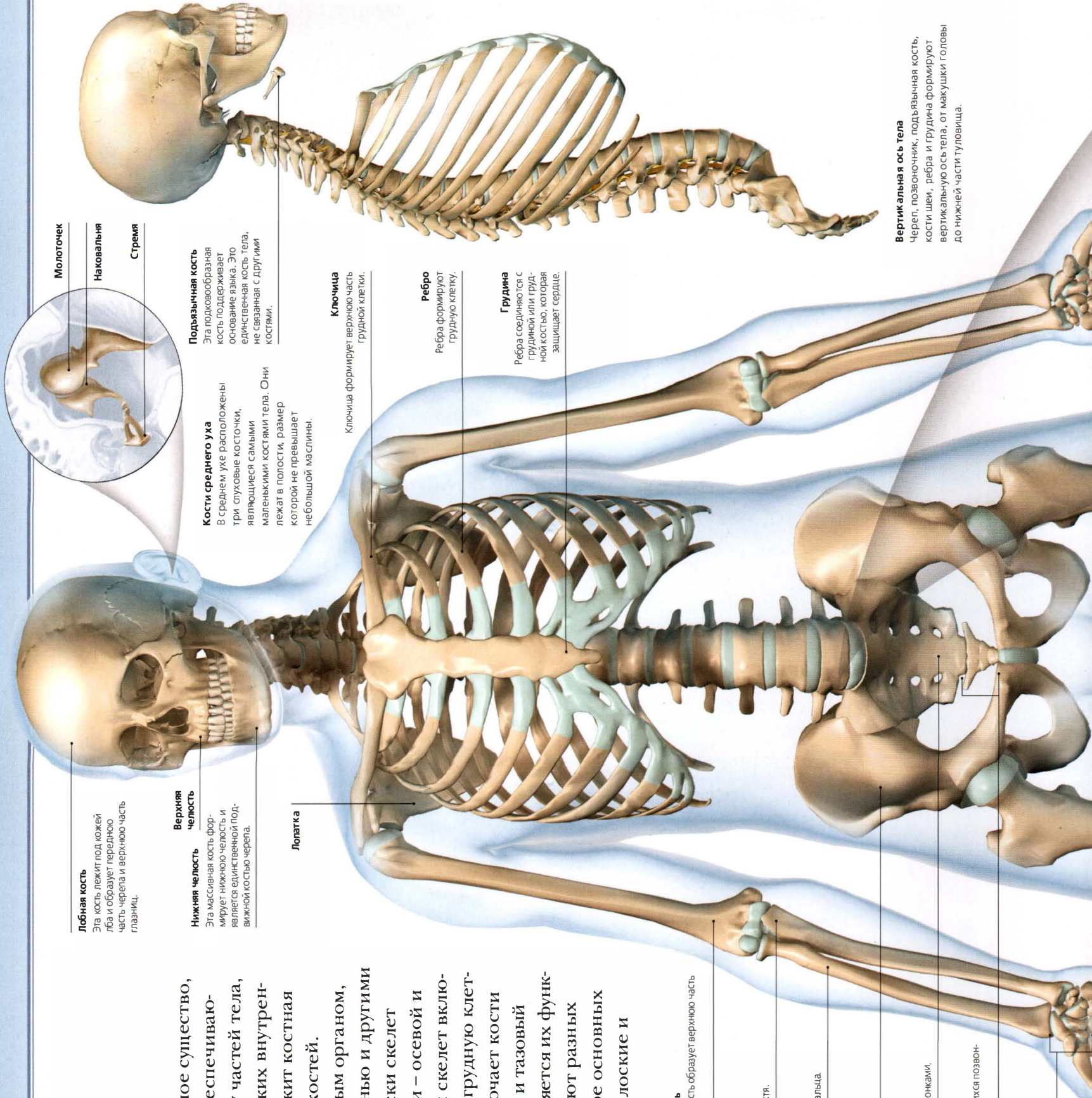
Лопатка

Ключица
Ключица формирует верхнюю часть грудной клетки.

Ребро
Рёбра формируют грудную клетку.

Грудина
Рёбра соединяются с грудной или грудной костью, которая защищает сердце.

Вертикальная ось тела
Череп, позвоночник, подъязычная кость, кости шеи, ребра и грудина формируют вертикальную ось тела, от макушки головы до нижней части туловища.

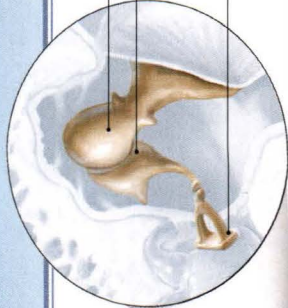


Молоточек

Наковальня

Стремя

Подъязычная кость
Эта подковообразная кость поддерживает основание языка. Это единственная кость тела, не связанная с другими костями.



Пястные кости

Пястные кости формируют верхнюю часть кисти.

Фаланги пальцев

Это кости пальцев ног и рук.

Бедренная кость

Бедренная кость – самая длинная и крепкая кость тела.

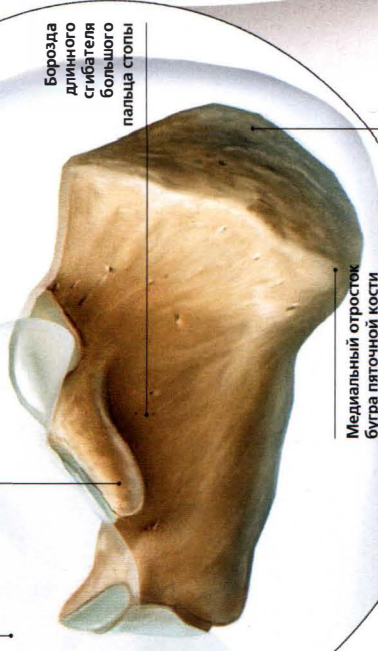
Надколенник

Надколенник (коленная чашечка) погружен в сухожилие коленного сустава.

Опора таранной кости

Это изогнутая область верхней части пяточной кости, которая соединяется с таранной костью.

Таранная кость

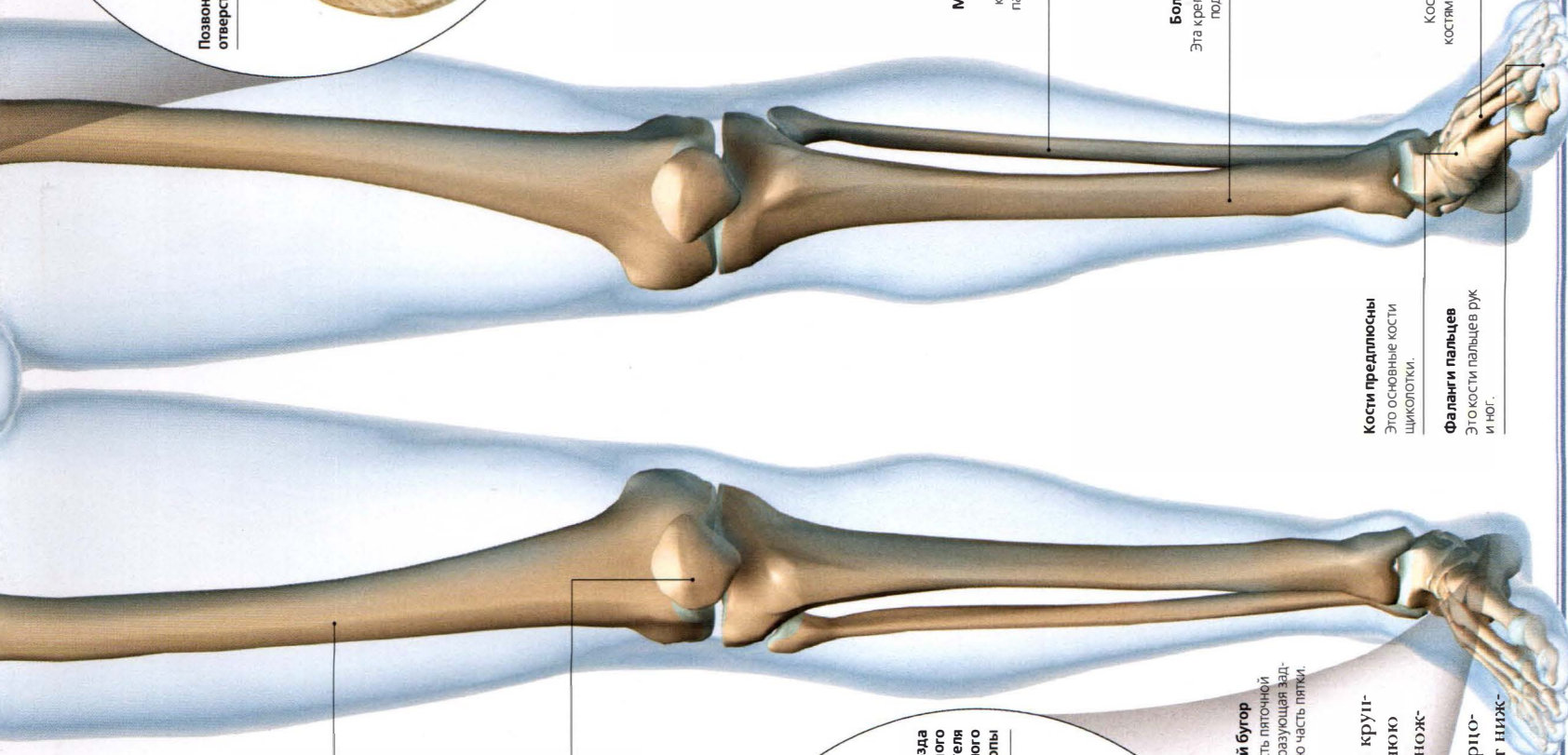


Медиальный отросток бугра пяточной кости

Пяточный бугор
Это область пяточной кости, образующая задненижнюю часть пятки.

Пяточная кость: короткая кость, несущая вес

Пяточная кость является примером короткой кости. Это самая крупная и крепкая из семи костей предплюсны, формирующих заднюю часть стопы. Толстое ахиллово сухожилие соединяет три икроножные мышцы с задней поверхностью пяточной кости. Стабилизирующие связки соединяют пяточную кость с малоберцовой костью, которая вместе с большеберцовой костью образует нижнюю часть ноги от колена до голеностопного сустава.



Кости предплюсны

Это основные кости щиколотки.

Фаланги пальцев

Это кости пальцев рук и ног.

Большеберцовая кость

Эта крепкая кость участвует в поддержании веса тела.

Малоберцовая кость

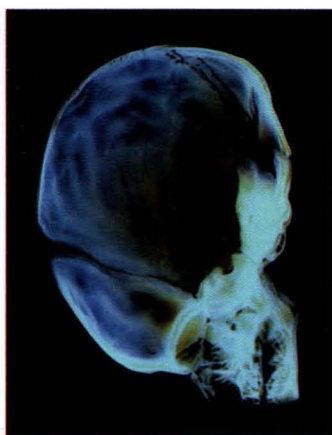
Нижний конец этой кости образует выступающую костную часть щиколотки.

Кости плюсны

Кости плюсны аналогичны костям запястья и формируют верхнюю часть стопы.

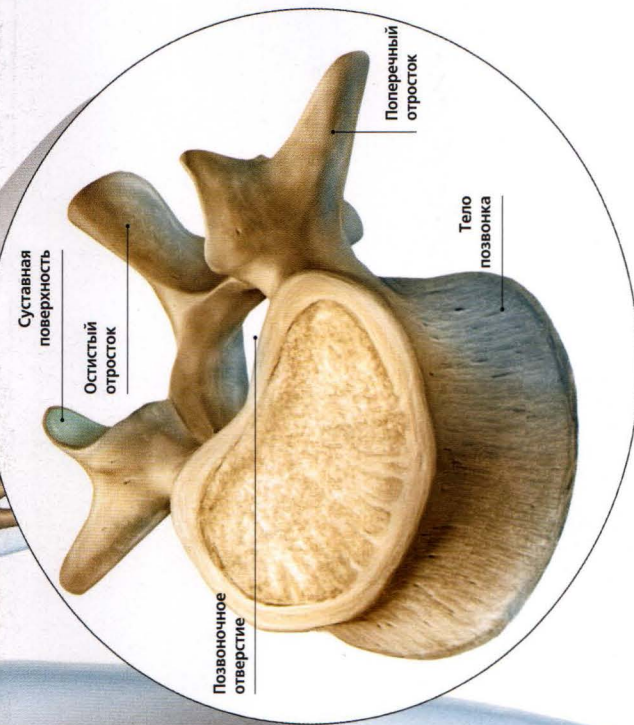
Плоские кости черепа

К плоским костям относятся шлемообразные кости черепа, окружающие и защищающие головной мозг. Хотя это довольно тонкие кости, они изогнуты подобно полукруглым аркам, что делает их удивительно прочными. На этом снимке можно видеть профиль черепа младенца. Хорошо видны неровные формирующиеся суставы между отдельными костями черепа (т.н. «швы»). Мягкий родничок на макушке новорожденного – это отверстие между костями, которое позже зарастает.



Позвонок: кость неправильной формы

Позвоночник состоит из 26 позвонков, которые расположены один над другим и разделены хрящевыми дисками. Это округлые плоские кости неправильной формы, несущие вес тела. Костные отростки позвонков окружают позвоночное отверстие, в котором расположен спинной мозг. Поверхности отростков соседних позвонков образуют подвижные сочленения, благодаря которым позвоночник обладает гибкостью.



Позвоночное отверстие

Суставная поверхность

Остистый отросток

Поперечный отросток

Тело позвонка

СТРОЕНИЕ КОСТИ

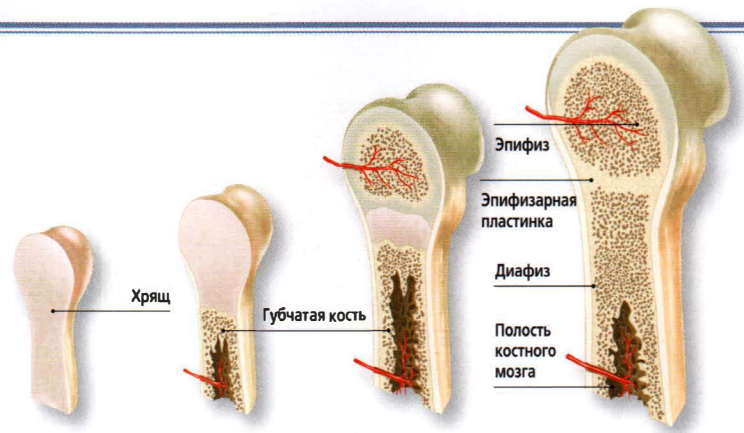


Чтобы скелет мог выполнять свои функции, кости должны быть крепкими и жесткими. Кость состоит из живых клеток, погруженных во внеклеточный матрикс. Клетки кости включают остеобласты (которые формируют кость) и остеокласты (которые ее разрушают). Костный матрикс содержит волокна коллагена и кристаллы гидроксиапатита. Существует два типа костной ткани.

Твердая компактная кость формирует гладкую наружную часть костей, а губчатая кость (в которой костные тяжи разделены полостями) образует центральную часть костей. В некоторых костях полости губчатой кости заполнены костным мозгом. Красный костный мозг (например, в грудине) продуцирует клетки крови.

Кость как хранилище кальция

В процессе т.н. ремоделирования костной ткани остеобласты постоянно образуют кость, а остеокласты ее разрушают. Иногда разрушение кости обусловлено недостатком кальция, необходимого для работы мышц и нервной системы. Когда уровень кальция в крови падает, расположенные в шее паращитовидные железы высвобождают паратгормон (ПГ). Он стимулирует остеокласты на разрушение кости, при этом освобождаемый кальций поступает в кровь. Это одна из причин того, что хронический недостаток кальция в диете ведет к серьезному ослаблению костной системы.



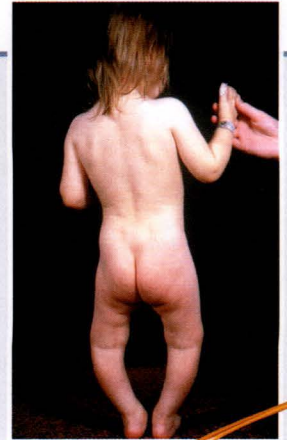
Как формируется длинная кость

Сначала у зародыша формируются гибкие «кости» из хряща. Затем, по мере развития костных клеток, хрящ замещается губчатой костью, и в ней появляются кровеносные сосуды. Со временем образуется полость костного мозга, а на концах костей формируются шишкообразные эпифизы.

ПИТАНИЕ КОСТЕЙ

Для укрепления костей необходимы кальций и фосфор, а для их усвоения организму требуется витамин D. При недостатке витамина D у детей развивается рахит, характеризующийся размягчением костей, ведущим к искривлению ног и другим проблемам.

На фотографии видно, как рахит деформирует кости ног ребенка, страдающего дефицитом витамина D.



Костный мозг

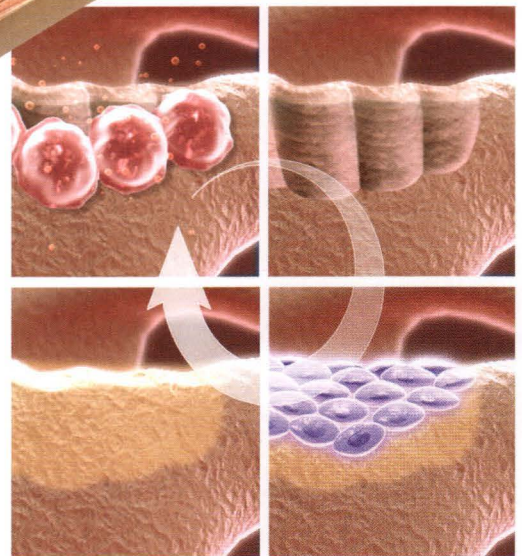
Длинные кости взрослых людей содержат желтый костный мозг, запасующий жир.

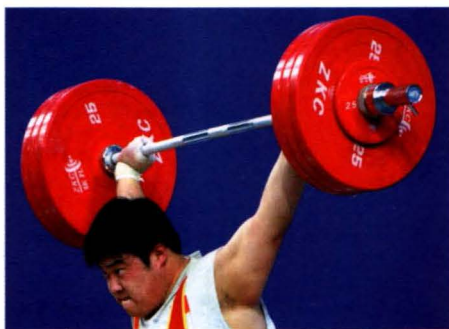
Кровеносные сосуды
Артерии (красный цвет) обеспечивают костную ткань кислородом, а вены (синий цвет) удаляют продукты распада и другие субстанции.

Нерв
Нервы передают сигналы к надкостнице и от нее.

Ремоделирование костной ткани

Кости растут в длину и в ширину, принимают нужную форму. При этом остеобласты постоянно образуют костную ткань, а остеокласты ее разрушают. Ремоделирование происходит непрерывно, и за несколько лет практически вся костная масса обновляется.



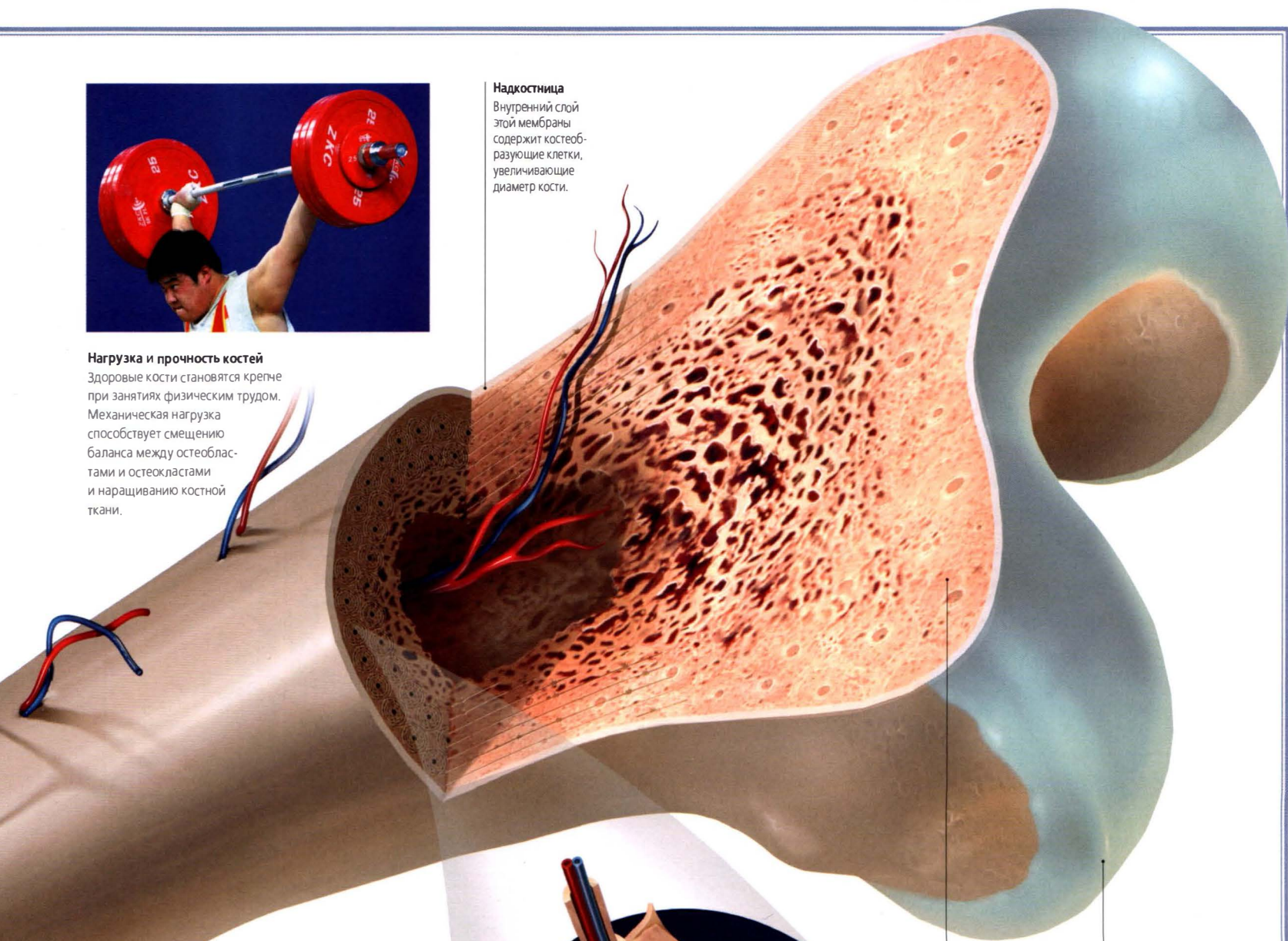


Нагрузка и прочность костей

Здоровые кости становятся крепче при занятиях физическим трудом. Механическая нагрузка способствует смещению баланса между остеобластами и остеокластами и наращиванию костной ткани.

Надкостница

Внутренний слой этой мембраны содержит костеобразующие клетки, увеличивающие диаметр кости.



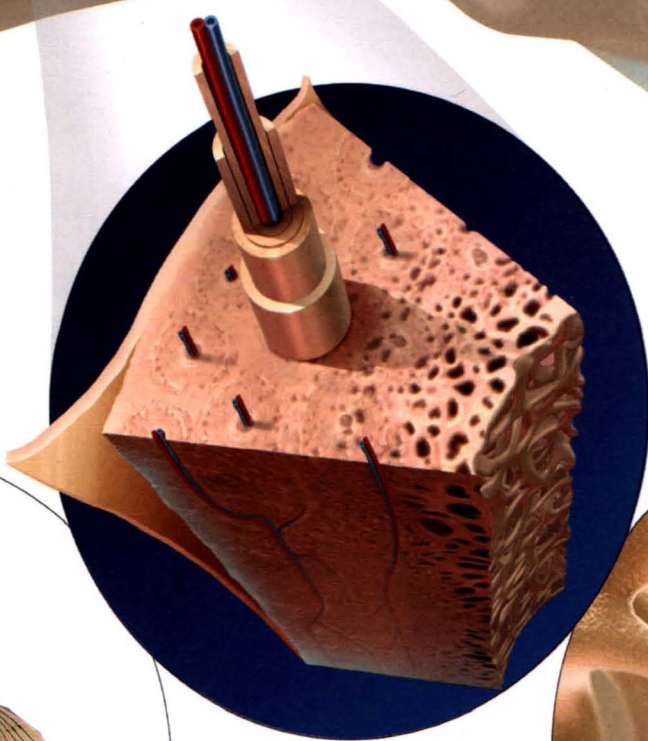
Эпифиз

Покрытые хрящом концы длинных костей (эпифизы) образуют сочленения с другими костями.

Хрящ

Остеон

Остеон состоит из слоистых колец костного вещества, расположенных вокруг центрального канала. В этих кольцах костные клетки лежат в камерах, называемых лакунами. Остеоны пронизаны сетью туннелей, обеспечивающих движение питательных веществ и продуктов распада.

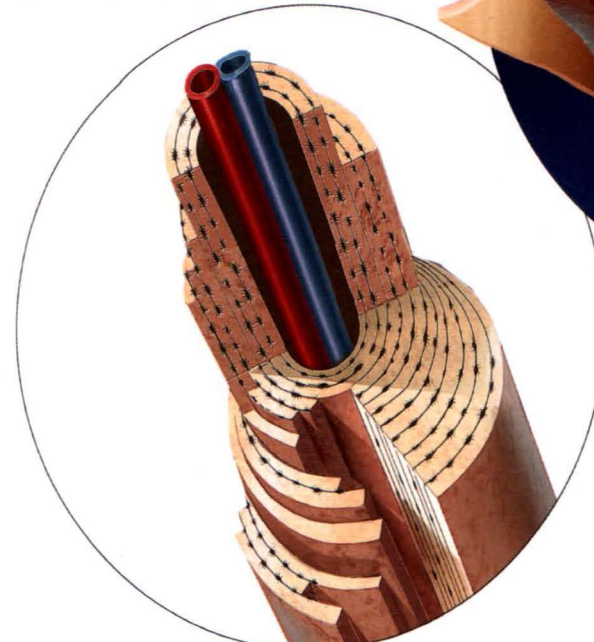


Компактная кость

Компактная кость состоит из слоистых цилиндров, называемых остеонами. Между слоями расположены камеры, содержащие костные клетки. Через каналы в костном матриксе к клеткам подходят кровеносные сосуды и нервы.

Губчатая кость

Губчатая кость содержит костные тяжи, разделенные пустым пространством. Такая структура обеспечивает прочность и малый вес. В некоторых костях, например, в грудине, костях таза и позвоночника пространство губчатой кости заполнено красным костным мозгом, продуцирующим клетки крови.



ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ

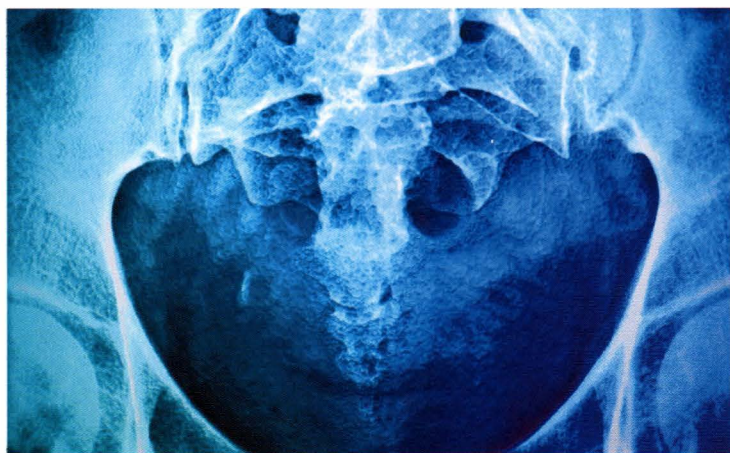


Осевой скелет формирует общую форму тела. Он состоит из 82 костей, выровненных вдоль вертикальной оси. Эти кости поддерживают голову, шею, грудную клетку и живот, защищая внутренние органы (головной и спинной мозг, сердце и др.). Осевой скелет сформирован в основном плоскими костями и костями неправильной формы. Многие из них образуют полости, в которых расположены мягкие структуры, или отверстия, пропускающие кровеносные сосуды и нервы. Кости черепа защищают головной мозг и поддерживают ткани лица. Кости позвоночника формируют гибкую структуру, поддерживающую вес туловища. Парные ребра образуют прочную грудную клетку, защищающую сердце, легкие и кровеносные сосуды.

СИНУСЫ

Синусы – это полости в костях черепа, уменьшающие его вес. Они выстланы слизистой оболочкой и связаны протоками с полостью носа. В синусы могут проникать аллергены и раздражители, вызывающие бактериальную инфекцию синусов – синусит.

Синусы расположены в лобной, клиновидной, решетчатой и верхнечелюстной костях. Поэтому при тяжелой конгестии синусов может болеть все лицо.



Происхождение копчика

Эта небольшая заостренная кость досталась человеку от предков, которые имели хвост, иннервируемый нервами нижнего отдела спинного мозга. У современного человека копчик служит для крепления нескольких мышц, включая большую ягодичную мышцу, формирующую ягодичицы.

Лобная кость

Эта кость образует лоб и верхнюю часть глазниц.

Височная кость

Эта кость образует нижнюю часть боковых сторон черепа, и через нее проходит ушной канал.

Затылочная кость

Эта большая кость формирует большую часть задней и нижней частей черепа.

Височно-нижнечелюстной сустав

В этом суставе височная кость соединяется с нижней челюстью.

Подъязычная кость

Удерживаемая на месте с помощью мышц и связок, U-образная подъязычная кость поддерживает язык и мышцы горла.

Грудина

Грудина (грудная кость) фиксирует внутренние концы верхних десяти ребер.

Грудная клетка

Грудная клетка образована 12 ребрами, грудиной и грудным отделом позвоночника. Она защищает органы грудной полости и верхней части брюшной полости, а также поддерживает плечи и верхние конечности.

Межпозвоночный диск

Межпозвоночные диски образованы хрящевыми кольцами с мягким эластичным центром. Они служат амортизаторами и точками перегиба позвоночника.

Позвоночник

Позвоночник представляет собой гибкий столб из 33 позвонков. Он вмещает спинной мозг и поддерживает кости таза.

Крестец

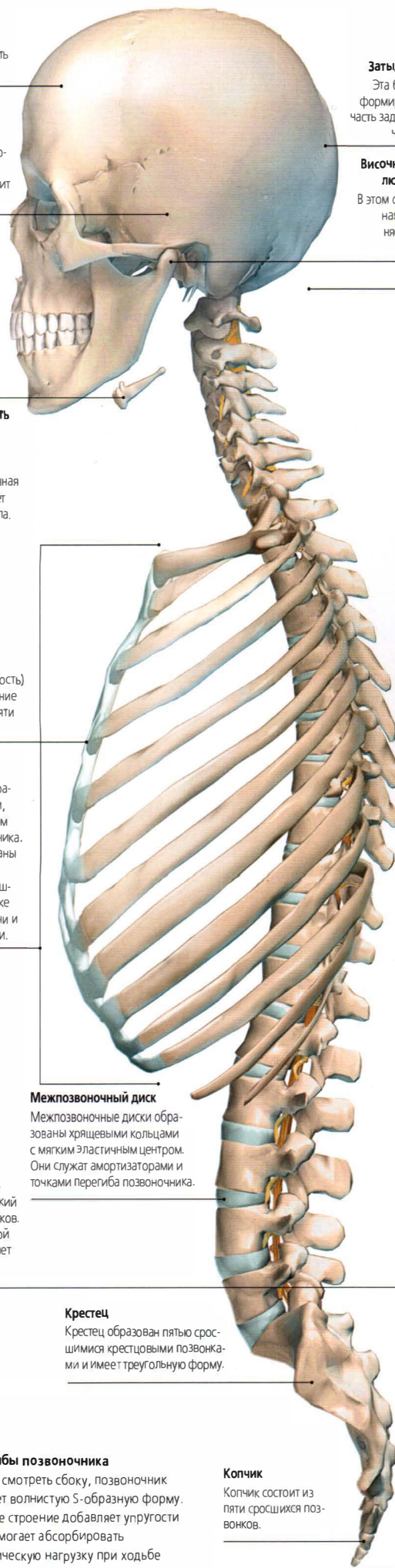
Крестец образован пятью сросшимися крестцовыми позвонками и имеет треугольную форму.

Изгибы позвоночника

Если смотреть сбоку, позвоночник имеет волнистую S-образную форму. Такое строение добавляет упругости и помогает абсорбировать физическую нагрузку при ходьбе и беге.

Копчик

Копчик состоит из пяти сросшихся позвонков.



Теменная кость

Теменная кость формирует верхнюю и боковые стороны черепа.

Лобная кость**Клиновидная кость**

Эта центрально расположенная кость формирует часть дна черепа и соединяется с большинством других черепных костей.

Решетчатая кость

Эта кость участвует в формировании внутренней части глазниц и поддерживает нос.

Носовые кости

Это пара костей, формирующих верхнюю часть переносицы.

Слезная кость

Небольшая и плоская кость, формирующая внутреннюю часть глазниц.

Височная кость**Скуловая кость**

Скуловая кость (скула) поддерживает щеки и формирует часть глазниц.

Верхняя челюсть

Верхняя челюсть имеет синусы, соединяющиеся с полостью носа.

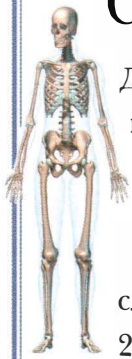
Затылочная кость**Нижняя челюсть**

Нижняя челюсть – одна из самых крепких костей тела и единственная подвижная кость черепа.

Череп

Череп состоит из 22 черепных и лицевых костей. Эти кости защищают головной мозг, несут мышцы лица и шеи и формируют лицо. Некоторые кости образуют неровные соединения, называемые «швами». У детей швы состоят из фиброзной соединительной ткани, и по мере роста черепа деформируются. Со временем швы минерализуются и твердеют – этот процесс может продолжаться до средних лет.

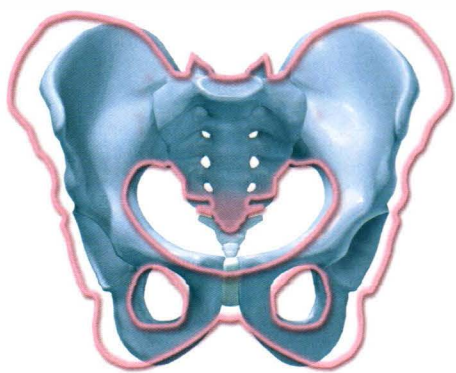
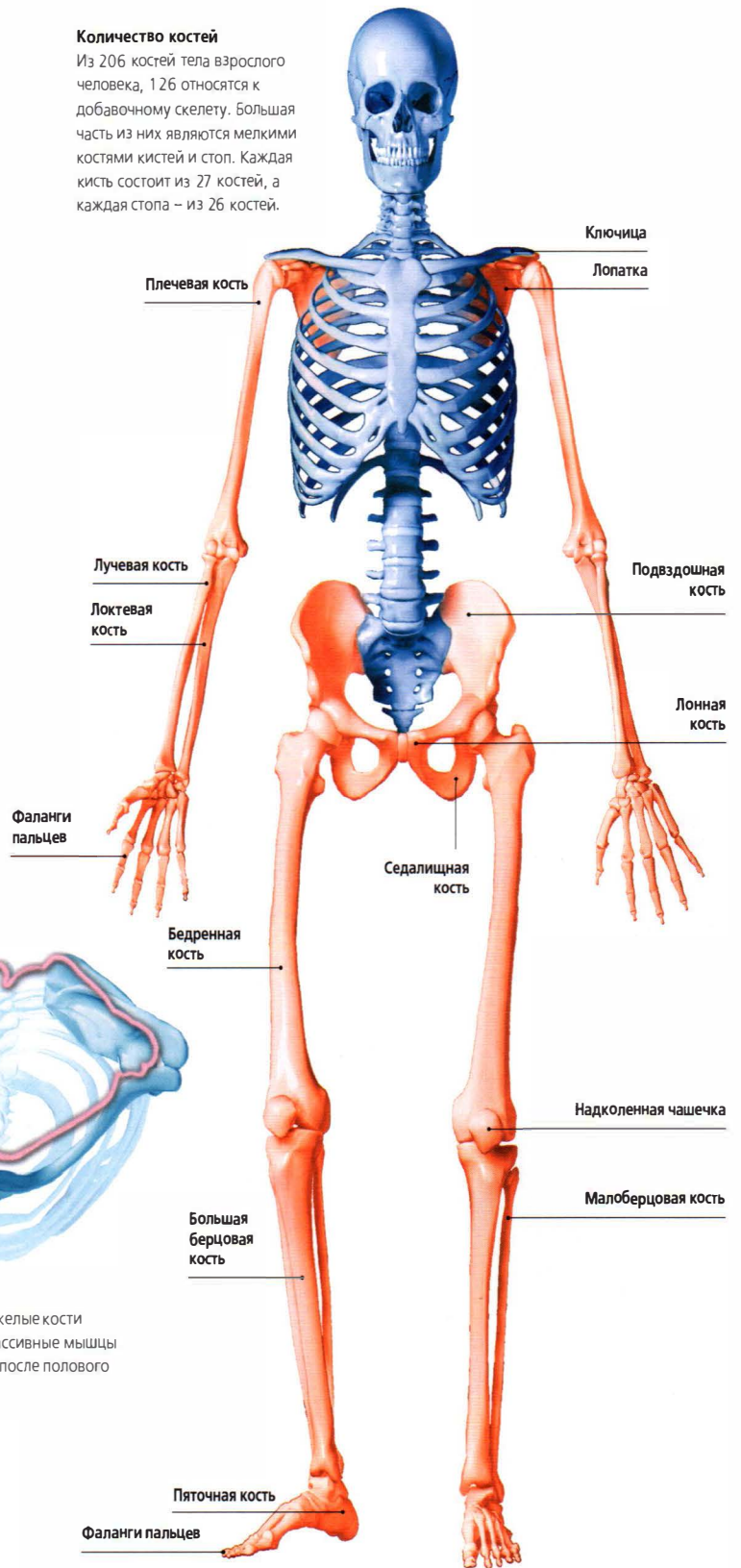
ДОБАВОЧНЫЙ СКЕЛЕТ



Добавочный скелет включает кости конечностей, плечевой пояс и тазовый пояс, которые соединяются с осевым скелетом и образуют структуры, обеспечивающие движения тела. Конечности человека, особенно кисти рук, имеют очень сложное строение. Каждая кисть состоит из 27 костей, образующих сочленения друг с другом или другими костями. Это обуславливает ловкость рук, позволяющую нам играть на фортепьяно, чесаться или разговаривать языком жестов. Очень подвижный плечевой сустав обеспечивает движения верхней части руки, благодаря чему мы можем бросать мяч, играть в гольф и поднимать что-нибудь над головой. Тазовый пояс и нижние конечности более массивны и менее подвижны, они поддерживают вес тела и делают возможным прямохождение.

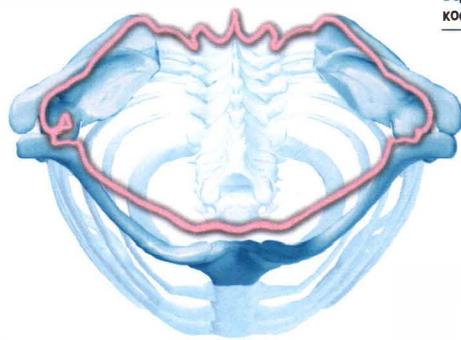
Количество костей

Из 206 костей тела взрослого человека, 126 относятся к добавочному скелету. Большая часть из них являются мелкими костями кистей и стоп. Каждая кисть состоит из 27 костей, а каждая стопа – из 26 костей.



Тазовый пояс

По сравнению с мужским тазом, кости женского таза тоньше, легче и подвижнее, и образуют округлое широкое отверстие.



Плечевой пояс

У мужчин более крупные и тяжелые кости плечевого пояса. Они несут массивные мышцы груди и плеч, развивающиеся после полового созревания.

ЗАМЕНА КОСТЕЙ

В отличие от используемых раньше деревянных ног и крючков вместо рук, современные протезы изготавливаются с помощью биоинженерии и весьма сложны. Самые простые, т.н. «статичные» протезы, позволяют двигать конечностью через систему ремней и тросов. Динамические протезы имеют встроенные электронные системы, реагирующие на нервные импульсы.

Чувствительные руки

Сложные протезы рук имеют температурные датчики, информирующие об изменениях температуры поверхности.

Равновесие и упругость

Благодаря сложным электронным системам и современным материалам, протезы ног могут имитировать механические реакции ног при ходьбе и беге.

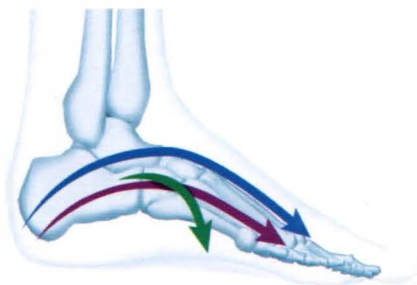


Протез, подчиняющийся мысленному контролю

Протез, подчиняющийся мысленному контролю, позволяет этой женщине управлять искусственной конечностью как своей собственной. Протез «подсоединен» к двигательным нервам после потери конечности в результате несчастного случая.

О чем может рассказать скелет

Скелет показывает костную биографию человека. В общем, кости женщин меньше и легче, чем кости мужчин такого же возраста и размера. Когда криминалисты хотя бы по костным останкам определить пол человека, они смотрят в первую очередь на кости таза. У женщин они легче и шире, т.к. приспособлены для рождения детей. Размер, форма, изношенность и другие изменения костей позволяют определить примерный возраст и состояние здоровья человека, а иногда и даже указывают на причину смерти.



Своды стопы

Кости стопы образуют своды, помогающие выдерживать вес тела – один поперечный свод и два продольных. Если сухожилия и связки, фиксирующие внутренний продольный свод ослабевают, стопа уплощается и развивается плоскостопие.

Пяточная кость

Пяточная кость – одна из самых крупных костей предплюсны. Она участвует в поддержании продольного свода стопы.

Большая берцовая кость

Эта большая кость ноги поддерживает вес тела, а ее нижний конец образует сочленение в голеностопном суставе.

Малая берцовая кость

Тростеобразная малая берцовая кость обеспечивает боковую устойчивость, а ее нижний конец образует наружный костный выступ голеностопного сустава.

Кости предплюсны

Эти кости поддерживают заднюю часть стопы и участвуют в поддержании веса тела.

Кости плюсны

Пять длинных костей, формирующих продольный свод стопы.

Фаланги пальцев

Как и в пальцах рук, фаланги пальцев ног соединяются в суставах, что обеспечивает им определенную подвижность.

Фаланги пальцев

Суставы, соединяющие фаланги пальцев, обеспечивают фантастическую ловкость рук.

Пястные кости

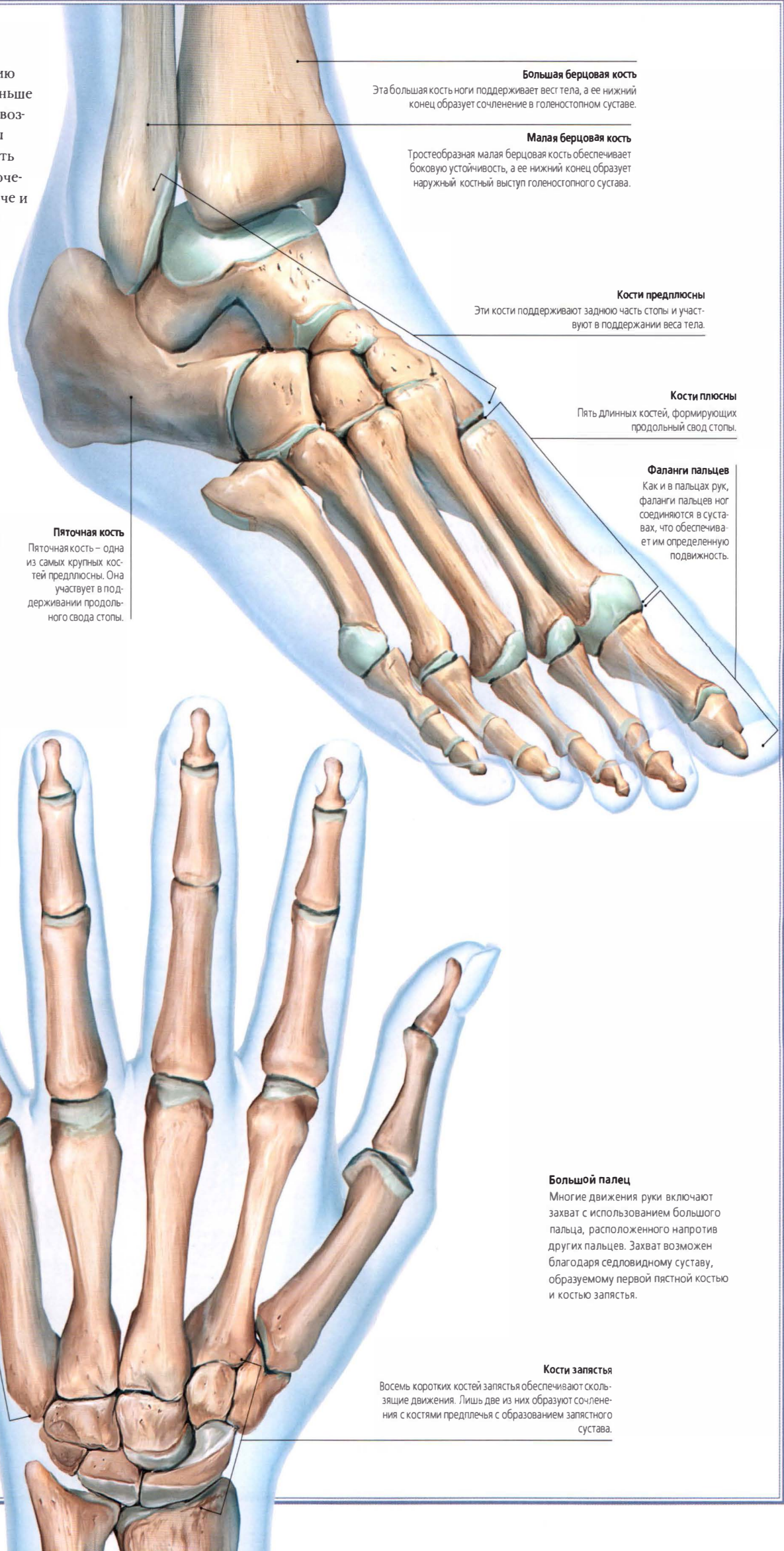
Эти тонкие кости поддерживают ладонь и соединяются с фалангами пальцев в пястно-фаланговых суставах, образующих «костяшки» кулака.

Большой палец

Многие движения руки включают захват с использованием большого пальца, расположенного напротив других пальцев. Захват возможен благодаря седловидному суставу, образуемому первой пястной костью и костью запястья.

Кости запястья

Восемь коротких костей запястья обеспечивают скользящие движения. Лишь две из них образуют сочленения с костями предплечья с образованием запястного сустава.



СОЕДИНЕНИЯ МЕЖДУ КОСТЯМИ

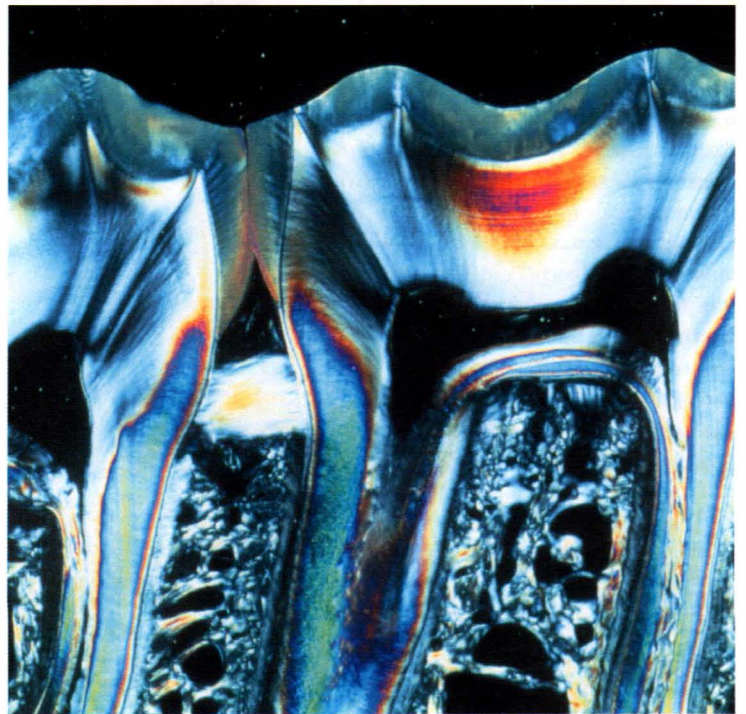
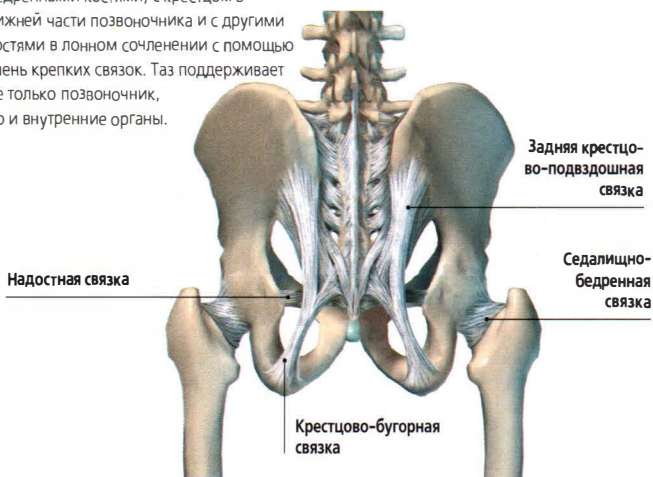


Чтобы кости могли двигаться, они должны соединяться в суставах. Скелет человека имеет три основных типа суставов. Подвижные или синовиальные суставы – например коленные и плечевые – имеют полость, а суставные концы костей покрыты хрящом. Полость сустава заполнена синовиальной жидкостью, облегчающей движения.

Синовиальные суставы могут сгибаться, выпрямляться, вращаться и обеспечивают большую часть движений тела. Хрящевое соединение менее подвижно. К соединениям такого типа относятся межпозвоночные сочленения, а также суставы между ребрами и грудной, где пространство между костями заполнено хрящом. В синартрозах плотная соединительная ткань практически сращивает соседние кости.

Поддерживающие связки

Подвздошные кости соединяются с бедренными костями, с крестцом в нижней части позвоночника и с другими костями в лонном сочленении с помощью очень крепких связок. Таз поддерживает не только позвоночник, но и внутренние органы.



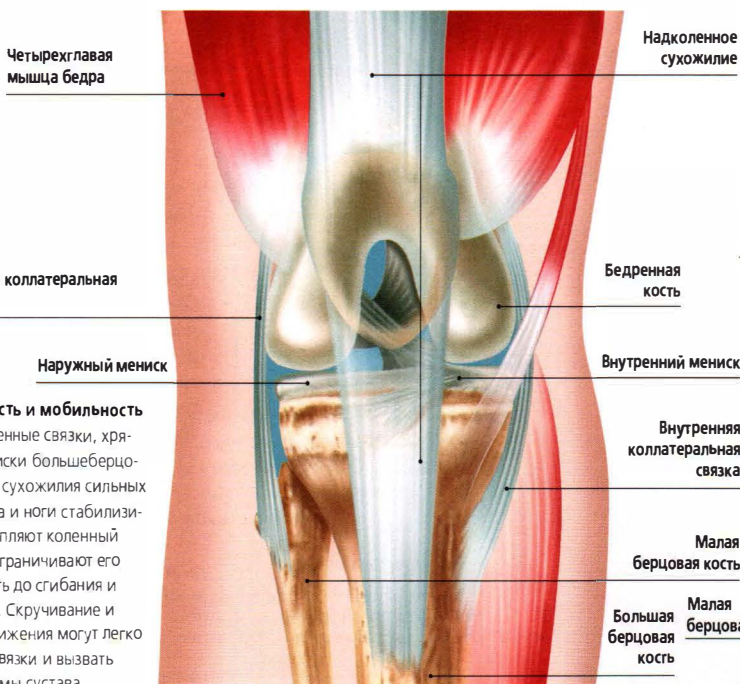
Зубы держатся крепко

Зубы удерживаются в альвеолах с помощью хрящевых соединений. Сустав состоит из периодонтальной связки, окружающей зуб и соединяющей поверхность его корня с лежащей ниже челюстной костью.



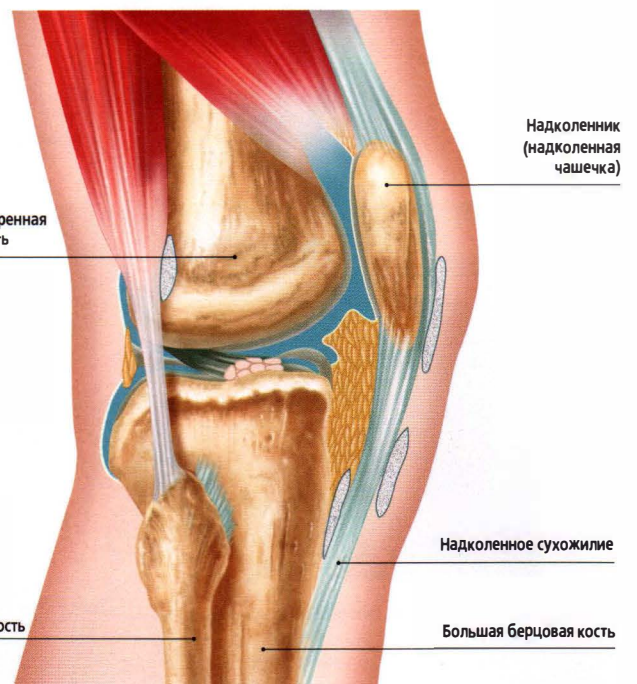
Максимальное движение

Из всех синовиальных суставов, плечо имеет наибольший диапазон движений. Ценой такой подвижности является низкая стабильность, обеспечиваемая лишь несколькими связками. Дополнительно плечевой сустав стабилизируется сухожилиями двуглавой мышцы и мышц вращающей манжеты плеча.



Стабильность и мобильность

Многочисленные связки, хрящевые мениски большеберцовой кости и сухожилия сильных мышц бедра и ноги стабилизируют и укрепляют коленный сустав, но ограничивают его подвижность до сгибания и разгибания. Скручивание и боковые движения могут легко разорвать связки и вызвать другие травмы сустава.





Бедренная кость

Надколенник

Большая берцовая кость

Малая берцовая кость

Сложный коленный сустав

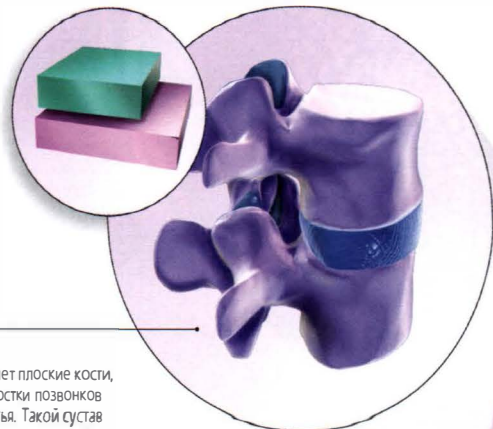
Колено – самый громоздкий и сложный сустав тела. Коленный сустав образован бедренной и большеберцовой костями, концы которых погружены в суставную жидкость. Сверху лежит надколенная чашечка (надколенник), закрывая выпирающие костные выступы на конце бедренной кости. На рисунке не видна bursa – мешок с синовиальной жидкостью, формирующий часть суставной капсулы и уменьшающий трение. Надколенник окружен сухожилием четырехглавой мышцы бедра и при сгибании колена скользит по бедренной кости.

СИНОВИАЛЬНЫЕ СУСТАВЫ



Мы ходим, едим, набираем номер телефона и выполняем другие движения благодаря подвижности универсальных синовиальных суставов. Это самые распространенные суставы тела, и все они имеют сходное базовое строение.

Концы соединяющихся костей заключены в капсулу из прочной соединительной ткани. Выстланная мембраной полость сустава содержит увлажняющую синовиальную жидкость. Между костями лежит слой хряща, предотвращающий повреждение костей при движении сустава. Многие синовиальные суставы укреплены связками, обеспечивающими движение костей относительно друг друга, вращение кости вокруг ее продольной оси и выполнение любых действий. Тип движений сустава определяется в основном конфигурацией поверхностей соединяющихся костей и положением стабилизирующих сустав связок.



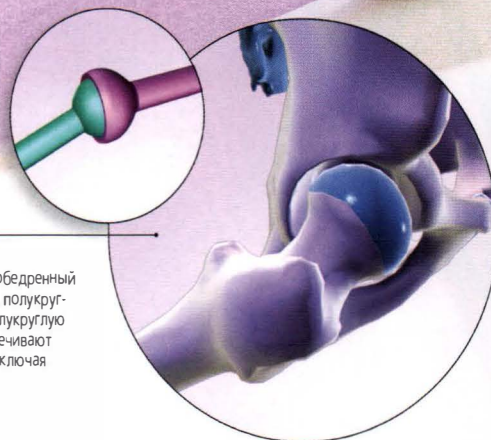
Плоский сустав

Этот тип суставов соединяет плоские кости, например, суставные отростки позвонков и кости кисти ниже запястья. Такой сустав позволяет скользящие движения костей относительно друг друга, но вращательные движения невозможны.



Гиперподвижные суставы

Все люди имеют одинаковое количество суставов, но у некоторых они удивительно подвижны. У людей с гиперподвижными суставами костные сочленения и связки в позвоночнике, коленях, плечах и других местах слишком «свободные». Но эта анатомическая особенность, позволяющая исключительный диапазон движений, имеет свою цену – такие суставы более подвержены вывихам.

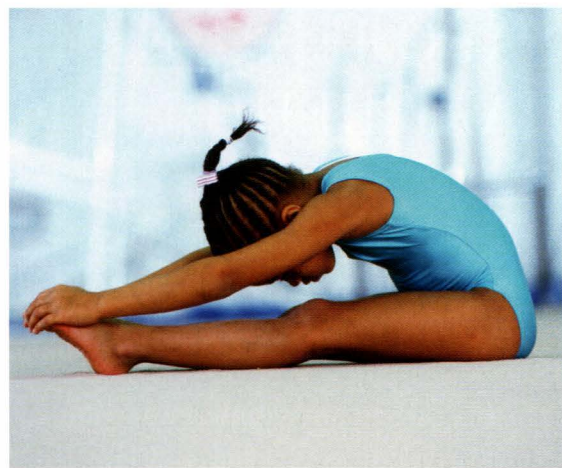
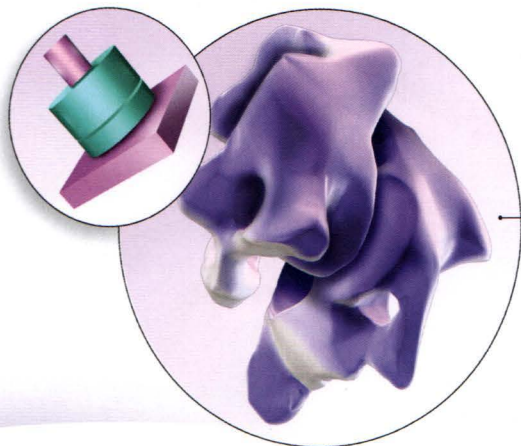


Шаровидные суставы

К суставам этого типа относятся тазобедренный и плечевой. В шаровидных суставах полукруглое гнездо одной кости вмещает полукруглую голову другой. Такие суставы обеспечивают наибольший диапазон движений, включая угловые движения и вращение.

Цилиндрический сустав

Первый шейный позвонок образует плоский сустав с костями черепа, что позволяет голове наклоняться вперед-назад. Он также формирует цилиндрический сустав со следующим позвонком, благодаря чему голова может вращаться из стороны в сторону.

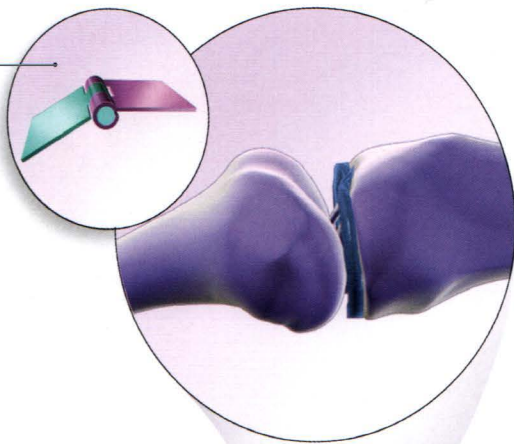


Гибкость

Дети, танцоры и спортсмены обладают впечатляющей гибкостью, их суставы на удивление подвижны. Хотя с возрастом подвижность суставов уменьшается, при должном питании и регулярных тренировках крепкие мышцы помогут сохранить гибкость в течение всей жизни.

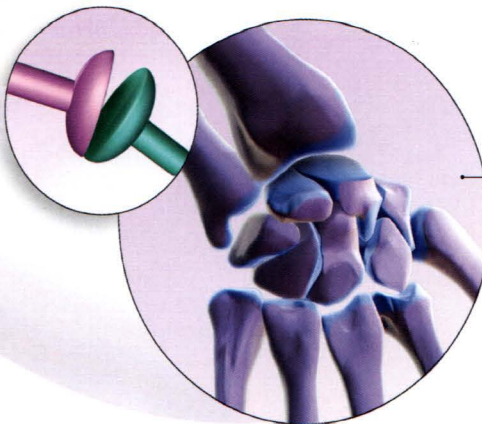
Блоковидный сустав

Блоковидные суставы, например, колено, вращают кости, подобно дверным петлям. При выпрямлении колена увеличивается угол между костями бедра и голени. При сгибании колена этот угол уменьшается, и кости приближаются друг к другу.



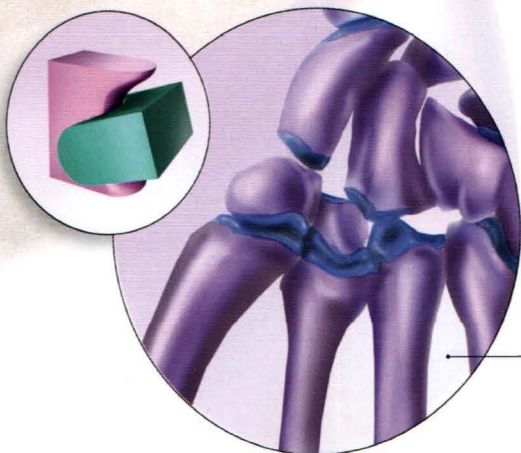
Эллипсоидный (яйцевидный) сустав

Примером сустава этого типа может быть сочленение лучевой кости предплечья с костями кисти, а также пястно-фаланговые суставы пальцев. Такой сустав образован овальным концом одной кости и соответствующим чашеобразным углублением другой. Он обеспечивает такие движения, как сгибание-разгибание и циркумдукция.



Седловидный сустав

В седловидном суставе конец одной кости имеет U-образную форму, а конец другой сидит в ней как наездник в седле. Сустав такого типа образует большой палец с костью запястья, что позволяет двигать палец в нескольких плоскостях.



Движения суставов

Синовиальные суставы выполняют поддожины базовых движений. Самым простым из них является скольжение. Движения могут сопровождаться изменением угла между костями, как при сгибании (наклон головы) или выпрямлении (откидывание головы). Абдукция – это отведение конечности, например, растопыривание пальцев или подъем руки в сторону. Аддукция – противоположное движение, приведение конечности. Вращение – движение кости вокруг вертикальной оси. Циркумдукция – периферическое движение конечности, при котором ее дистальный конец описывает круг.

ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ КОСТЕЙ

Минерализованные твердые кости очень прочны, но и они подвержены разрушению. Кости могут ломаться, инфицироваться микробами или истощаться вследствие остеопороза, злокачественных новообразований или генетических аномалий. Самым частым и распространенным нарушением являются дегенеративные изменения суставов, особенно остеоартрит, которым страдают 70% людей старше 65 лет. Глубокие раны, например, при тяжелых переломах, способствуют проникновению бактерий, которые могут вызывать остеомиелит – инфекцию кости и костного мозга. У подростков и молодых людей может развиваться агрессивная злокачественная опухоль кости – остеосаркома. Однако наиболее частыми травмами являются простые растяжения и разрывы суставных связок, и вывихи суставов. Независимо от причины травмы ведут к снижению мобильности и структурной целостности скелета.

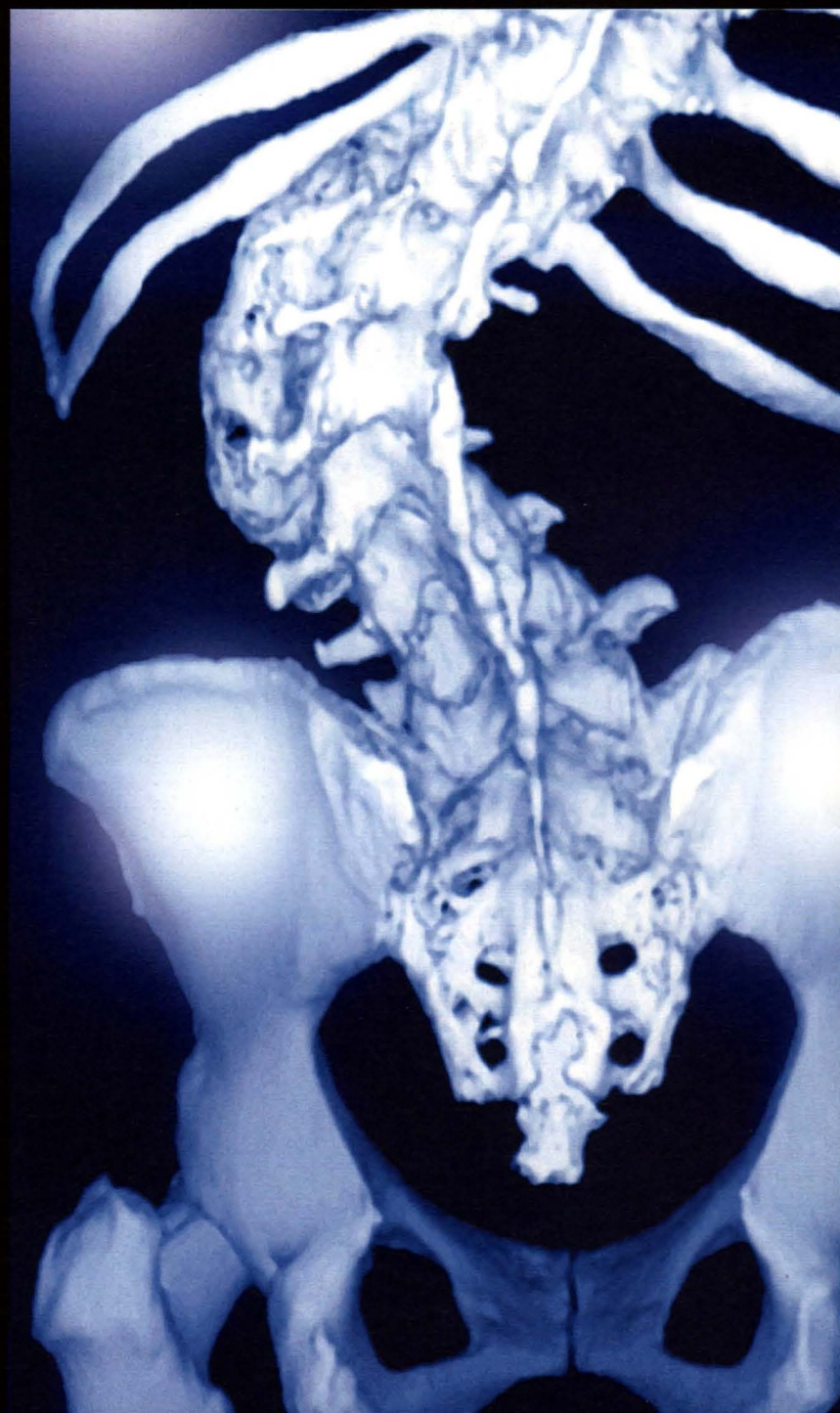
Возрастные изменения костей

С возрастом кости и суставы неизбежно меняются. Процесс возобновления костной ткани становится менее эффективным, и начинается потеря костной массы. С возрастом чаще развиваются костные шпоры – выросты, уменьшающие диапазон движений суставов. Вследствие механического износа хрящевых прослоек синовиальных суставов развивается остеоартрит. При этом трение незащищенных костей приводит к их разрушению, что сопровождается болезненным воспалением.



Остеопороз позвоночника

Самые тяжелые симптомы остеопороза часто возникают в позвоночнике, т.к. губчатая кость позвонков становится крайне хрупкой. В результате могут возникать компрессионные переломы – трещины и частичное крошение позвонков вследствие падения или даже просто под действием веса тела.



Сколиоз

Сколиозом называют аномальное боковое искривление позвоночника. Это нарушение обычно затрагивает грудной отдел позвоночника и чаще развивается у женщин. Сколиоз возникает при параличе мышц, или когда одна нога короче другой. У детей для выравнивания позвоночника используют специальные корсеты или хирургические процедуры.

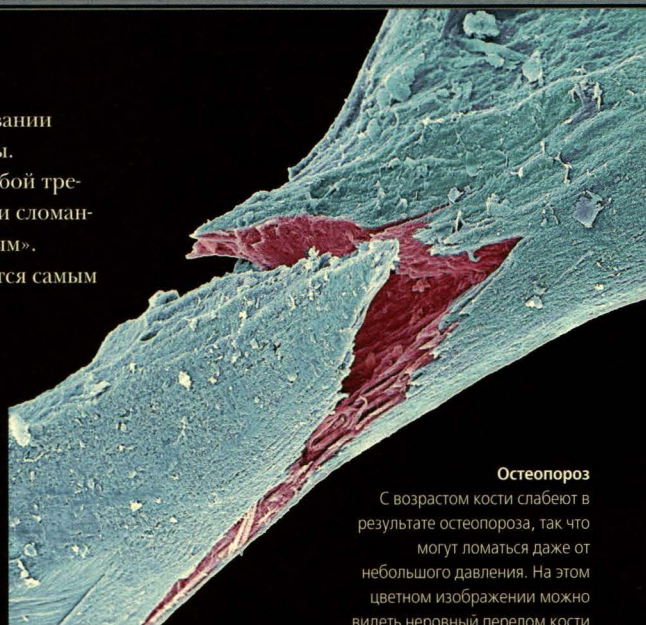


Ревматоидный артрит

Ревматоидный артрит – прогрессирующее аутоиммунное нарушение, при котором иммунная система атакует ткани суставов. В тяжелых случаях концы фаланг пальцев срастаются, что ведет к деформациям рук и ног. Как и остеоартрит, ревматоидный артрит сопровождается воспалением и болью.

Переломы костей

Переломы костей бывают разных видов, их классифицируют на основании локализации костных отломков и того, разорваны ли кожные покровы. Неполный закрытый или «простой» перелом обычно представляет собой трещину кости. При полном переломе кость разламывается целиком. Если сломанная кость разрывает кожу, перелом считают «открытым» или «сложным». Осколочный перелом, сопровождающийся дроблением костей, является самым сложным для лечения и медленно заживающим.

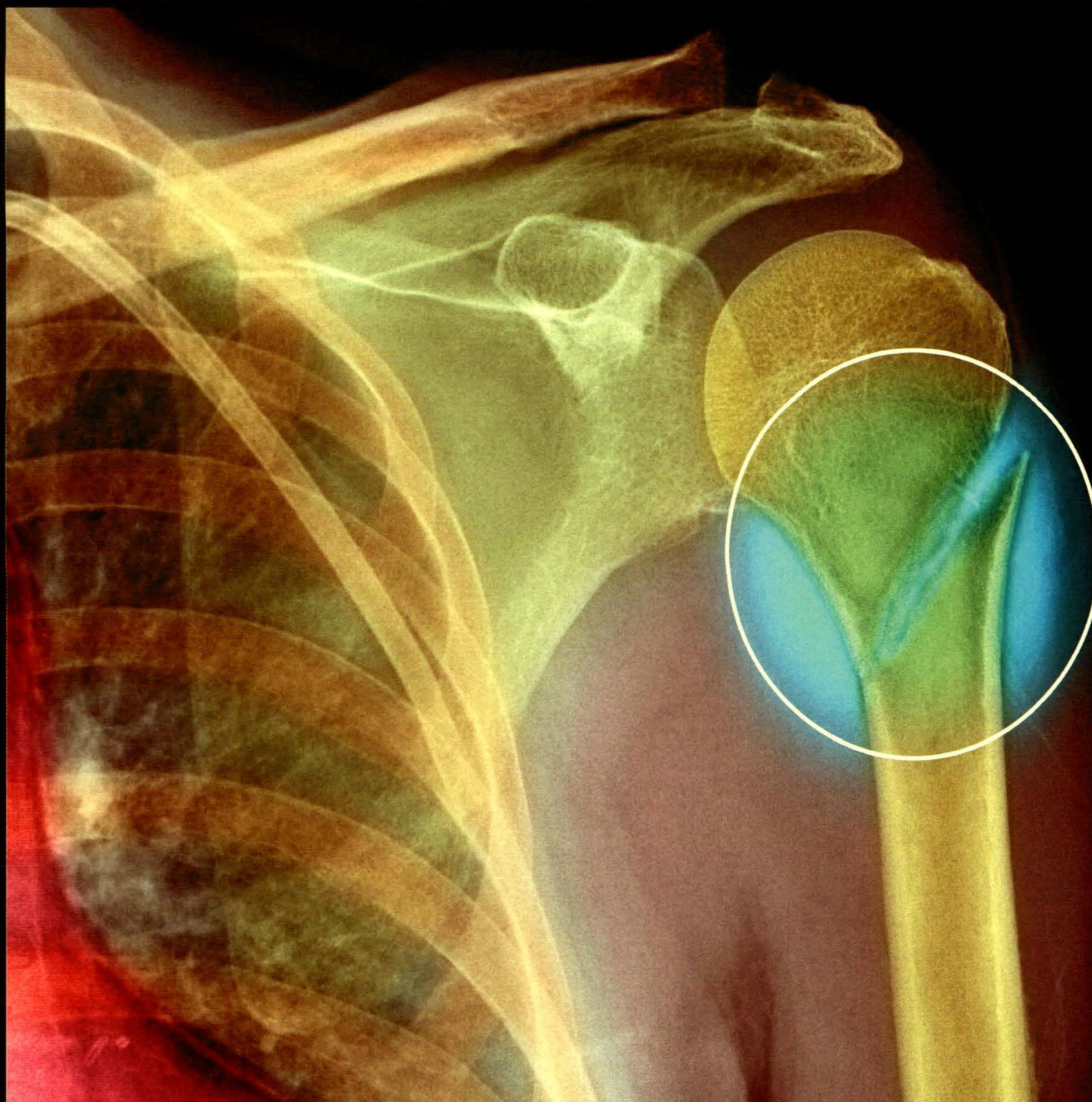


Остеопороз

С возрастом кости слабеют в результате остеопороза, так что могут ломаться даже от небольшого давления. На этом цветном изображении можно видеть неровный перелом кости конечности, утратившей минерализованную костную ткань, которая в норме позволяет выдерживать механическую нагрузку.

Сложный перелом

На этом рентгеновском снимке продемонстрирован полный перелом лучевой и локтевой костей. Такая травма предплечья может возникать в результате падения на вытянутую руку. Это поперечный перелом, т.к. кости сломаны перпендикулярно длинным осям.



Полный перелом

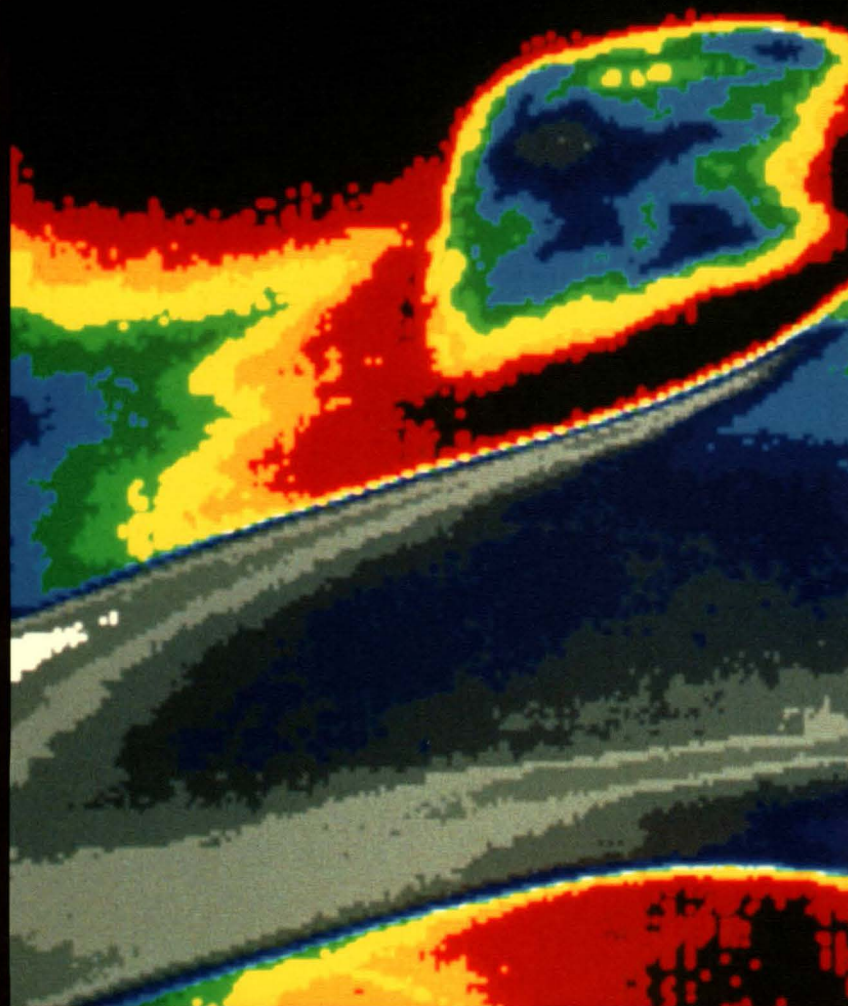
На этом рентгеновском снимке можно видеть перелом плечевой кости. Крепкая кость, формирующая верхнюю часть руки, сломана на две части. При разрыве кожных покровов в рану могут проникать болезнетворные микробы.

ЗАЖИВЛЕНИЕ И ЗАМЕНА СУСТАВОВ

Артрит травмы и суставов сопровождается сильной болью и серьезно ограничивает подвижность.



Сегодня появляется все больше способов лечения разных повреждений. Разработаны минимально инвазивные процедуры, требующие лишь небольшого разреза, что уменьшает потерю крови и хирургическую рану, ускоряя процесс заживления. Искусственные суставы изготавливают из новых материалов, таких как титан и кобальтохромовый сплав. Срок действия таких протезов составляет более 20 лет, что особенно важно для молодых пациентов. Очень прочные искусственные суставы делают из ковкого металла, называемого танталом, протезы из которого практически идентичны натуральным суставам. Все эти усовершенствования помогают облегчить боль и вести активную жизнь до глубокой старости.

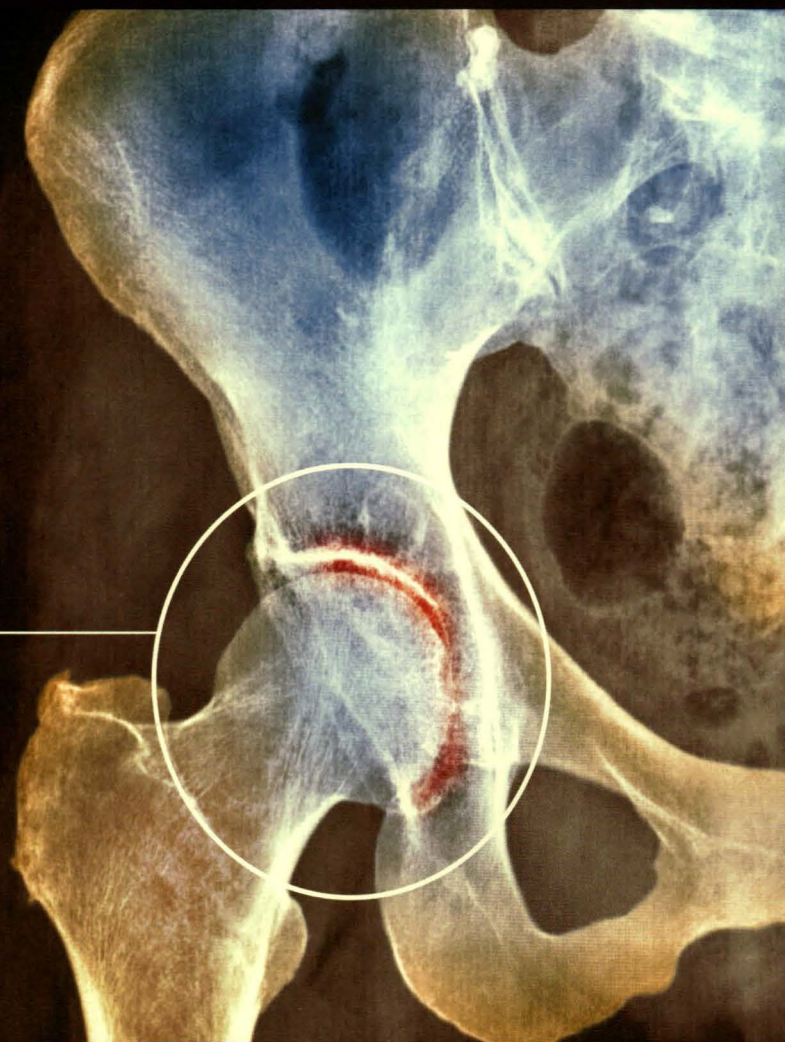


Полная замена тазобедренного сустава

При полной замене тазобедренного сустава костную головку одной кости и гнездо другой (оранжевые области) заменяют металлическим шаром на стержне и пластиковым гнездом. Традиционно заменяемые части цементировали, но сегодня начинают использовать более прочные «бесцементные» протезы с микроскопическими порами. В эти поры прорастает костная ткань, вырабатываемая клетками бедра, благодаря чему протез удерживается на месте.

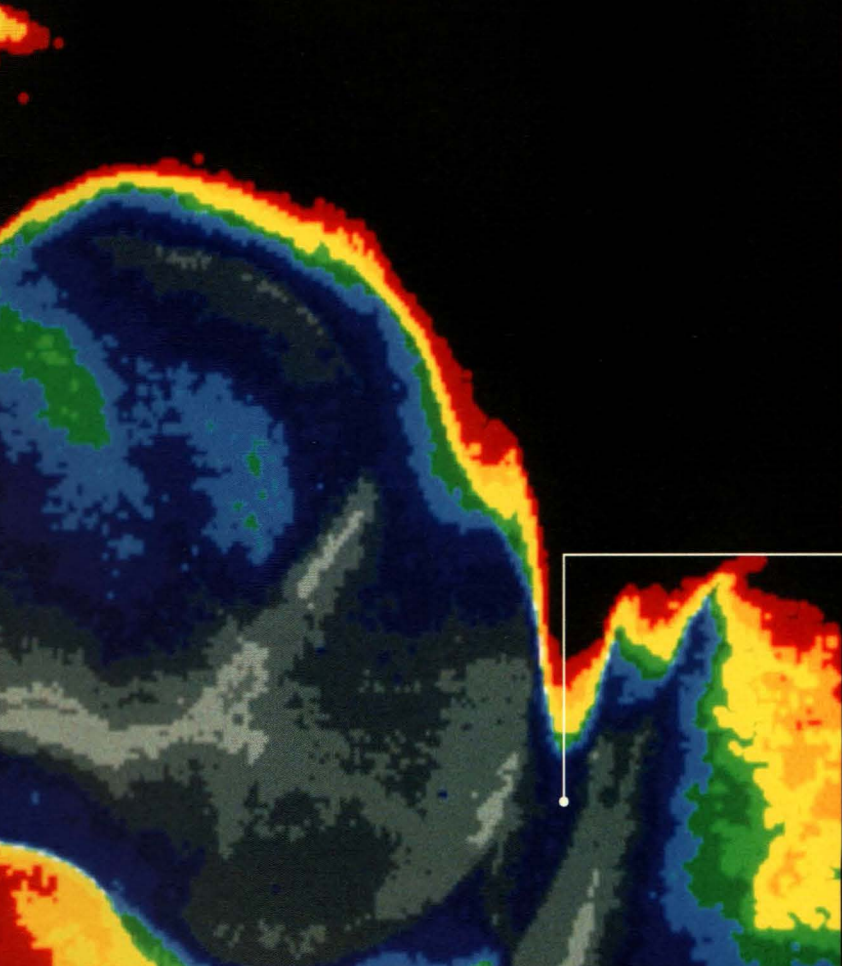
Замена суставов

При замене тазобедренного, плечевого или пястно-фалангового сустава, хирург заменяет поврежденный хрящ и кости искусственными протезами. Поврежденные области коленного сустава закрывают металлом или другим материалом. Время восстановления после операции зависит от возраста и физического состояния пациента, а также от сложности операции.



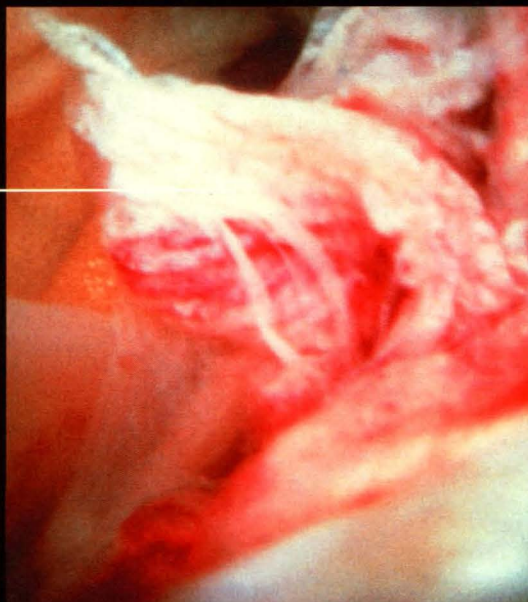
Сканирование колена

Это изображение, полученное при сканировании колена, демонстрирует дислокацию коленной чашечки (вверху в центре), которая смещена к наружной стороне ноги. В результате коленный сустав не гнется, и пациент не может выпрямить ногу. К счастью, для лечения обычно достаточно покоя, холодных компрессов и других процедур.



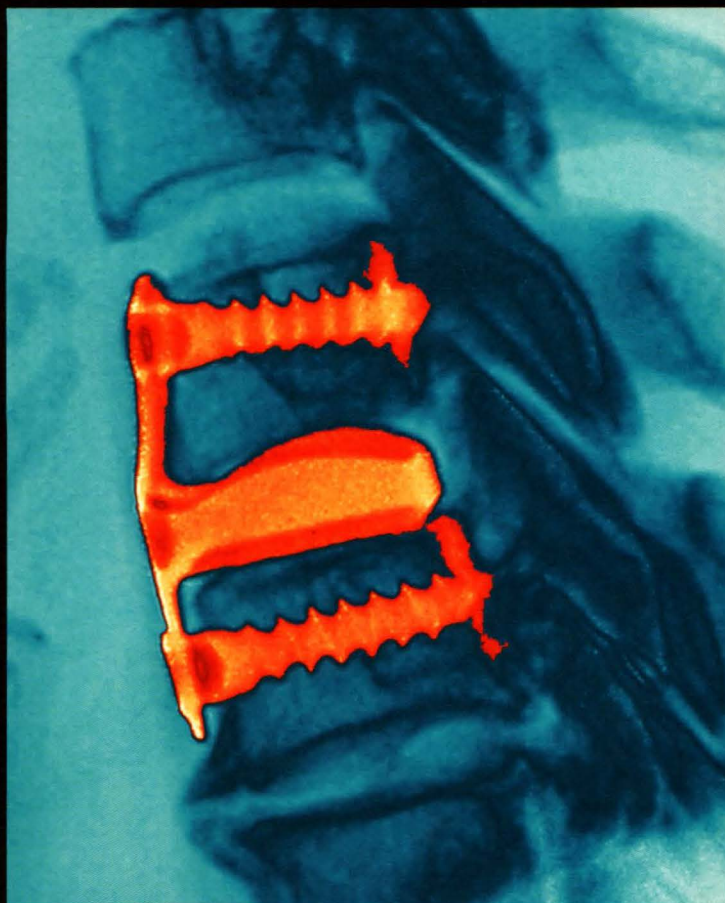
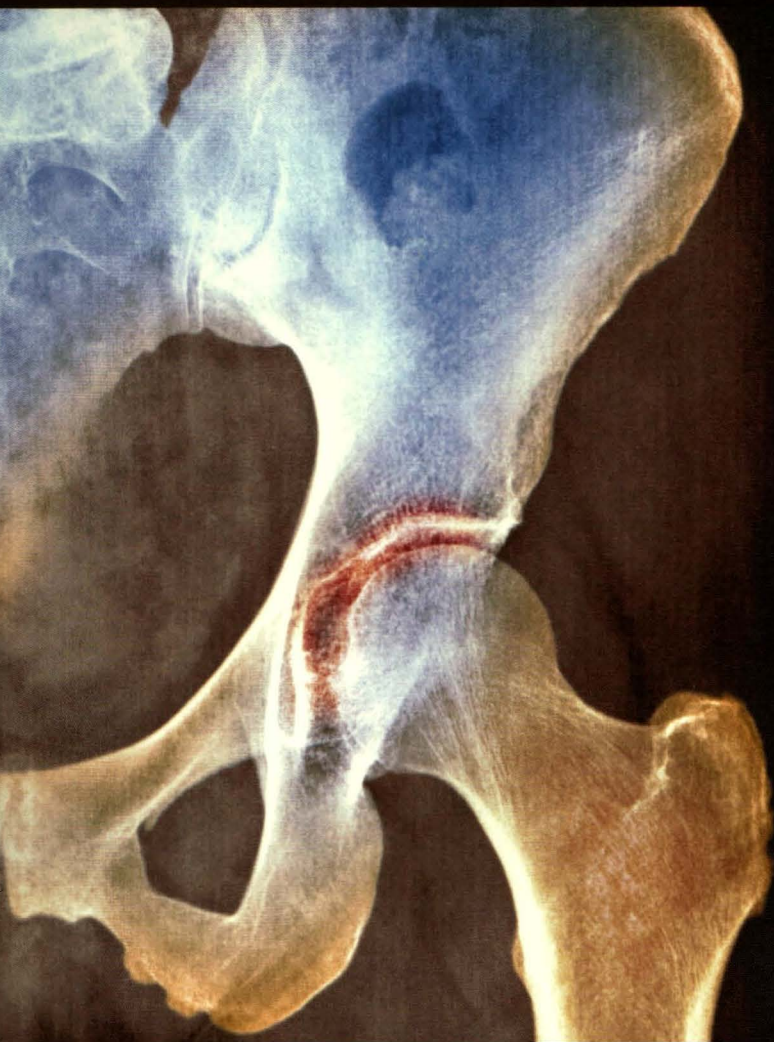
Уязвимые связки

При растяжении или разрыве связок, стабилизирующих плечевой, тазобедренный, коленный или голеностопный сустав, сустав «распатывается» и образующие его кости смещаются. Такая травма может возникать в результате падения, удара, прыжка, скручивания или резкой остановки. Чаще всего таким травмам подвержены бегуны, лыжники и футболисты, особенно женщины. Для восстановления разрыва связки может потребоваться операция и несколько месяцев интенсивной реабилитации.



Разрыв связки

На рисунке можно видеть тяжелый разрыв связок колена. Снимок сделан во время операции. Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) колена – часто встречающаяся спортивная травма. В настоящее время ведется разработка методов выращивания связок для трансплантации, что поможет ускорить восстановление после травмы.



Новый межпозвоночный диск

При дегенерации межпозвоночного диска возможна его замена. Чаще всего приходится заменять диск в поясничном отделе позвоночника. На рисунке искусственный диск (оранжевый цвет) крепят винтами к верхнему шейному позвонку, чтобы вылечить артрит, нарушающий подвижность шеи пациента.

МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

40% веса тела человека приходится на скелетные мышцы. Некоторые из них крепятся к коже, но большинство с помощью сухожилий крепко связаны с костями. Все мышцы имеют латинские названия, описывающие их форму, строение или действие. Например, мышцы, сгибающие или выпрямляющие части тела, могут называться *flexor* (сгибатель) или *extensor* (разгибатель). Такие термины, как *longus* (длинный), *maximus* (большой) и *minimus* (малый), описывают относительные размеры мышцы. Работа скелетных мышц поддается сознательному контролю – мышечные сокращения запускаются сигналами нервной системы. Работа мышц сопровождается выделением тепла. Даже в покое скелетные мышцы играют важную роль, стабилизируя суставы тела.

Половые различия в мышечной массе

Тело взрослого мужчины содержит около 42% скелетных мышц, в то время как тело взрослой женщины – всего 36%. Это связано с тем, что в мужском организме вырабатывается больше тестостерона, стимулирующего развитие мышечной массы. Но если сравнить силу мышц одного размера, то никакой половой разницы не будет.

Мышцы задней стороны тела

Мышцы спины играют важную роль в движениях головы, шеи, позвоночника и рук, в то время как мышцы ягодиц и задней части бедер и ног участвуют в движениях таза и коленей. Неудивительно, что мышцы задней стороны тела включают несколько самых крупных и сильных скелетных мышц.

Мышца, поднимающая лопатку (*Levator scapulae*)

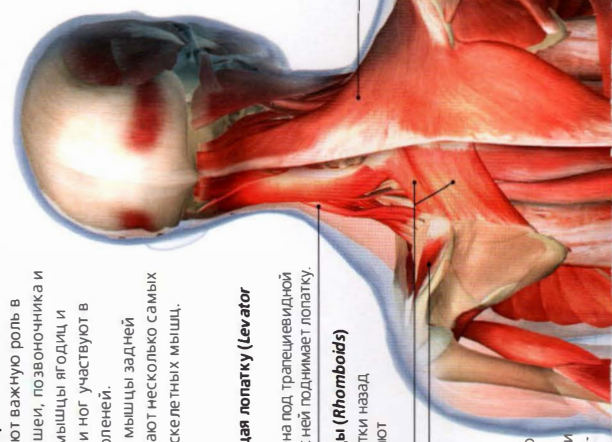
Эта мышца расположена под трапециевидной мышцей и совместно с ней поднимает лопатку.

Ромбовидные мышцы (*Rhomboids*)

Эти мышцы тянут лопатки назад и вниз, а также помогают их стабилизировать.

Надкостная мышца (*Supraspinatus*)

Эта мышца входит в группу мышц, формирующих вращательную манжету плеча. Она глубоко расположена и помогает стабилизировать плечевой сустав.



Прямая мышца живота (*Rectus abdominis*)

Эта мышца сжимает живот, уменьшает грудную полость и помогает сгибать позвоночник вперед.

Трапециевидная мышца (*Trapezius*)

Эта мышца тянет голову назад, поднимает лопатку и стабилизирует плечевой сустав.

Галерея мышц

Тело человека имеет более 600 скелетных мышц, некоторые из которых длинные и тонкие, другие треугольные или даже круглые. Наиболее известны поверхностные скелетные мышцы, такие как двуглавая мышца плеча (бицепс). Глубокие мышцы тоже крайне важны, они участвуют в движениях конечностей и других частей тела.

Круговая мышца глаза (*Ocularis oculi*)

Эта круговая мышца закрывает глаза.

Лобная мышца (*Frontalis*)

Эта мышца закрывает лобную кость и лоб. Ее сокращения вызывают появление морщин на коже лба и позволяют поднять брови.

Круговая мышца рта (*Ocularis oris*)

Эта круговая мышца закрывает и сжимает губы.

Грудно-ключично-сосцевидная мышца (*Stenohyoideus*)

Это одна из двух глубоких мышц, идущих от грудной кости и ключицы к боковой стороне черепа. Сокращения этой мышцы помогают наклонить голову вперед и поворачивать ее в сторону.

Дельтовидная мышца (*Deltoid*)

Эта треугольная дельтовидная мышца обеспечивает вращение, сгибание и выпрямление руки.

Большая грудная мышца (*Pectoralis major*)

Эта мышца участвует в движениях рук, как толкание, бросание и лазание.

Двуглавая мышца плеча (*Biceps brachii*)

Эта мышца сгибает локоть, подтягивая предплечье вверх.

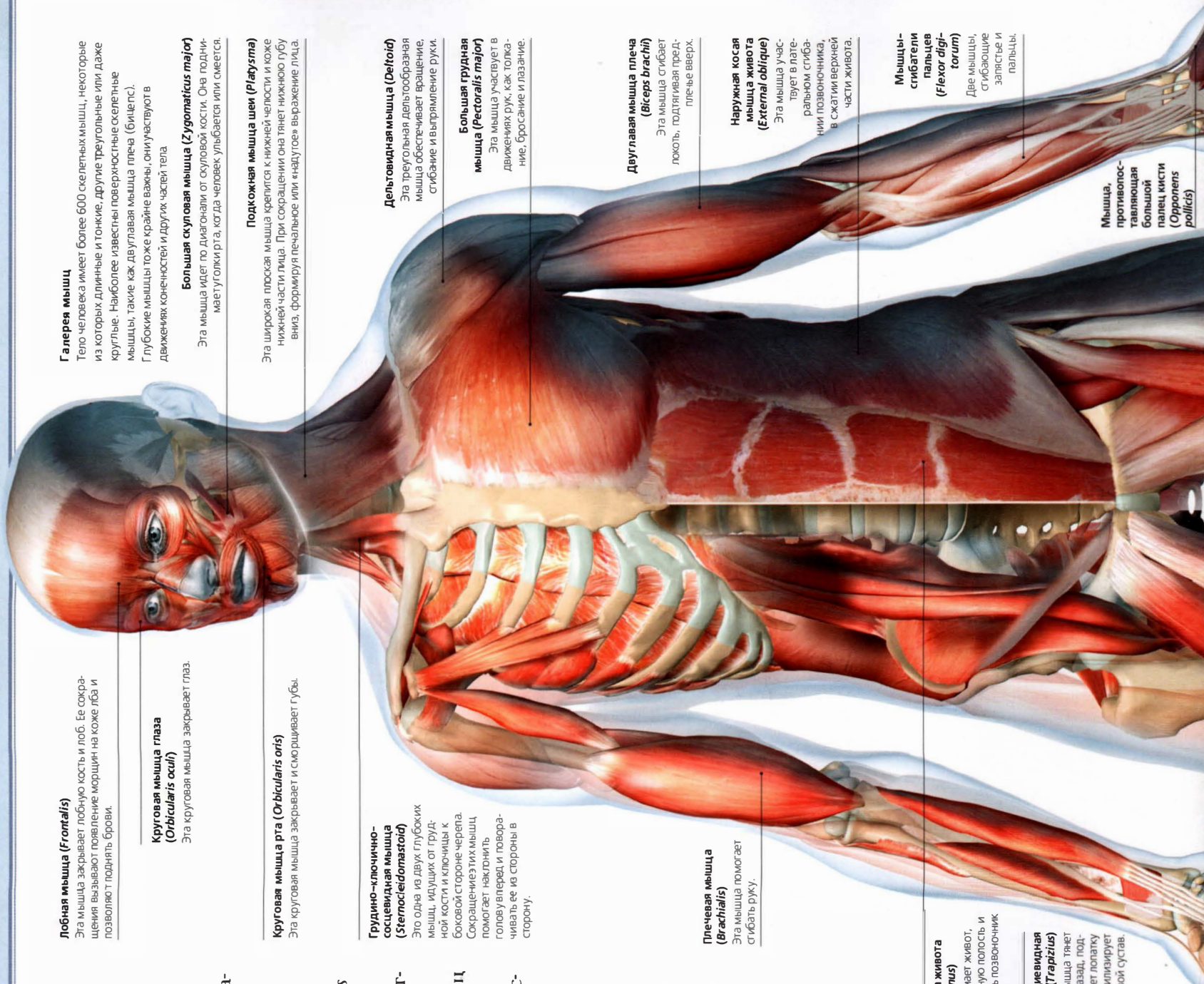
Наружная косая мышца живота (*External oblique*)

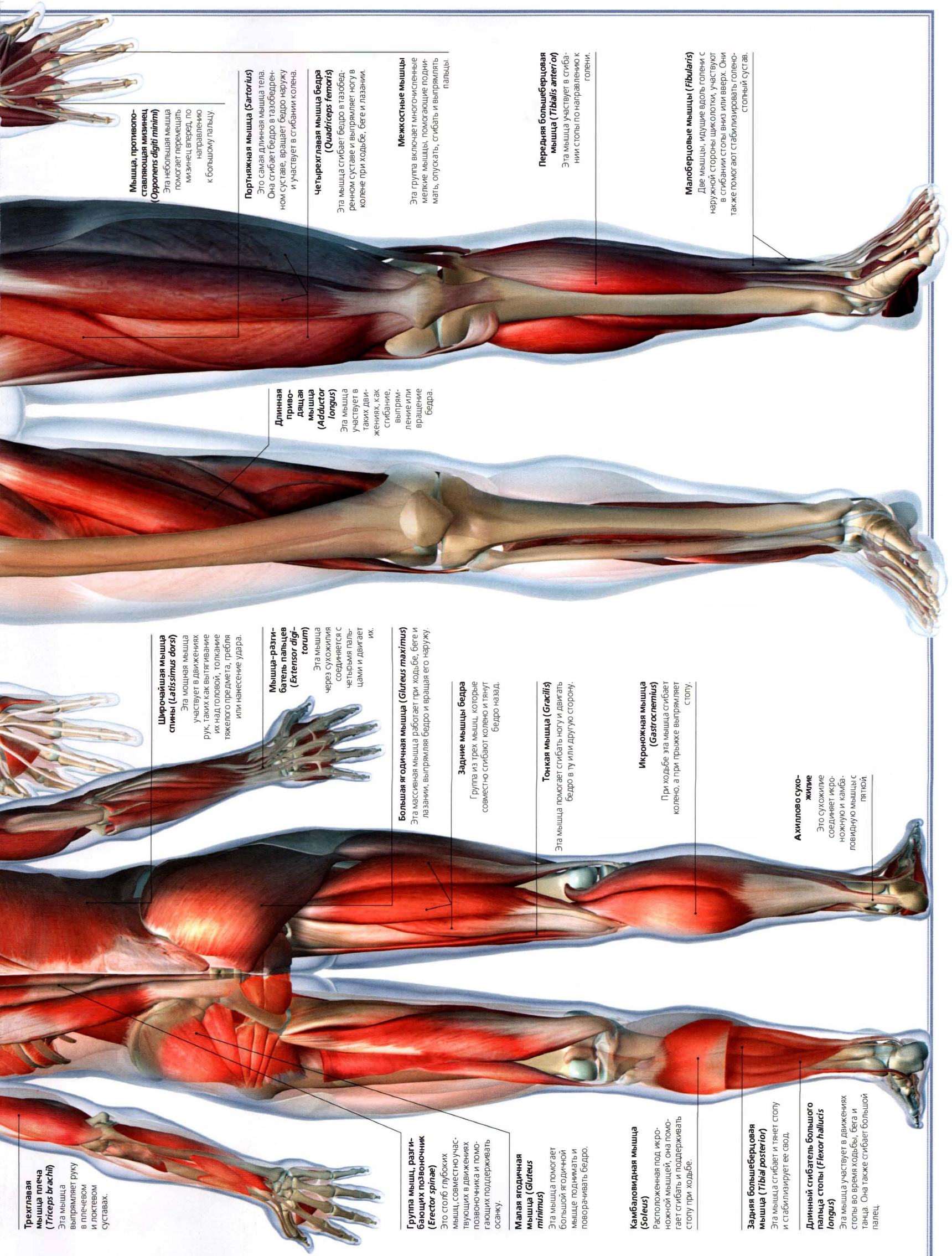
Эта мышца участвует в латеральном сгибании позвоночника, в сжатии верхней части живота.

Мышцы-сгибатели пальцев (*Flexor digitorum*)

Две мышцы, сгибающие запястье и пальцы.

Мышца, противопоставляющая большой палец кисти (*Opponens pollicis*)





Трехглавая мышца плеча (Triceps brachii)
Эта мышца выпрямляет руку в плечевом и локтевом суставах.

Широкая мышца спины (Latissimus dorsi)
Эта мощная мышца участвует в движениях рук, таких как вытягивание их над головой, толкание тяжелого предмета, гребля или нанесение удара.

Мышца-разгибатель пальцев (Extensor digitorum)
Эта мышца через сужения соединяется с четвертыми пальцами и двигает их.

Большая ягодичная мышца (Gluteus maximus)
Эта массивная мышца работает при ходьбе, беге и лазании, выпрямляя бедро и вращая его наружу.

Задние мышцы бедра
Группа из трех мышц, которые совместно сгибают колено и тянут бедро назад.

Тонкая мышца (Gracilis)
Эта мышца помогает сгибать ногу и двигать бедро в ту или другую сторону.

Икроножная мышца (Gastrocnemius)
При ходьбе эта мышца сгибает колено, а при прыжке выпрямляет стопу.

Ахиллово сухожилие
Это сухожилие соединяет икроножную и камбаловидную мышцы с пяткой.

Группа мышц, разгибающих позвоночник (Erector spinae)
Это столб глубоких мышц, совместно участвующих в движениях позвоночника и помогающих поддерживать осанку.

Малая ягодичная мышца (Gluteus minimus)
Эта мышца помогает большой ягодичной мышце поднимать и поворачивать бедро.

Камбаловидная мышца (Soleus)
Расположенная под икроножной мышцей, она помогает сгибать и поддерживать стопу при ходьбе.

Задняя большеберцовая мышца (Tibial posterior)
Эта мышца сгибает и стабилизирует ее свод.

Длинный сгибатель большого пальца стопы (Flexor hallucis longus)
Эта мышца участвует в движениях стопы во время ходьбы, бега и танца. Она также сгибает большой палец.

Мышца, противопоставляющая мизинец (Opponens digiti minimi)
Эта небольшая мышца помогает перемещать мизинец вперед, по направлению к большому пальцу.

Портяжная мышца (Sartorius)
Это самая длинная мышца тела. Она сгибает бедро в тазобедренном суставе, вращает бедро наружу и участвует в сгибании колена.

Четырехглавая мышца бедра (Quadriceps femoris)
Эта мышца сгибает бедро в тазобедренном суставе и выпрямляет ногу в колене при ходьбе, беге и лазании.

Межкостные мышцы
Эта группа включает многочисленные мелкие мышцы, помогающие поднимать, опускать, сгибать и выпрямлять пальцы.

Передняя большеберцовая мышца (Tibialis anterior)
Эта мышца участвует в сгибании стопы по направлению к голени.

Малоберцовые мышцы (Fibularis)
Две мышцы, идущие вдоль голени с наружной стороны щиколотки, участвуют в сгибании стопы вниз или вверх. Они также помогают стабилизировать голеностопный сустав.

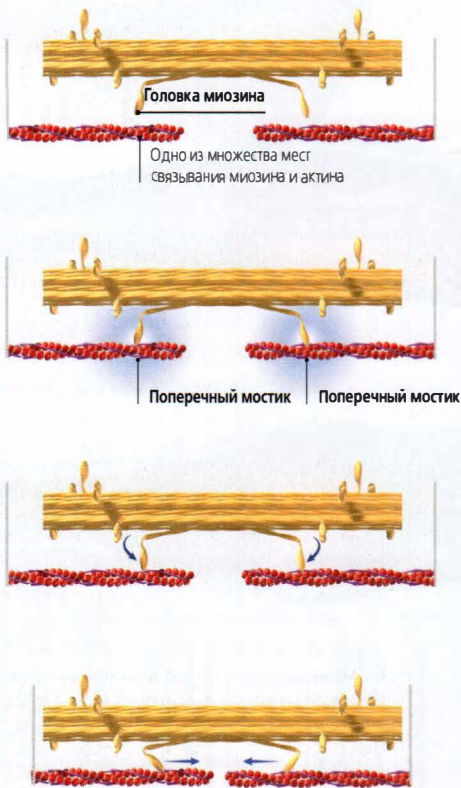
КАК РАБОТАЮТ СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ



Скелетные мышцы расположены так, чтобы с максимальной эффективностью перемещать конечности или другие части тела. В большинстве случаев они тянут кости, работая подобно блокам. Разными концами мышца прикреплена к разным костям, одна из которых движется, а другая остается неподвижной. Точкой начала (отхождения) мышцы считают место ее присоединения к фиксированной части, а точкой крепления – место ее присоединения к подвижной кости. При сокращении мышца тянет подвижную кость к точке начала мышцы, а т.к. мышцы обычно крепятся около суставов, то небольшое сокращение может вызвать большое движение. Скелетные мышцы часто работают в парах или большими группами. При этом одна мышца служит «основным двигателем», обеспечивая большую часть требуемой силы, а другие ей помогают тянуть или стабилизировать сустав.

СОКРАЩЕНИЕ МЫШЦЫ

Сокращение мышцы начинается при поступлении нервных импульсов, которые вызывают продольное сокращение саркомеров мышечных волокон. Импульс запускает химические изменения, которые активируют миозиновые филаменты. Миозин – это белок, молекулы которого имеют округлые «головки». Миллионы активированных головок миозина присоединяются к филаментам другого белка, актина, и те начинают скользить по направлению друг к другу, укорачивая саркомер, что вызывает сокращение всей мышцы.



Нейромышечное соединение

В нейромышечном соединении ветвящиеся окончания двигательных нейронов передают команды мышечным волокнам. Нервное окончание отделено от мышечного волокна узкой щелью, называемой синапсом. Из окончания нейрона выделяется нейротрансмиттер (нейромедиатор) ацетилхолин (АХ), который переходит через синапс и воздействует на мышечную клетку.

Пучок мышечных волокон

Аксон нейрона

Окончания аксона у мышечного волокна

Саркоплазматический ретикулум

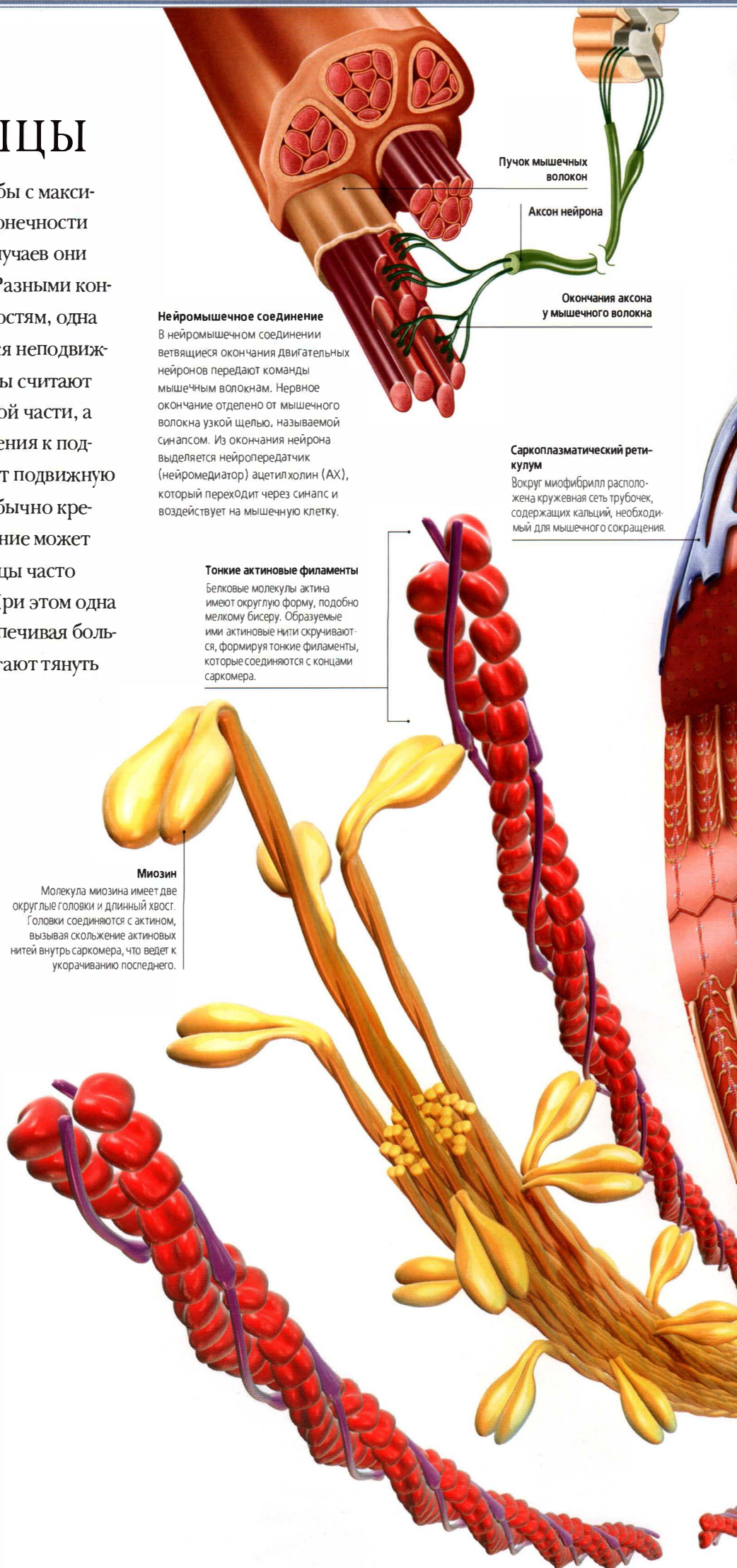
Вокруг миофибрилл расположена круговая сеть трубочек, содержащих кальций, необходимый для мышечного сокращения.

Тонкие актиновые филаменты

Белковые молекулы актина имеют округлую форму, подобно мелкому бисеру. Образованные ими актиновые нити скручиваются, формируя тонкие филаменты, которые соединяются с концами саркомера.

Миозин

Молекула миозина имеет две округлые головки и длинный хвост. Головки соединяются с актином, вызывая скольжение актиновых нитей внутрь саркомера, что ведет к укорачиванию последнего.



Крепкие бицепсы

Точкой крепления двуглавой мышцы плеча является лучевая кость предплечья. Сокращаясь, бицепс сгибает локтевой сустав, при этом мышца укорачивается, и ее объем увеличивается.

Митохондрии
Вырабатывают энергию для мышечного сокращения.

Сухожилие
Мышца соединяется с костью при помощи тяжей фиброзной соединительной ткани.

Миофибриллы

Под микроскопом миофибрилла имеет светлые и темные области. Темные области являются границами между саркомерами – функциональными единицами мышцы.

Ядро

Как и большинство других клеток тела, мышечные клетки имеют ядро.

Толстые миозиновые филаменты

Белок миозин собран в толстые филаменты, из которых торчат головки молекул.

Рабочие части мышцы

При сокращении мышцы укорачиваются. Мышца состоит из пучков мышечных волокон. Каждое волокно, в свою очередь, состоит из миофибрилл – нитеобразных тяжей, разделенных на т.н. «саркомеры». Именно саркомеры являются микроскопическими рабочими единицами, запускающими процесс укорачивания мышцы. Все компоненты расположены параллельно длине мышцы, что обеспечивает фокусировку усилий.

Мышца

В зависимости от размера и функции, скелетные мышцы содержат сотни или тысячи отдельных клеток, называемых мышечными волокнами.

Эпимизий

Это оболочка, покрывающая всю мышцу.

Мышечные волокна

Каждое волокно является отдельной мышечной клеткой и содержит многочисленные миофибриллы.

Перимизий

Тонкая оболочка, окружающая пучки волокон произвольных мышц.

Пучок

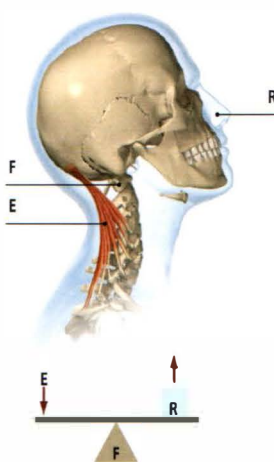
Мышечные волокна собраны в пучки, лежащие параллельно продольной оси мышцы.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

F – точка опоры
E – усилие
R – сопротивление

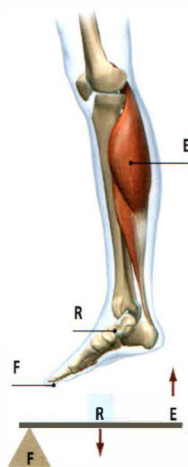
Естественная рычажная система

Скелетные мышцы и кости работают наподобие рычажной системы. Сокращающиеся мышцы перемещают твердые элементы – кости – в местах подвижных соединений (суставах). Рычажная система позволяет увеличить прилагаемую силу.



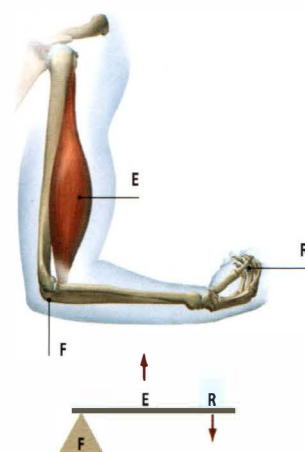
Рычажная система 1-го класса

Чтобы поднять голову, мышцы шеи тянут заднюю часть черепа вниз. Точкой опоры рычага является сустав, в котором череп соединяется с позвоночником.



Рычажная система 2-го класса

Здесь груз расположен между точкой приложения силы и точкой опоры. Чтобы встать на носки, мышцы щиколотки должны поднять вес тела. При этом точкой опоры рычага являются суставы стопы.



Рычажная система 3-го класса

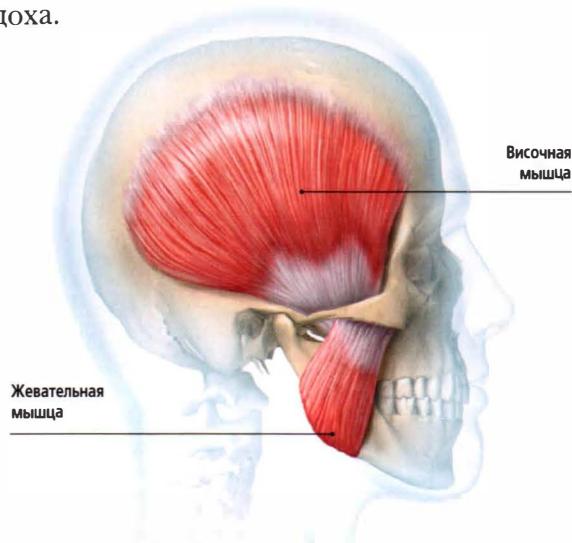
К этому типу относится большинство рычажных систем тела. Здесь точка приложения силы расположена между точкой опоры и грузом. Точкой опоры рычага при этом является локтевой сустав.

МЫШЦЫ ЛИЦА



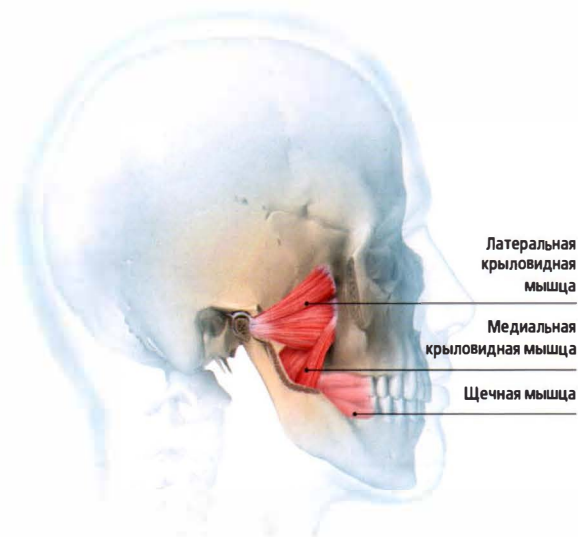
Ткани лица образованы более чем пятнадцатью мышцами. Большая их часть участвует в невербальном общении, давая нам возможность улыбаться, хмуриться, поднимать брови и гримасничать. В отличие от большинства других скелетных мышц, которые соединяют кости и обеспечивают подвижность суставов, мимические мышцы лица связывают кожу с костями или кожу и мышцы с костями. Сокращаясь, мышцы перемещают кожу или другие мышцы.

Мимические мышцы используются также для открывания и закрывания глаз и рта. Мышцы, окружающие рот и связывающие лицо и шею, участвуют в приеме пищи, жевании и глотании. Другие мышцы открывают и закрывают веки, позволяют поджать губы и расширять ноздри для демонстрации недовольства или глубокого вдоха.



Жевательная мышца

Височная мышца



Латеральная крыловидная мышца

Медиальная крыловидная мышца

Щечная мышца

Жевательные мышцы

В процессе жевания участвуют пять основных мышц плюс круговая мышца рта, обеспечивающая размыкание губ. Мощная жевательная мышца поднимает нижнюю челюсть, чтобы закрыть рот. Жевательные движения из стороны в сторону выполняются с помощью височной и двух крыловидных мышц. Щечная мышца при жевании подталкивает пищу к коренным зубам.

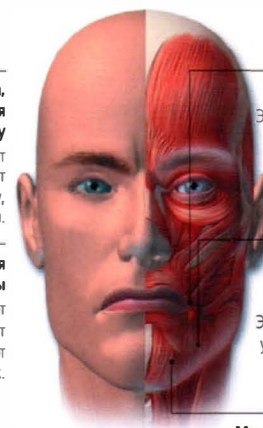


Мышца, поднимающая верхнюю губу

Эта мышца размыкает губы и поднимает верхнюю губу, когда мы злимся.

Большая и малая скуловые мышцы

Эта пара мышц помогает улыбаться. Они тянут верхнюю губу и рот вверх.



Мышца, опускающая нижнюю губу

Эта мышца тянет губы вниз и в сторону.

Мышца, опускающая угол рта

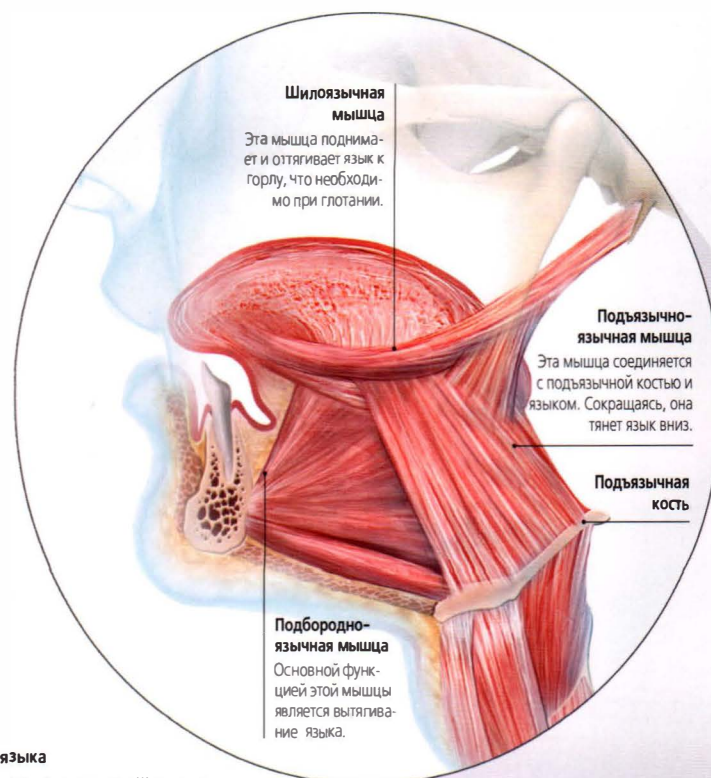
Эта мышца тянет уголок рта вниз.

Мышца, опускающая нижнюю губу

Эта небольшая мышца тянет нижнюю губу вниз.

Улыбка и сердитое выражение лица

Когда мы улыбаемся или хмуримся, работают мышцы, тянущие губы или уголки рта вверх, вниз или в стороны. В формировании мимики участвуют и такие мышцы, как круговая мышца глаза, создающая морщины вокруг глаз.



Шилоязычная мышца

Эта мышца поднимает и оттягивает язык к горлу, что необходимо при глотании.

Подъязычно-язычная мышца

Эта мышца соединяется с подъязычной костью и языком. Сокращаясь, она тянет язык вниз.

Подъязычная кость

Подбородочно-язычная мышца

Основной функцией этой мышцы является вытягивание языка.

Мышцы языка

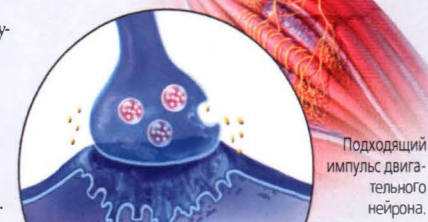
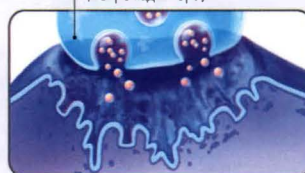
Сокращение внутренних мышц языка участвует в формировании речи и помогает перемещать пищу во рту, но другие движения языка зависят от мышц, соединяющихся с костями черепа.

КОСМЕТИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ

Для борьбы с морщинами очень популярен препарат «Ботокс». Он содержит токсин, который блокирует высвобождение нейротрансмиттера в нейромышечном синапсе и в низких дозах вызывает расслабление лицевых мышц, формирующих морщины.

Мышца без инъекции «ботокса»

Высвобождение нейротрансмиттера (нейромедиатора)



Подходящий импульс двигательного нейрона.

Мышца после инъекции «Ботокса»

Нейромедиатор заблокирован.

Мышцы лица

Мышцы лица отвечают за мимику. Они иннервируются одним лицевым нервом (VII черепно-мозговой нерв), поэтому ишемия, травма или инфекция этого нерва может привести к параличу. При этом обычно развивается паралич одной стороны лица.

Лобная мышца

Сокращение этой мышцы, соединяющейся с костями черепа, вызывает появление морщинок на лбу и позволяет нам нахмуриться.

Мышца, сморщивающая бровь

Эта мышца тянет внутреннюю часть брови вниз и вызывает появление вертикальных морщинок между бровями.

Круговая мышца глаза

Эта мышца участвует в моргании.

Носовая мышца

Эта небольшая мышца тянет вниз кончик носа и помогает расширять ноздри.

Круговая мышца рта

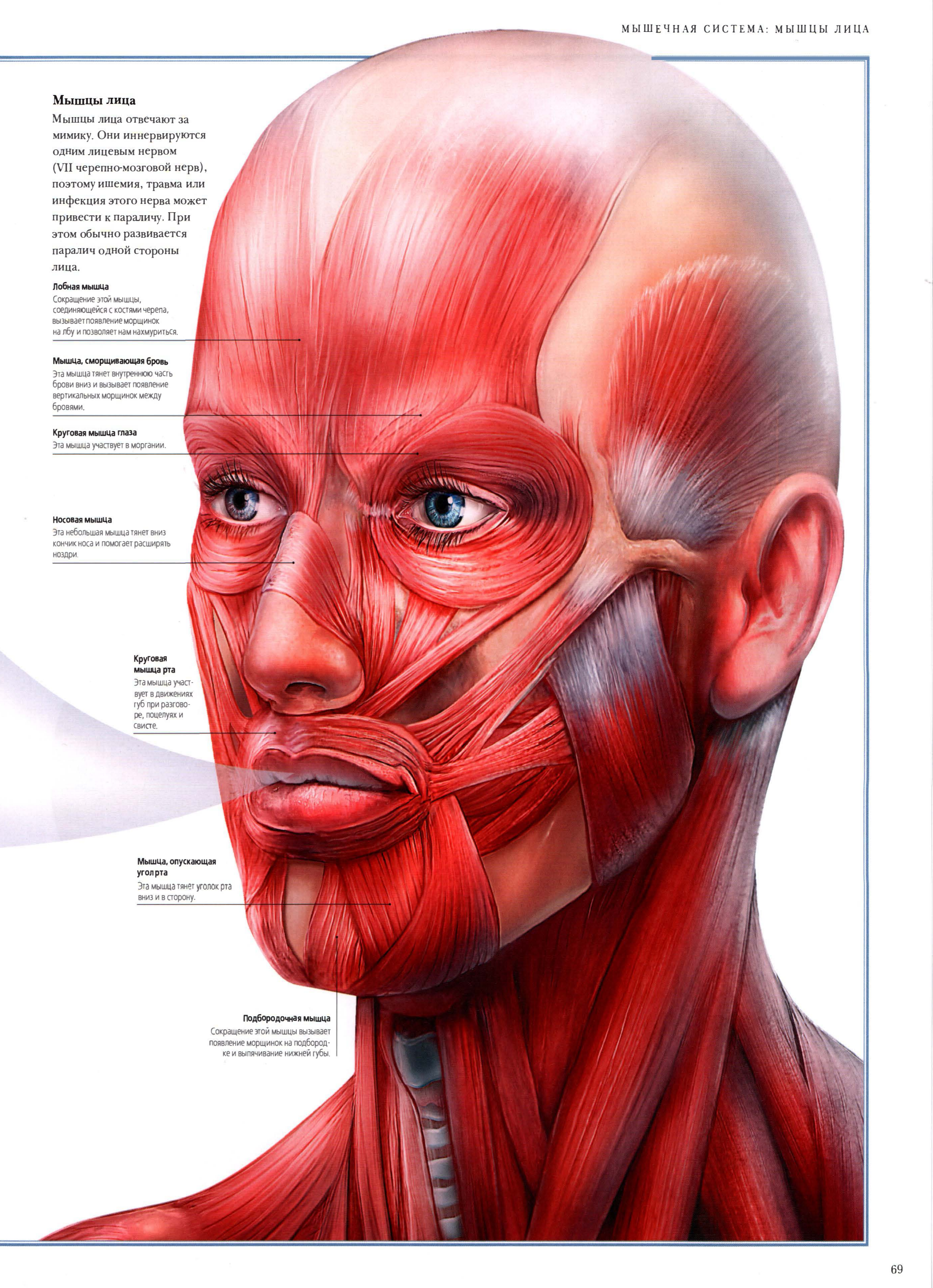
Эта мышца участвует в движениях губ при разговоре, поцелуях и свисте.

Мышца, опускающая угол рта

Эта мышца тянет уголок рта вниз и в сторону.

Подбородочная мышца

Сокращение этой мышцы вызывает появление морщинок на подбородке и выпячивание нижней губы.



ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ

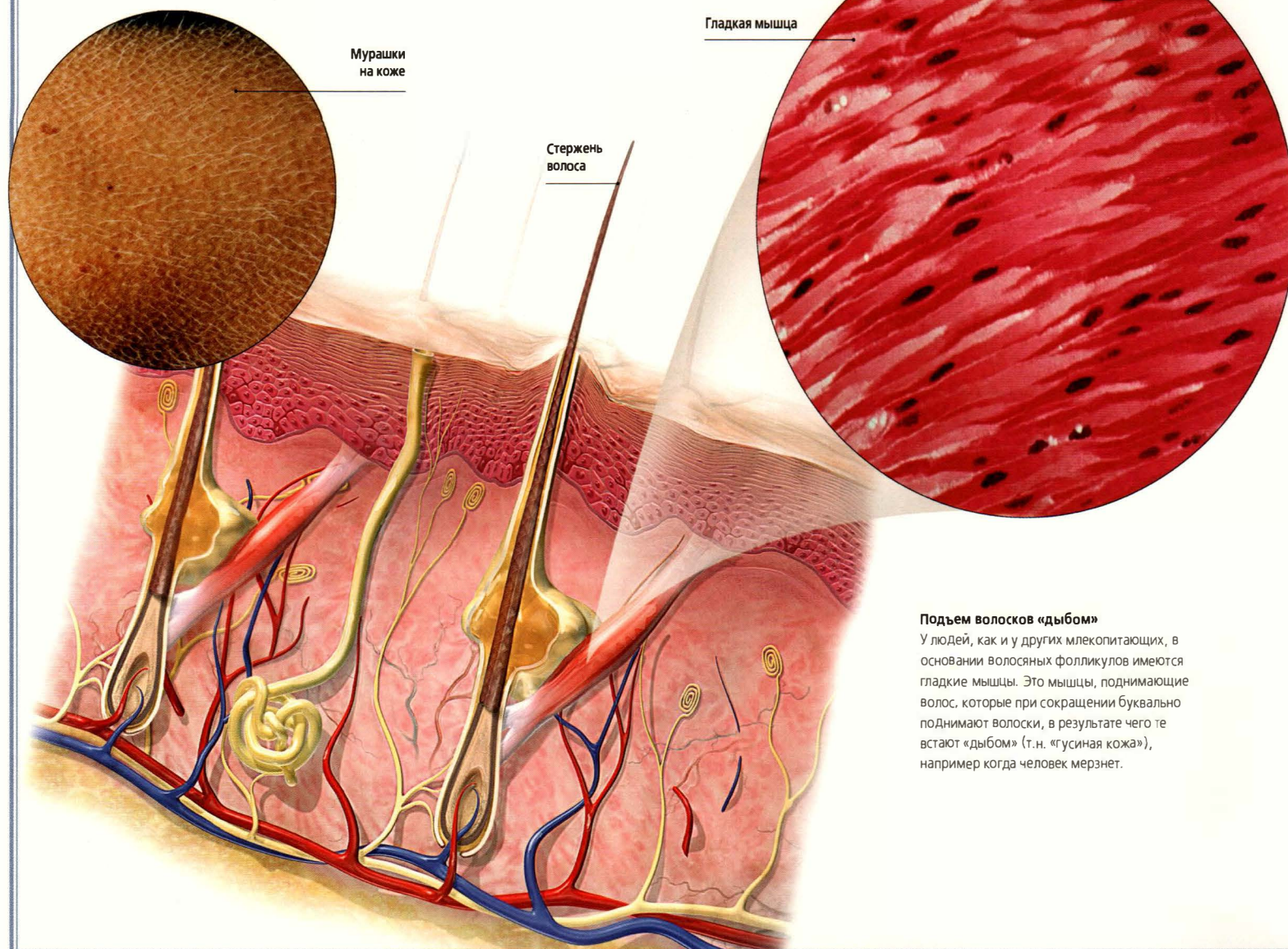


Гладкие мышцы в отличие от скелетных мышц не участвуют в движениях конечностей, и их работа не поддается сознательному контролю. Они формируют стенки полых органов – желудка, кишечника, мочевого пузыря и матки. Они также являются главным строительным материалом трубчатых структур, включая километры мелких кровеносных сосудов, дыхательные пути, легкие и различные протоки, переносящие субстанции в пищеварительном тракте и репродуктивной системе. Работа гладких мышц контролируется нервной системой, гормонами или самими гладкими мышцами, запускающими медленные сокращения, проталкивающие пищу, кровь, мочу и рождающегося ребенка.



Медленные, неумимые и приспособляемые

Скелетные мышцы сокращаются быстро, но для их работы необходимо много энергии, и они быстро устают. В противоположность им гладкие мышцы сокращаются медленно и расходуют намного меньше энергии. Это позволяет им сокращаться непрерывно в течение длительного времени – например стенки кровеносных сосудов сокращаются годами. В отличие от других типов мышц гладкие мышцы могут выдерживать сильное растяжение. Мочевой пузырь может оставаться растянутым в течение нескольких часов; желудок и кишечник удерживают пищу, пока она не переварится.



Подъем волосков «дыбом»

У людей, как и у других млекопитающих, в основании волосяных фолликулов имеются гладкие мышцы. Это мышцы, поднимающие волос, которые при сокращении буквально поднимают волоски, в результате чего те встают «дыбом» (т.н. «гусиная кожа»), например когда человек мерзнет.

Гладкие мышцы желудка

Непосредственно под оболочкой желудка лежит слой мышц, расположенных под разными углами. Сокращение этих мышц помогает перемешивать пищу с пищеварительными соками и перемещать эту смесь в кишечник. По мере опорожнения желудка, желудочная стенка сморщивается, образуя толстые складки, а при поступлении пищи снова растягивается.

Оболочка желудка

Мышечный слой

Толстый кишечник

Гладкие мышцы кишечника

Как и другие части желудочно-кишечного тракта, тонкий и толстый кишечник имеют многослойную стенку, включающую слой гладких мышц. Благодаря этому они могут растягиваться по мере продвижения пищи. Сокращения мышечного слоя кишечной стенки способствуют проталкиванию пищи в нужном направлении.

Тонкий кишечник

Стенка матки

В норме матка имеет размер груши, но во время беременности ее стенки сильно растягиваются. По мере роста зародыша, повышенный уровень эстрогена стимулирует утолщение мышечного слоя – т.н. миометрия.

Миометрий

Шейка матки

Желудок

Гладкие мышцы
Волокна гладких мышц сокращаются как одно целое.

Фаллопиева труба

Сокращения гладких мышц стенки фаллопиевой трубы помогают улавливать высвобождающуюся при овуляции яйцеклетку.

Растяжимые органы

Гладкие мышцы отличаются растяжимостью и эластичностью. Это позволяет желудочной стенке сильно растягиваться и удерживать в себе пищу в течение нескольких часов. Затем желудок возвращается к нормальному размеру. Полный желудок взрослого человека может содержать 3,75 л пищи, заходя при этом на несколько сантиметров вниз в брюшную полость. После опорожнения объем желудка может быть меньше четверти чашки (60 мл). А толстые стенки мочевого пузыря взрослого человека могут удерживать до 950 мл мочи.

НАРУШЕНИЯ И ЗАБОЛЕВАНИЯ МЫШЦ

Повреждение скелетных мышц ведет к нарушению движений. Все времена испытывают непроизвольные мышечные сокращения – неожиданные «подергивания» скелетных мышц. Если мышца сразу не расслабляется, может развиться спазм. Спазмы чаще возникают в мышцах щиколоток и бедер и могут указывать на недостаток калия, необходимого для нормальных мышечных сокращений. При разрыве большого количества мышечных волокон (в результате травмы или перегрузки) развивается растяжение, заживающее в течение недели или двух. Если разорвана вся мышца, на заживление потребуются месяцы, и в результате образуется рубцовая ткань, не позволяющая полностью восстановить силу и выносливость мышцы. Наследственные прогрессирующие мышечные дистрофии вызывают необратимое разрушение мышечной ткани, сопровождающееся ослаблением мышц.

Спортсмены в инвалидных колясках

На баскетбольном матче между спортсменами-инвалидами Китая и Канады в 2008 г. Хуанг Ксумэн забросил мяч. Соревнования проводились в рамках международных Паралимпийских игр, организуемых для спортсменов-инвалидов. Мышцы ног Хуанга парализованы, но благодаря интенсивным тренировкам у него хорошо развиты скелетные мышцы верхней части тела.

Столбняк

Если в пуповину новорожденного попадет бактерия *Clostridium tetani*, у него может развиться тризм челюсти и другие симптомы столбняка. Выделяемый этой бактерией токсин не дает мышцам расслабляться. Своевременное введение антитоксина позволяет добиться полного выздоровления.



Мышечная дистрофия

Самая тяжелая мышечная дистрофия, называемая дистрофией Дюшенна, обычно развивается у детей. Это смертельное заболевание, т.к. со временем перестают работать дыхательные мышцы. Миотоническая дистрофия чаще развивается у взрослых. При этом поражаются только мышцы лица, шеи и нижних конечностей. Постепенное отмирание мышц ведет к их ослаблению, но большинство людей с миотонической дистрофией сохраняют подвижность в течение многих лет. Однако их движения затруднены, т.к. мышцы не могут полностью расслабляться.





Ахиллесова пята

При чрезмерном растяжении сухожилие может разорваться, порвав связь между мышцами и костями. На рисунке показан разрыв ахиллова сухожилия, соединяющего мышцы пятки с пяточной костью. Такая травма требует хирургического вмешательства.



Болевой сигнал

В зависимости от тяжести травмы, боль может быть слабой, сильной или средней. Но в любом случае боль всегда указывает на повреждение. Этот спортсмен испытывает сильную боль из-за острой травмы – тяжелого разрыва мышцы бедра.



Профилактика и лечение разрывов мышц

На этом изображении, полученном с помощью МРТ, можно видеть разрыв мышцы. Вероятность травм можно уменьшить, если регулярно заниматься спортом и перед занятиями должным образом разминаться. На тренировках следует остерегаться перегрузок и помнить, что боль указывает на повреждение. В большинстве случаев для лечения травмы мышцы необходимо обеспечить покой больной конечности.

От усталости до травмы

При интенсивных сокращениях, например, во время спортивных занятий или тяжелой физической работы, некоторые мышечные волокна рвутся, это вполне нормально. При этом также вырабатывается молочная кислота, и истощаются запасы гликогена, в форме которого в мышце запасается энергия. Все это ведет к боли и тугоподвижности в течение нескольких дней. Боль указывает на перенапряжение мышцы и необходимость отдыха, иначе возможна травма.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Нервная система человека представляет собой сложную систему контроля, выполняющую три основных задачи. Во-первых, миллиарды нейронов и сложный головной мозг постоянно отслеживают состояние организма и окружающей среды. Во-вторых, поступающая информация непрерывно и быстро анализируется. Наконец, нервная система посылает инструкции органам и тканям, чтобы произвести необходимые изменения.

Головной и спинной мозг формируют центральную нервную систему (ЦНС), отвечающую за анализ информации, поступающей от рецепторов и органов чувств. При необходимости ЦНС посылает сигналы для обеспечения реакций организма. Эти сигналы передаются по периферической нервной системе (ПНС), образующей сложную сеть нервов, оплетающих все тело.

Межреберные нервы
Межреберные нервы иннервируют кожу, брюшную стенку и сердечную мышцу.

Подзатылочный-подчелюстной нерв
Этот нерв передает сигналы от височной, лобной и затылочной областей головы.

Поясничное сплетение
Нервы из этого сплетения иннервируют мышцы брюшной полости и бедер.

Бедренноплечевой нерв
Этот нерв иннервирует область плечевого сустава.

Срединный нерв
Этот нерв иннервирует некоторые мышцы предплечья, кисти и пальцев.

Локтевой нерв
Этот нерв иннервирует мышцы предплечья и кисти.

Срамной нерв
Этот нерв иннервирует мышцы, участвующие в контроле мочеиспускания, анального отверстия и эрекции пениса.

Головной мозг
Головной мозг прямо или косвенно контролирует все функции тела.

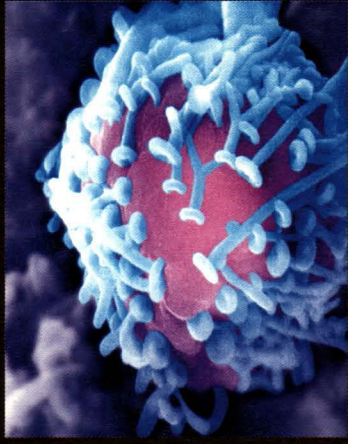
Столб мозга
Столб физически соединяет головной мозг со спинным.

Диафрагмальный нерв
Этот нерв контролирует движения диафрагмы – важной дыхательной мышцы.

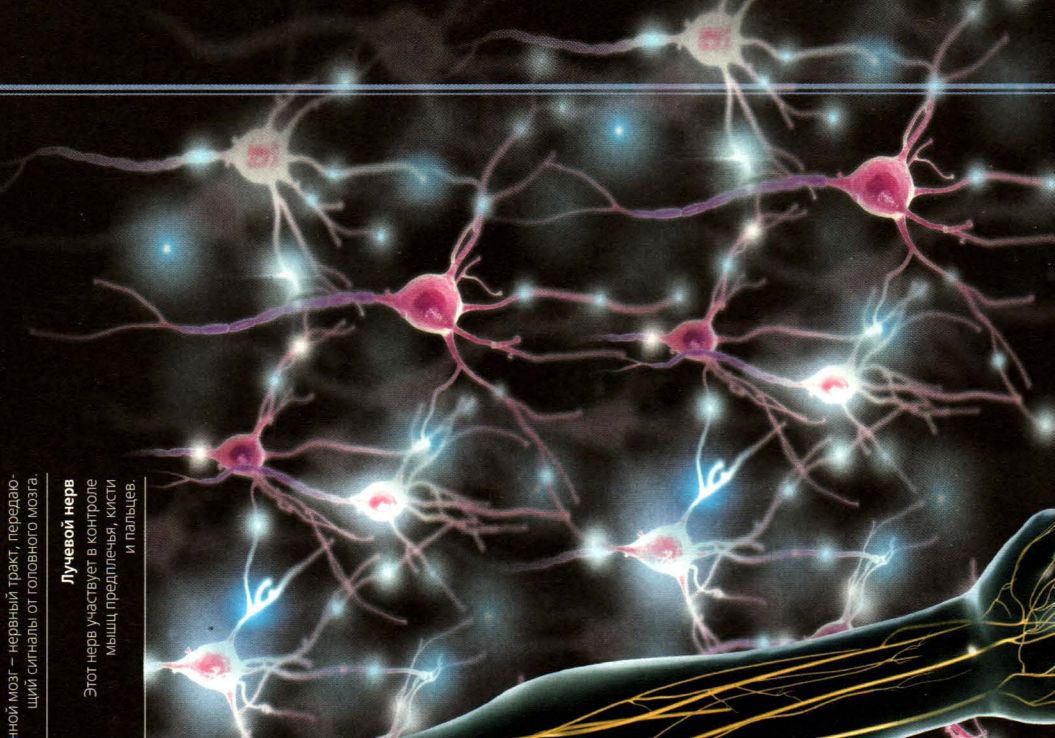
Плечевое сплетение
Сплетение – это группа нервов. Нервы плечевого сплетения иннервируют плечи и руки.

Спинной мозг
Спинной мозг – нервный тракт, передающий сигналы от головного мозга.

Лучевой нерв
Этот нерв участвует в контроле мышц предплечья, кисти и пальцев.



Коммуникации нейронов
Задачей нейронов является передача информации. Окончания длинных аксонов образуют соединения с органами-мишенями. На этом рисунке розовое тело нервной клетки почти полностью покрыто голубыми окончаниями аксонов других нейронов.



Седалищный нерв

Это самый толстый и длинный нерв тела, иннервирующий ягодичцы и мышцы нижней части ноги.

Нейрональные зоны

Нейроны спинного мозга передают сигналы определенным областям кожи. Области кожи, иннервируемые разными спинномозговыми нервами – шейными, грудными, поясничными и крестцовыми, – называются дерматомами или областями иннервации. На этом рисунке дерматома, иннервируемые шейными нервами, окрашены пурпурным цветом, иннервируемые грудными нервами – красным цветом, иннервируемые поясничными – синим и иннервируемые крестцовыми – желтым цветом.

Общий малоберцовый нерв

Этот нерв иннервирует мышцы колена, щиколотки и стопы.

Большеберцовый нерв

Глубокий малоберцовый нерв

Эта ветвь общего малоберцового нерва иннервирует некоторые мышцы стопы и кожу большого пальца ноги.

Поверхностный малоберцовый нерв

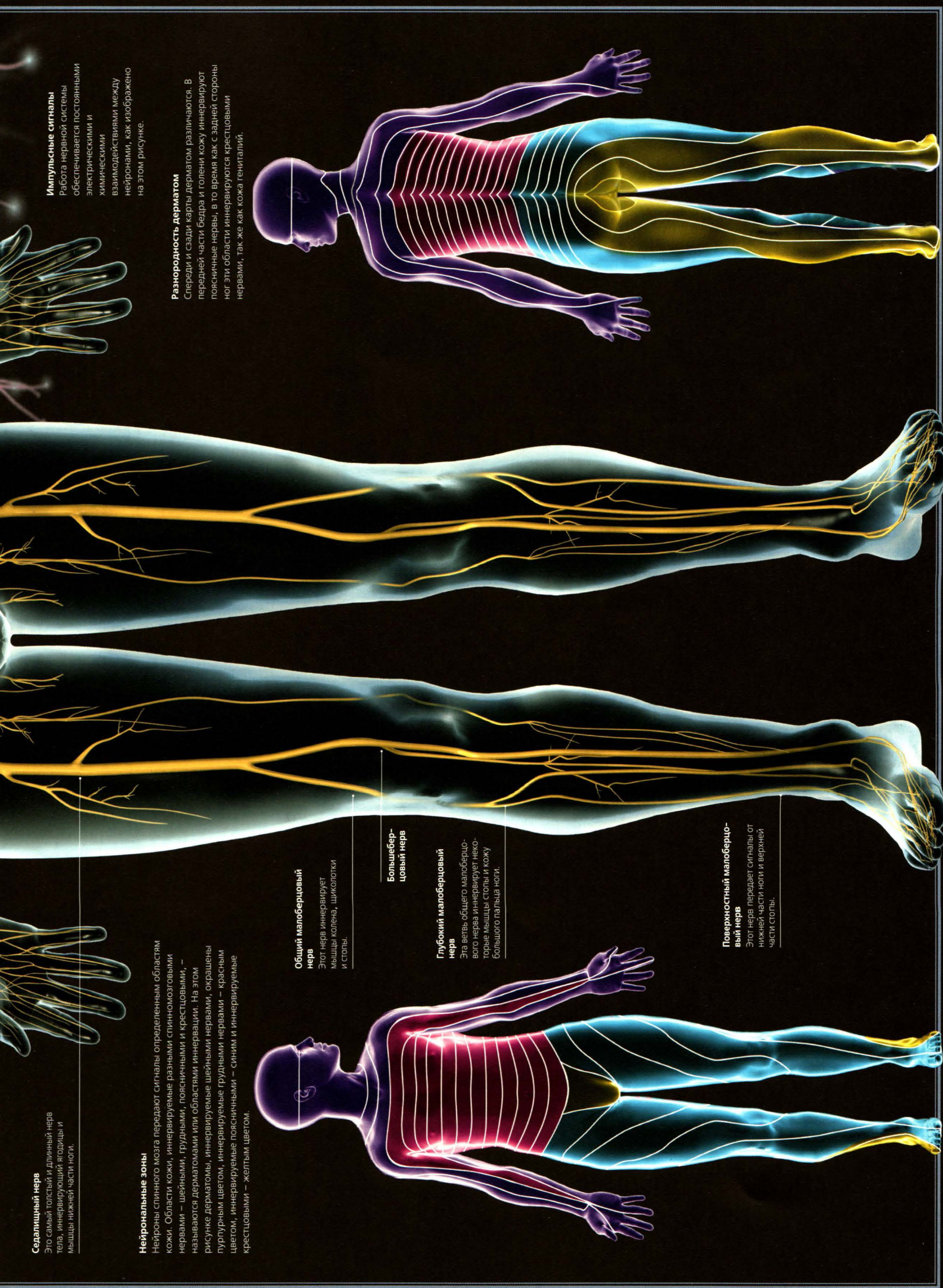
Этот нерв передает сигналы от нижней части ноги и верхней части стопы.

Импульсные сигналы

Работа нервной системы обеспечивается постоянными электрическими и химическими взаимодействиями между нейронами, как изображено на этом рисунке.

Разнообразие дерматом

Спереди и сзади карты дерматом различаются. В передней части бедра и голени кожу иннервируют поясничные нервы, в то время как с задней стороны ног эти области иннервируются крестцовыми нервами, так же как кожа гениталий.



СПИННОЙ МОЗГ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ НЕРВЫ

Спинальный мозг – важный нервный тракт, соединяющий головной мозг с другими областями тела, по которому непрерывно передается информация. Нервы периферической нервной системы передают сигналы между спинным мозгом к органам и тканям тела. Нервные сети оплетают все тело, распадаясь на две группы. Соматические нервы прямо соединяют спинной или головной мозг со скелетными мышцами и сухожилиями. Нервы автономной нервной системы соединяют центральную нервную систему с органами и тканями не прямо, а через ганглии – кластеры нервных клеток, расположенные вне спинного и головного мозга. Ганглии служат передаточными пунктами для сигналов, идущих к мышцам и железам.

Автономная нервная система

Автономная нервная система передает сигналы сердцу, железам и гладким мышцам внутренних органов. Она состоит из двух частей. Парасимпатическая нервная система работает в состоянии покоя, контролирует переваривание пищи и отвечает за пополнение энергетических ресурсов организма. Симпатическая нервная система руководит реакциями, требующими активности, например, вызывает учащение сердечного ритма при возбуждении. Баланс между этими системами обеспечивает тонкий контроль работы внутренних органов.

Реакция «борись или беги»

Опасность, возбуждение и стресс запускают реакцию «борись или беги», за которую отвечает симпатическая нервная система. При этом замедляется переваривание пищи, учащаются сердечный ритм и дыхание и усиливается потоотделение.

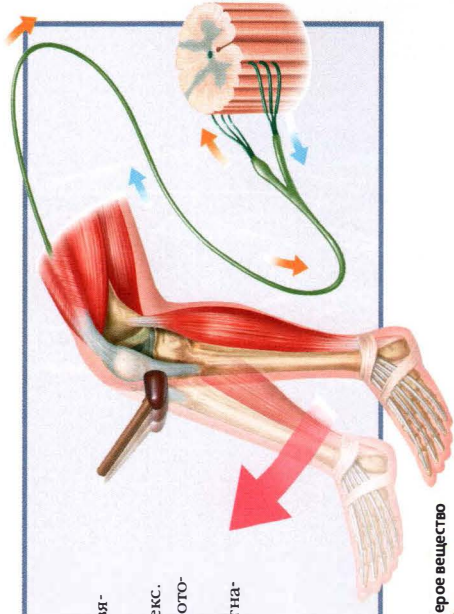
Симпатическая нервная система

Расслабление ресничной мышцы, фокусировка взгляда на дальних предметах, расширение зрачка.

Выработка густой слюны.

РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА

В рефлекторной дуге сенсорный нейрон связывается с двигательным нейроном. Примером может служить коленный рефлекс. Удар активирует рецепторы растяжения, которые посылают по сенсорным волокнам нервные импульсы в спинной мозг. Там сигналы переходят на двигательные нейроны, вызывающие сокращение четырехглавой мышцы бедра и выпрямление ноги.



Паутинная оболочка

Серое вещество

Внутреннее строение спинного мозга

Наружную часть спинного мозга образуют аксоны нейронов, окруженные белым изолирующим слоем миелина. Тела нейронов, а также дендриты и синапсы образуют лежащее в середине серое вещество. Эти нежные области окружены мембранами (т.н. мозговыми оболочками) и костями позвоночника. Центральный канал наполнен спинномозговой жидкостью.

Твердая оболочка

Жировая и соединительная ткань

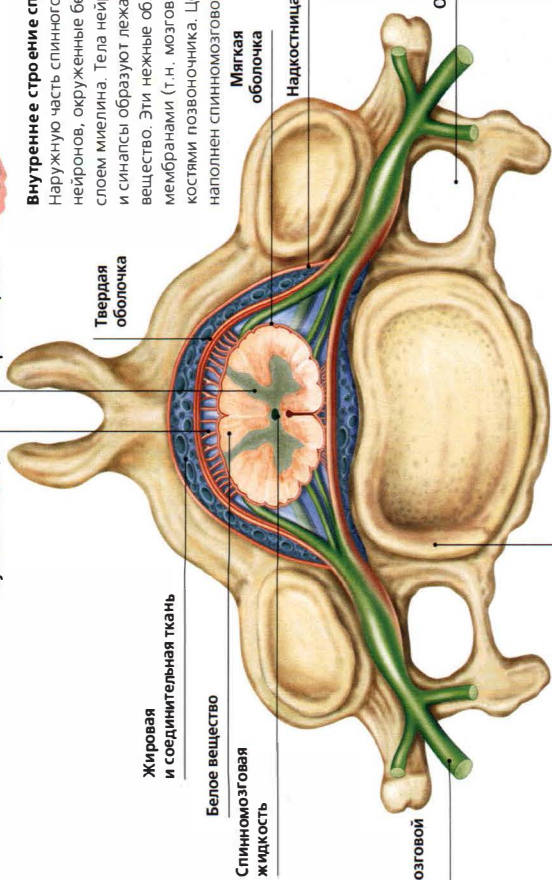
Белое вещество

Спинномозговая жидкость

Надкостница

Спинномозговой нерв

Отверстие для артерии и вены



Парасимпатические реакции

Сигналы парасимпатической нервной системы контролируют такие рутинные процессы, как переваривание пищи и удаление продуктов распада. При этом общая физическая активность замедляется.

Парасимпатическая нервная система

Головной мозг

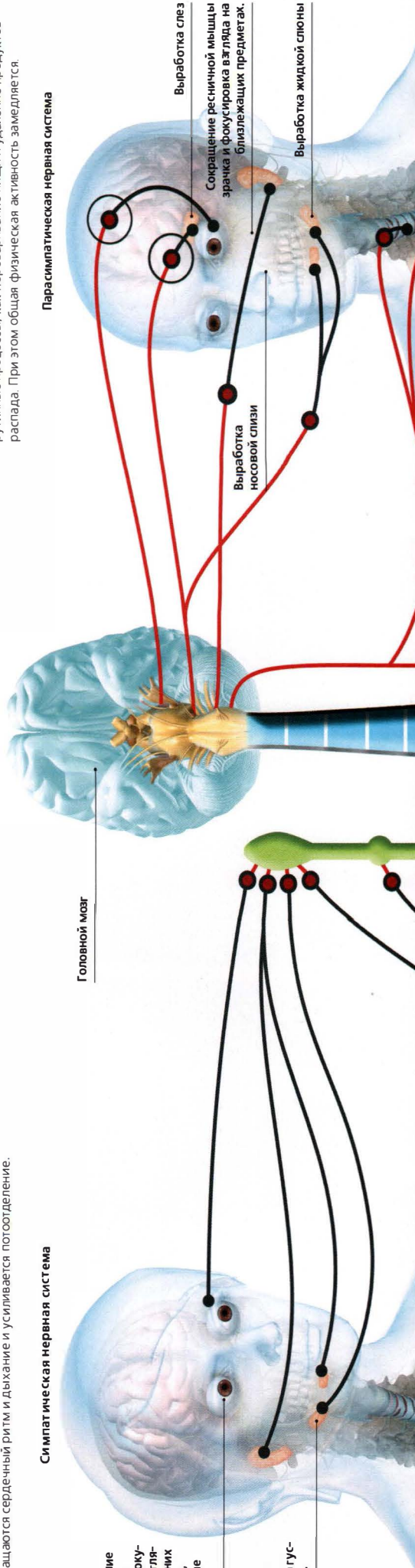
Симпатическая нервная система

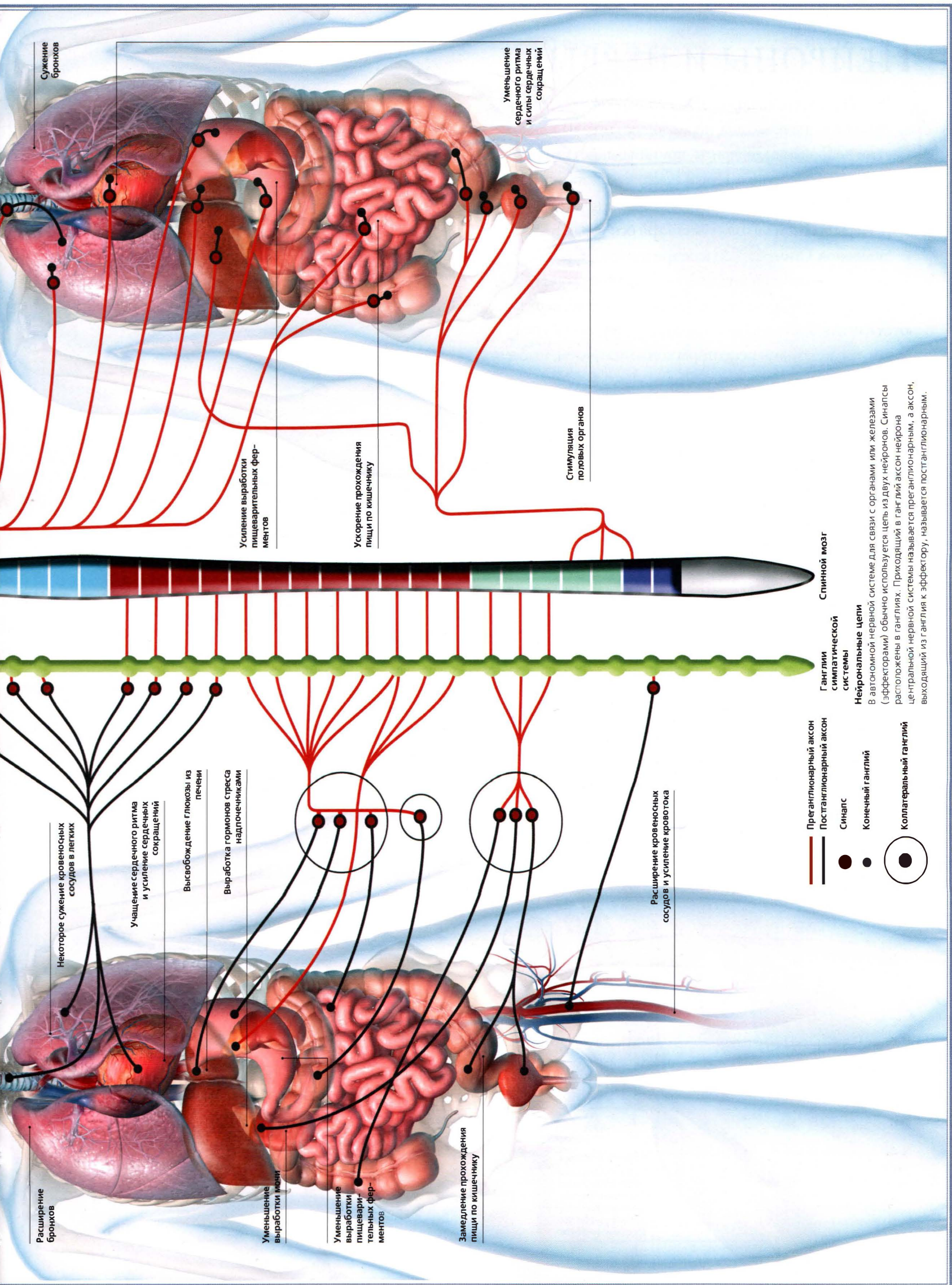
Выработка слез

Сокращение ресничной мышцы зрачка и фокусировка взгляда на близлежащих предметах.

Выработка жидкой слюны

Выработка носовой слизи





НЕЙРОНЫ И НЕРВЫ



Нервные клетки (нейроны) имеют округлое тело и два типа отростков: аксоны, передающие сигналы к другим нейронам, и дендриты, принимающие сигналы от других нейронов. Пучки аксонов образуют похожие на кабель структуры, называемые нервами.

Нервная система имеет всего три основных типа нейронов. Стимулы, несущие зрительную, слуховую, осязательную, вкусовую и обонятельную информацию, а также информацию о боли и температуре, передаются в центральную нервную систему по сенсорным нейронам, соединяющим рецепторы кожи, глаз, ушей, мышц и т.д. со спинным и головным мозгом. Двигательные (моторные) нейроны передают импульсы от центральной нервной системы мышцам и железам тела. Но большая часть нейронов относится к интернейронам, передающим сигналы в пределах головного и спинного мозга между сенсорными и двигательными нейронами.

Нервные сети

Нейроны организованы в нервные сети разных типов. В конвергентной сети импульсы от нескольких нейронов передаются на один нейрон, получающий довольно мощную стимуляцию. В дивергентной сети сигнал передается большому количеству клеток, благодаря чему сенсорная информация поступает к разным нервным центрам мозга. Реверберирующие сети отвечают за ритмические сокращения дыхательных мышц. В таких сетях расположенный ниже нейрон имеет раздваивающийся аксон, одна ветвь которого передает импульс дальше, а другая образует петлю, возбуждая выходящий нейрон сети, так что сигнал рециклирует.

Микротрубочки

Митохондрия

Ядро

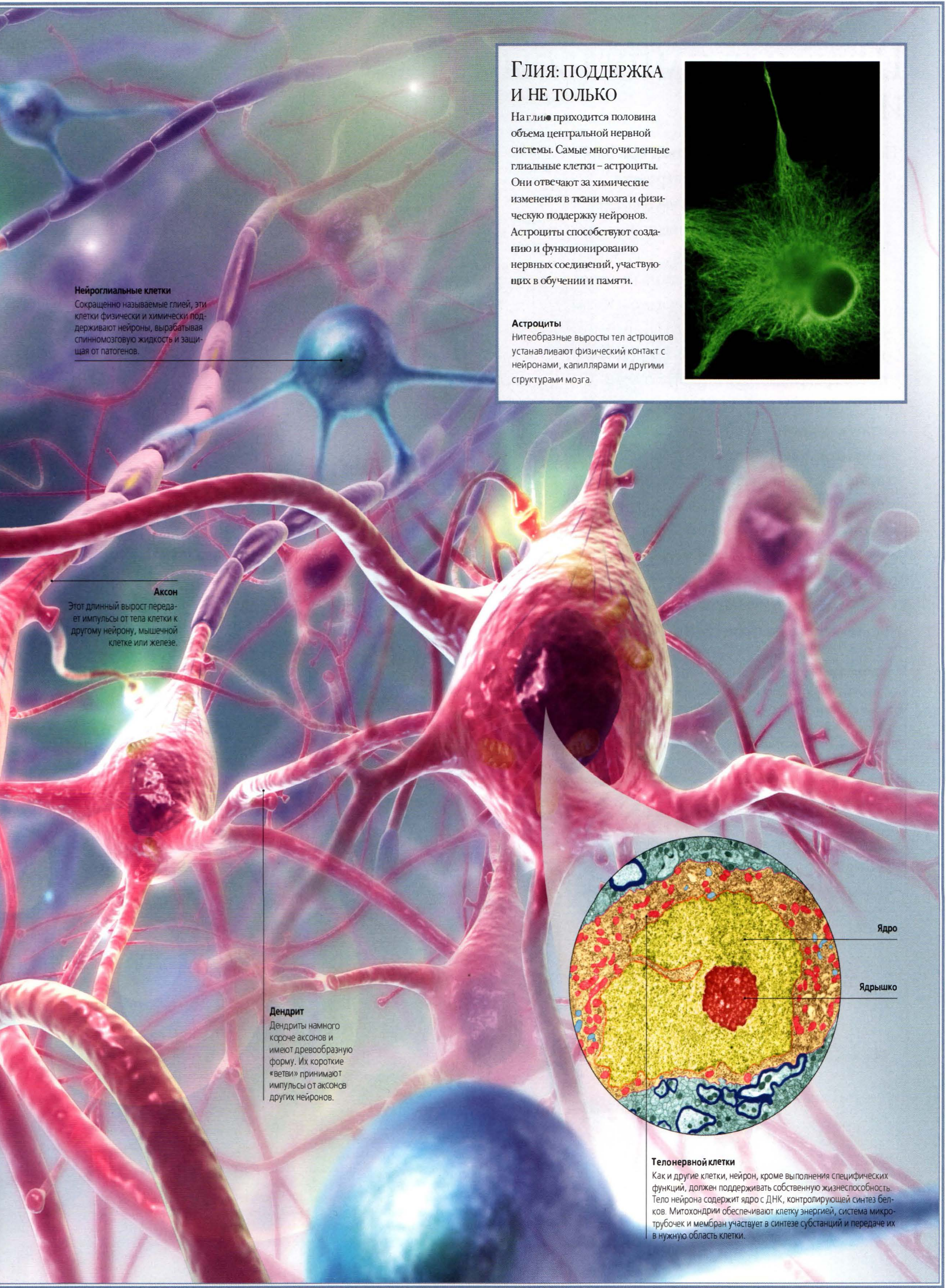
Тело клетки

Миелиновая оболочка

Эта богатая жирами оболочка обеспечивает электрическую изоляцию аксонов нервных клеток, обеспечивая быстрое проведение импульсов.

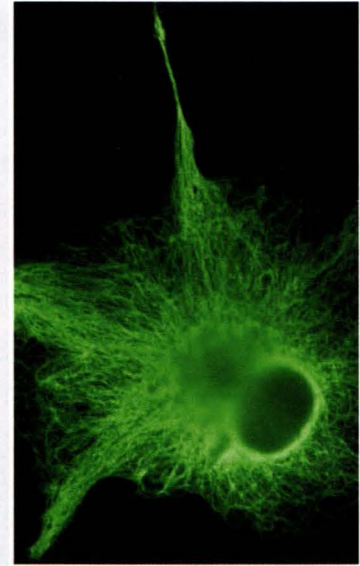
Синаптическая бляшка

В окончаниях аксон образует утолщения – синаптические бляшки, содержащие пузырьки с нейромедиатором. Нейромедиатор (нейропередатчик) – химическое соединение, передающее нервный сигнал следующему нейрону.



Глия: ПОДДЕРЖКА И НЕ ТОЛЬКО

На глию приходится половина объема центральной нервной системы. Самые многочисленные глиальные клетки – астроциты. Они отвечают за химические изменения в ткани мозга и физическую поддержку нейронов. Астроциты способствуют созданию и функционированию нервных соединений, участвующих в обучении и памяти.



Астроциты
Нитеобразные выросты тел астроцитов устанавливают физический контакт с нейронами, капиллярами и другими структурами мозга.

Нейроглиальные клетки

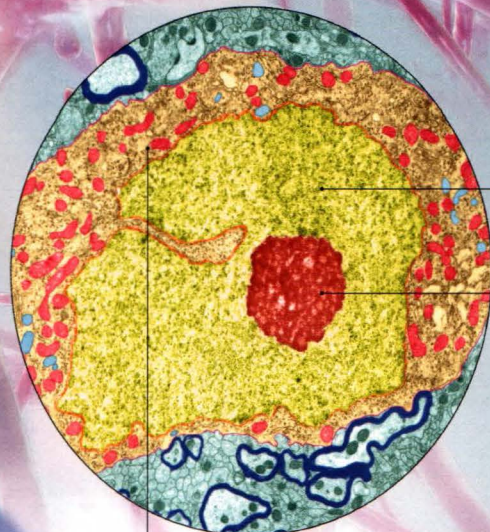
Сокращенно называемые глией, эти клетки физически и химически поддерживают нейроны, вырабатывая спинномозговую жидкость и защищая от патогенов.

Аксон

Этот длинный вырост передает импульсы от тела клетки к другому нейрону, мышечной клетке или железе.

Дендрит

Дендриты намного короче аксонов и имеют древообразную форму. Их короткие «ветви» принимают импульсы от аксонов других нейронов.



Ядро

Ядрышко

Телонервной клетки

Как и другие клетки, нейрон, кроме выполнения специфических функций, должен поддерживать собственную жизнеспособность. Тело нейрона содержит ядро с ДНК, контролирующей синтез белков. Митохондрии обеспечивают клетку энергией, система микротрубочек и мембран участвует в синтезе субстанций и передаче их в нужную область клетки.

НЕРВНЫЕ ИМПУЛЬСЫ И СИНАПСЫ



Нейрон обладает возбудимостью, при определенной стимуляции он генерирует нервный импульс. Нейрон внутри заряжен отрицательно по отношению к внеклеточному пространству.

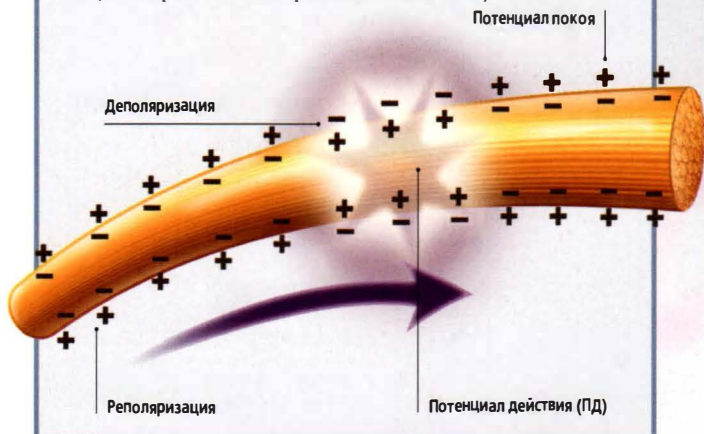
Возникающий электрический потенциал называется потенциалом покоя. Когда к телу нейрона подходит сигнал, временно изменяющий заряд нейрона, потенциал покоя превращается в потенциал действия – нервный импульс. Импульс идет по аксону к нервному окончанию. Окончание аксона отделено от следующего нейрона синапсом – узкой щелью. Когда к пресинаптическому окончанию подходит нервный импульс, из синаптической бляшки в синаптическую щель выделяются молекулы нейротрансмиттера. Они проходят через щель и взаимодействуют с постсинаптической клеткой, вызывая электрический ответ.

Нейромедиаторы

Нейромедиаторы (нейротрансмиттеры) включают десятки субстанций, которые синтезируются в нейронах и хранятся в синаптических бляшках в окончаниях аксонов. Некоторые нейротрансмиттеры стимулируют постсинаптическую клетку, вызывая ее возбуждение, другие – наоборот, вызывают тормозной ответ. В некоторых случаях эффект зависит от типа постсинаптической клетки. Примерно в половине всех возбуждающих синапсов головного мозга нейромедиатором является глутамат, а ацетилхолин передает стимулы скелетным мышцам, вызывая их сокращение.

НЕРВНЫЕ ИМПУЛЬСЫ

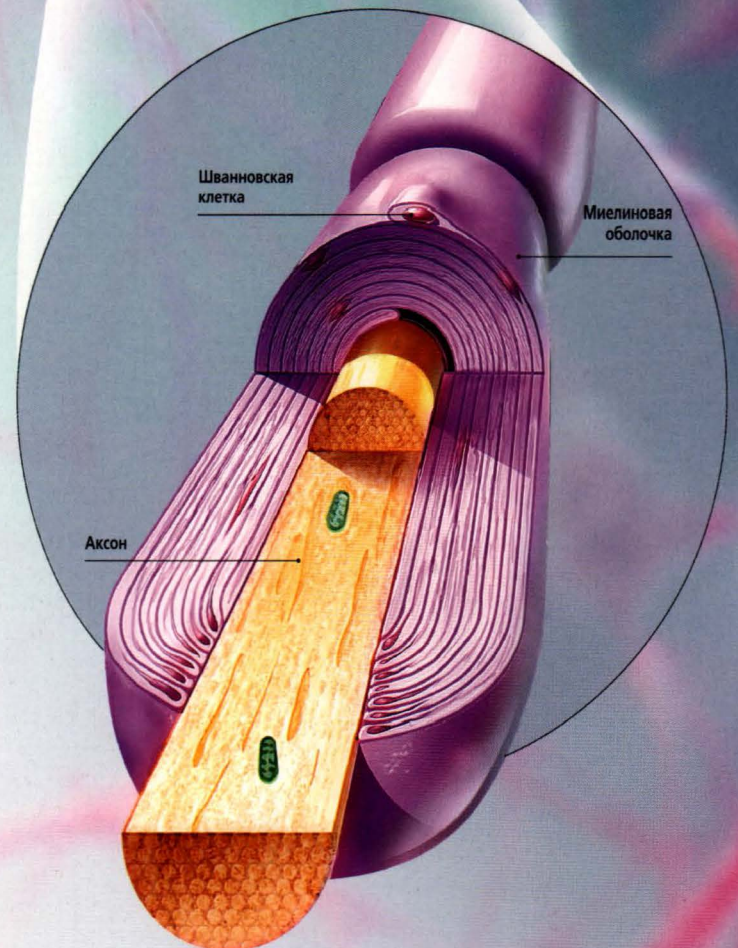
Дендриты являются приемными пунктами нервных сигналов. Именно с ними связывается нейромедиатор, стимулируя нервную клетку. Рядом с местом связывания открываются ионные каналы, и в клетку входят положительно заряженные ионы натрия. Когда ток натрия уменьшается, мембранный потенциал возвращается к уровню покоя. Тем временем импульс передается по нервной клетке к аксону.



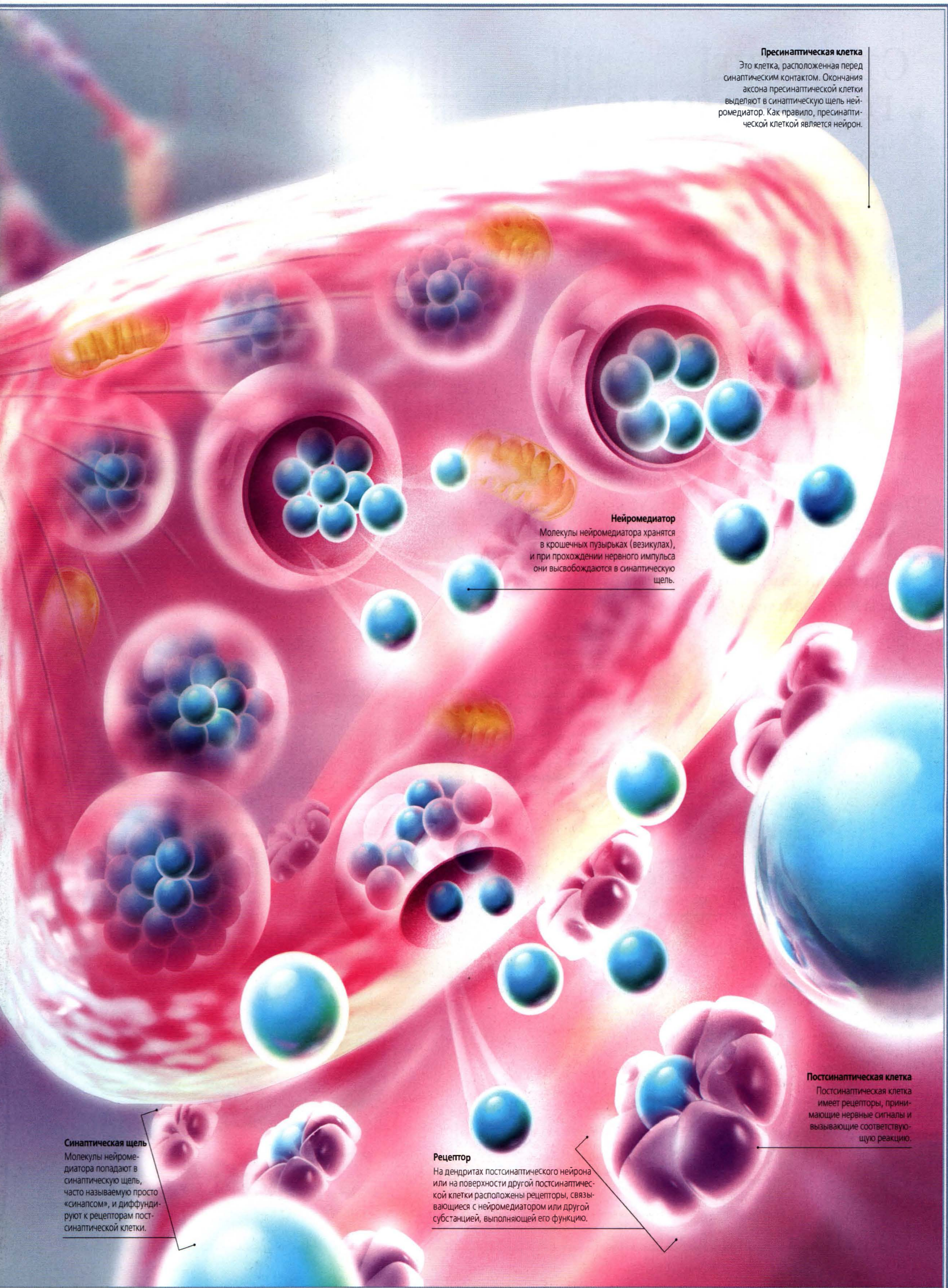
Пункт приема
Здесь передатчик связывается с постсинаптической клеткой и вызывает ее реакцию. В некоторых синапсах головного мозга сигнал передается электрически заряженными частицами, а не химическими нейротрансмиттерами.

Триггерная зона
Здесь мембрана аксона реагирует на поступающие стимулы, генерируя потенциал действия.

Ядро



Миелиновая оболочка
В периферической нервной системе аксоны обернуты шванновскими клетками, формирующими миелиновую оболочку. В ЦНС эту функцию выполняют другие глиальные клетки. При возбуждении аксона, потенциалы действия возникают в узлах (перехватах Ранвье), «перепрыгивая» через миелинизированные фрагменты мембраны. В результате возбуждение передается по аксону со скоростью 120 м/с.



Пресинаптическая клетка

Это клетка, расположенная перед синаптическим контактом. Окончания аксона пресинаптической клетки выделяют в синаптическую щель нейромедиатор. Как правило, пресинаптической клеткой является нейрон.

Нейромедиатор

Молекулы нейромедиатора хранятся в крошечных пузырьках (везикулах), и при прохождении нервного импульса они высвобождаются в синаптическую щель.

Постсинаптическая клетка

Постсинаптическая клетка имеет рецепторы, принимающие нервные сигналы и вызывающие соответствующую реакцию.

Рецептор

На дендритах постсинаптического нейрона или на поверхности другой постсинаптической клетки расположены рецепторы, связывающиеся с нейромедиатором или другой субстанцией, выполняющей его функцию.

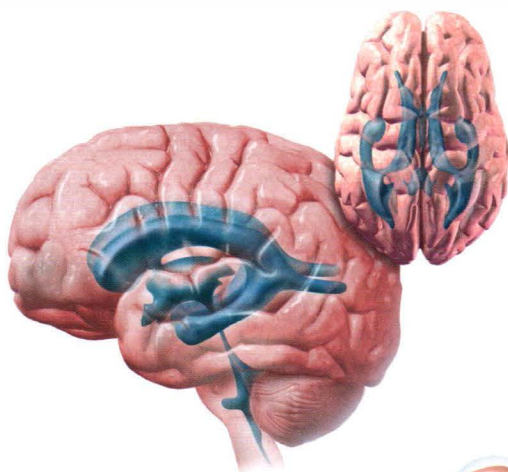
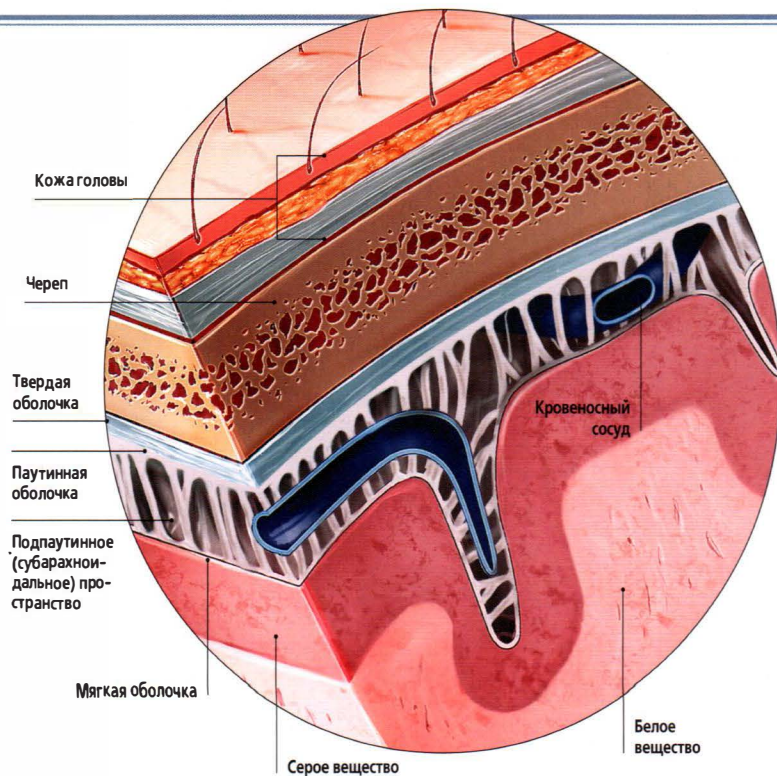
Синаптическая щель

Молекулы нейромедиатора попадают в синаптическую щель, часто называемую просто «синапсом», и диффундируют к рецепторам постсинаптической клетки.

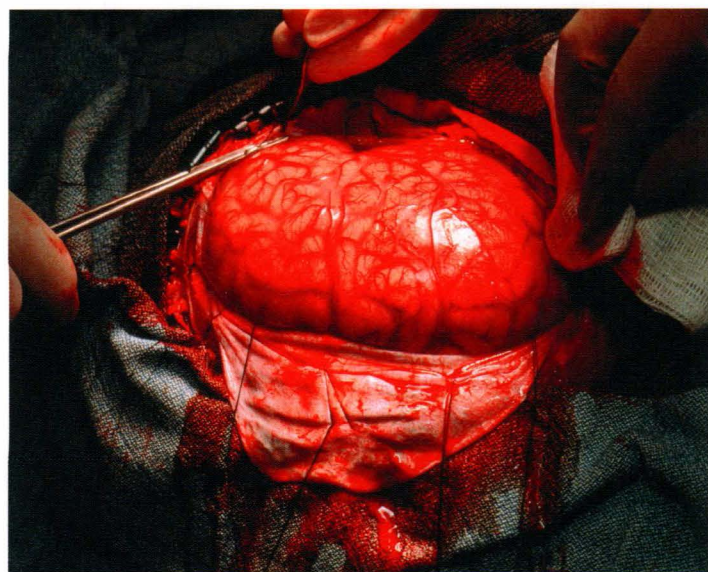
СТРОЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА



Головной мозг не только контролирует все функции тела, но и наделяет человека когнитивными и умственными способностями, не имеющими аналогов в природе. Головной мозг взрослого человека весит 1400–1800 г и имеет очень сложное строение. Верхние три четверти головного мозга разделены на две половины – правое и левое полушария, связанные толстыми нервными тяжами, образующими т.н. «мозолистое тело». В каждом полушарии выделяют лобную, затылочную, теменную и височную доли, названные по костям черепа, под которыми они расположены. Сверху вниз мозг имеет три слоя. Самая сложная переработка информации происходит в верхней извилистой лобной коре. Ниже лежит средний мозг, координирующий рефлексы и осуществляющий первичную обработку зрительной и слуховой информации. Еще ниже лежит задний мозг, контролирующий базовые рефлексы и функции тела.



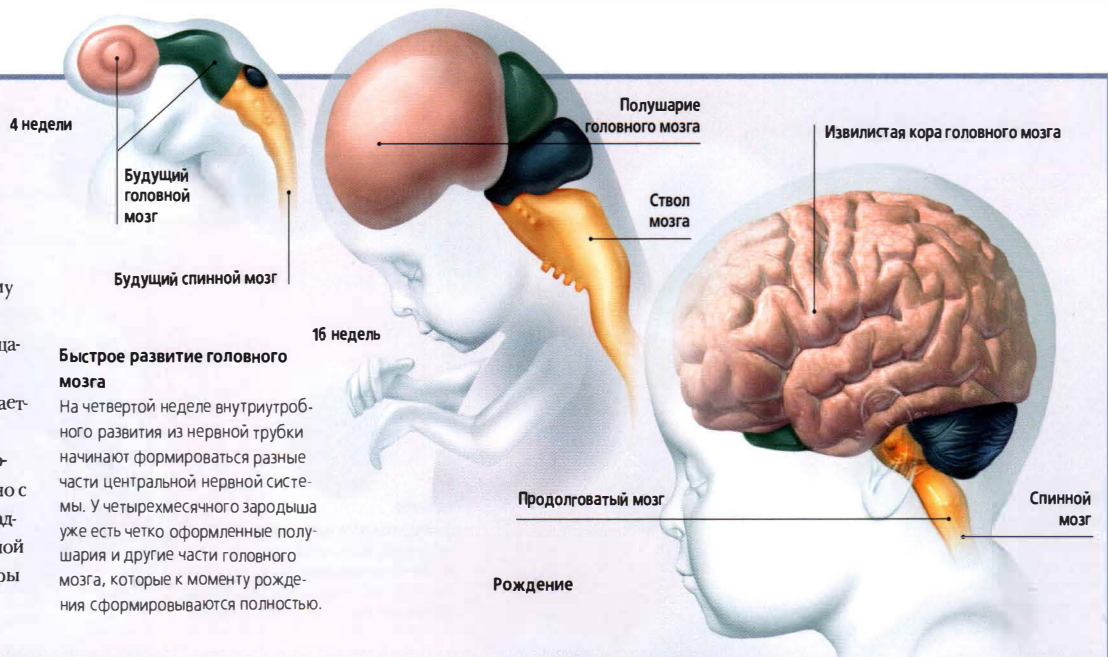
Заполненные жидкостью пространства
Полые камеры головного мозга, называемые желудочками, заполнены спинномозговой жидкостью. Эта жидкость амортизирует удары и содержит субстанции, необходимые нейронам для генерации нервных импульсов.



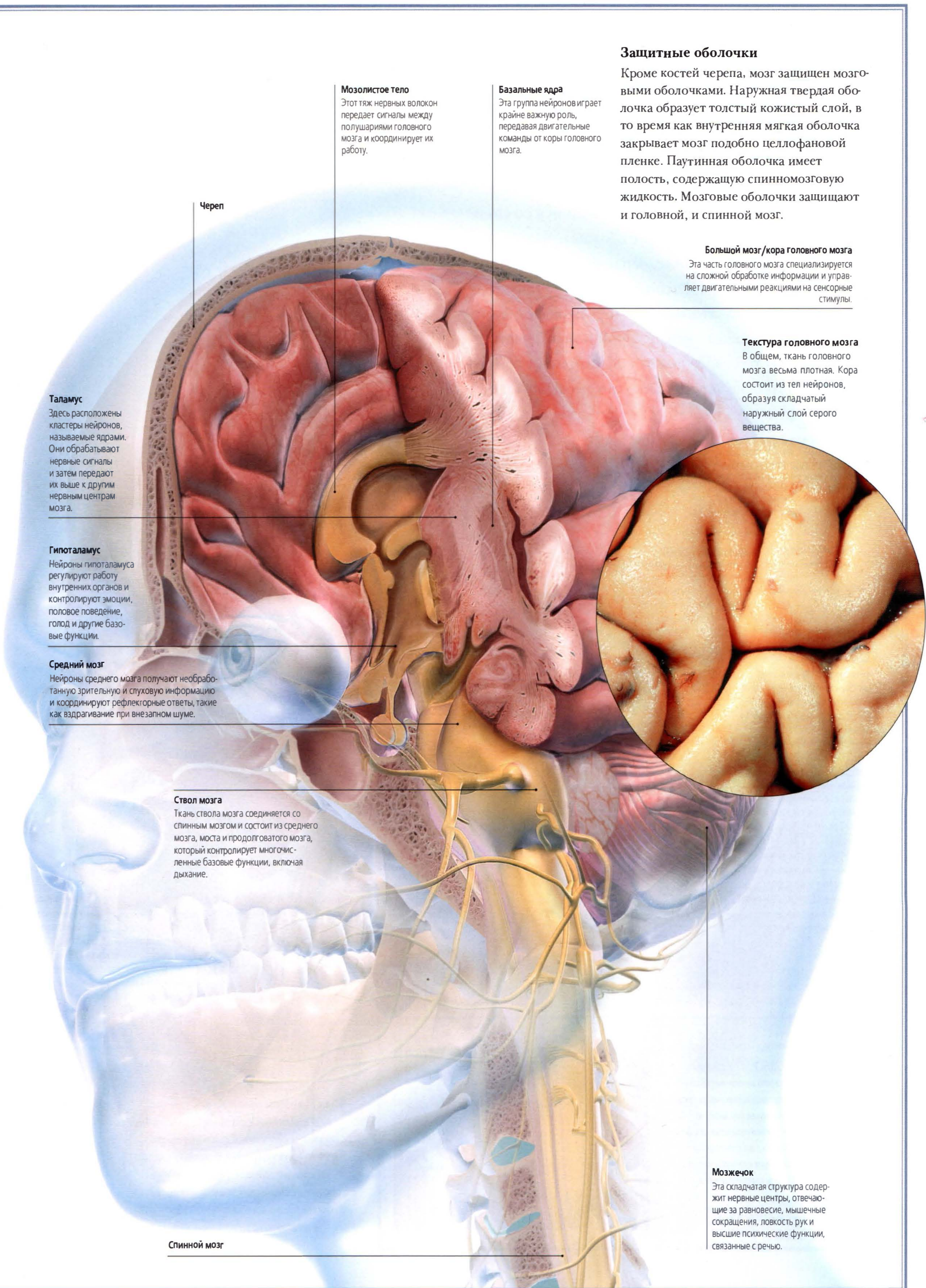
Поверхность головного мозга
В ходе операции по поводу тяжелой эпилепсии врач вскрывает две верхние оболочки головного мозга, обнажая мягкую оболочку и сеть кровеносных сосудов поверхности мозга.

РАЗВИТИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

В начале эмбрионального развития три основных типа ткани формируют зачатки будущих органов и структур. Одна из этих тканей – эктодерма – дает начало головному мозгу. Через три недели внутриутробного развития часть эктодермы эмбриона углубляется и образует нервную пластинку. К четвертой неделе эта структура складывается в трубку и формирует центральную нервную систему. Сначала полушария головного мозга имеют гладкую поверхность, но с развитием коры появляются глубокие складки и извилины, благодаря которым головной мозг имеет достаточно компактные размеры и вмещается в черепную коробку.



Быстрое развитие головного мозга
На четвертой неделе внутриутробного развития из нервной трубки начинают формироваться разные части центральной нервной системы. У четырехмесячного зародыша уже есть четко оформленные полушария и другие части головного мозга, которые к моменту рождения сформировываются полностью.



Защитные оболочки

Кроме костей черепа, мозг защищен мозговыми оболочками. Наружная твердая оболочка образует толстый кожистый слой, в то время как внутренняя мягкая оболочка закрывает мозг подобно целлофановой пленке. Паутинная оболочка имеет полость, содержащую спинномозговую жидкость. Мозговые оболочки защищают и головной, и спинной мозг.

Большой мозг/кора головного мозга

Эта часть головного мозга специализируется на сложной обработке информации и управляет двигательными реакциями на сенсорные стимулы.

Текстура головного мозга

В общем, ткань головного мозга весьма плотная. Кора состоит из тел нейронов, образуя складчатый наружный слой серого вещества.



Мозолистое тело

Этот пучок нервных волокон передает сигналы между полушариями головного мозга и координирует их работу.

Базальные ядра

Эта группа нейронов играет крайне важную роль, передавая двигательные команды от коры головного мозга.

Череп

Таламус

Здесь расположены кластеры нейронов, называемые ядрами. Они обрабатывают нервные сигналы и затем передают их выше к другим нервным центрам мозга.

Гипоталамус

Нейроны гипоталамуса регулируют работу внутренних органов и контролируют эмоции, половое поведение, голод и другие базовые функции.

Средний мозг

Нейроны среднего мозга получают необработанную зрительную и слуховую информацию и координируют рефлекторные ответы, такие как вздрагивание при внезапном шуме.

Столб мозга

Ткань столба мозга соединяется со спинным мозгом и состоит из среднего мозга, моста и продолговатого мозга, который контролирует многочисленные базовые функции, включая дыхание.

Спинной мозг

Мозжечок

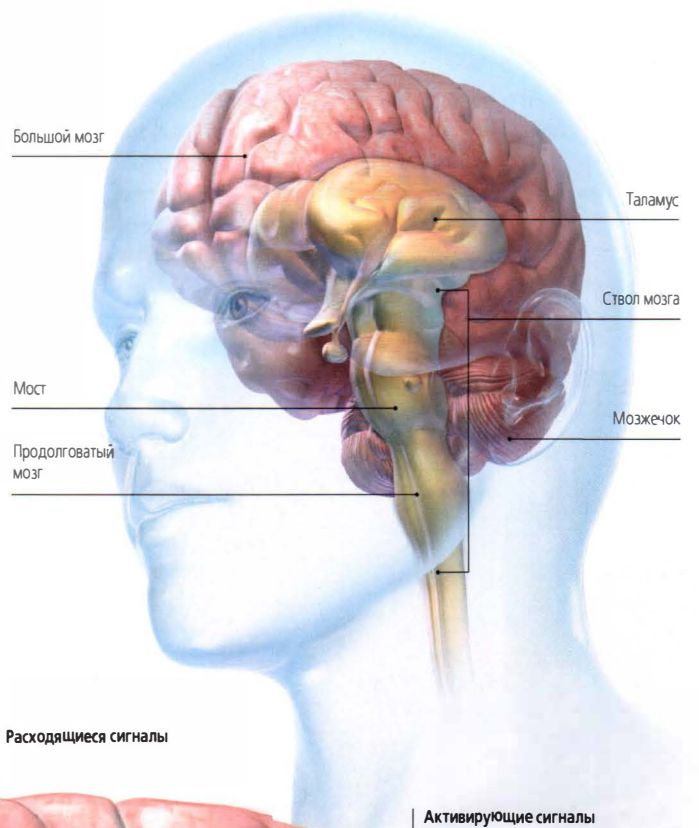
Эта складчатая структура содержит нервные центры, отвечающие за равновесие, мышечные сокращения, ловкость рук и высшие психические функции, связанные с речью.

СТВОЛ МОЗГА



Ствол мозга лежит между верхней частью спинного мозга и большим мозгом. Он состоит из продолговатого мозга, моста и среднего мозга, длина каждого из которых около 2,5 см.

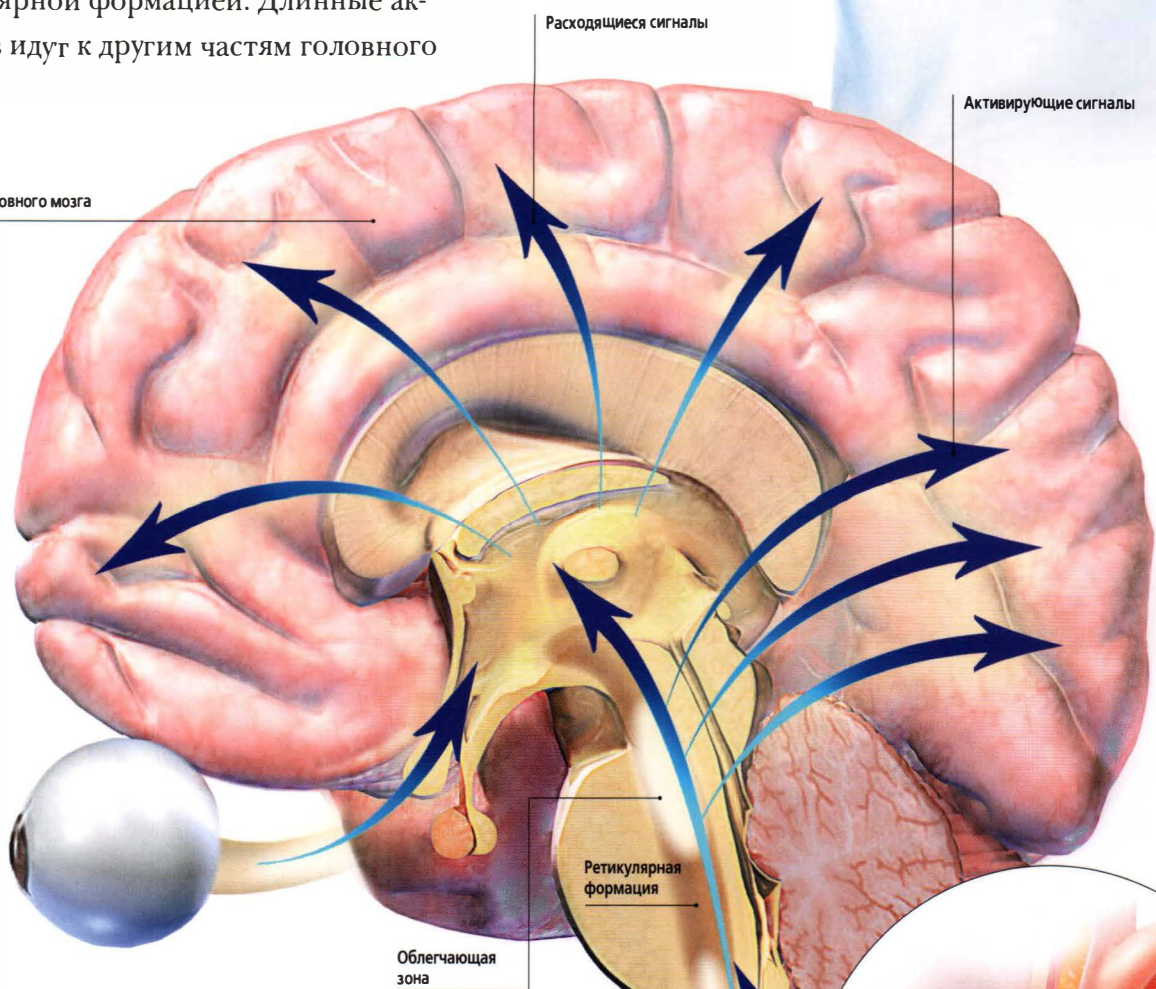
Продолговатый мозг, соединяющийся со спинным мозгом, контролирует базовые функции тела, такие как дыхание, сердечный ритм и артериальное давление. Расположенный в передней части продолговатого мозга мост передает двигательную информацию между корой и мозжечком. В верхней части ствола лежит средний мозг, контролирующий многие сенсорные и моторные функции тела. Вдоль центра ствола проходит сеть нейронов, называемая ретикулярной формацией. Длинные аксоны этих нейронов идут к другим частям головного мозга.



Кора головного мозга

Пробуждение

Кластеры нейронов ствола мозга, называемые ретикулярной формацией, общаются со спинным мозгом и различными частями головного мозга. Некоторые из этих центров участвуют в контроле над мышечными сокращениями, необходимыми для дыхания, сердцебиения, равновесия и осанки. Другие образуют ретикулярную активирующую систему (РАС), помогающую пробудить головной мозг и перевести его в состояние бодрствования. Нейроны РАС активируются под действием звуковых, световых или других сенсорных стимулов. Во время сна их активность уменьшается.



Кома

При коме функции РАС и других областей головного мозга нарушаются, что ведет к подавлению активности мозга. Коматозные пациенты находятся в бессознательном состоянии и не реагируют на сенсорные стимулы. В тяжелых случаях кома может привести к смерти мозга.

Потеря сознания

Состояние комы выглядит похоже на сон. В легких случаях кома обратима.

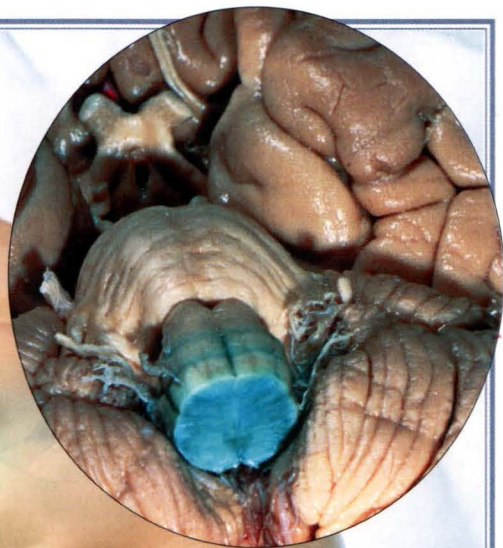


Таламус

Таламус принимает и сортирует сенсорные сигналы от ствола мозга и затем передает их дальше в кору. Он также участвует в процессах, отвечающих за пробуждение, память и сознание.

Поперечное сечение ствола мозга

Непосредственно над узким продолговатым мозгом (синий цвет) можно видеть мост (утолщение). От обеих этих структур отходят черепно-мозговые нервы.



Средний мозг

Нейроны черной субстанции, входящей в состав среднего мозга, высвобождают нейромедиатор дофамин, координирующий мышечные движения, не поддающиеся сознательному контролю. Повреждение этих нейронов вызывает тремор и другие симптомы болезни Паркинсона.

Глазодвигательный (III черепно-мозговой) нерв

Этот нерв контролирует движения глазных яблок и верхних век.

Трохлеарный (блоковый, IV черепно-мозговой) нерв

Это самый маленький черепно-мозговой нерв, контролирующий движения глазных яблок вниз и в сторону.

Тройничный (V черепно-мозговой) нерв

Этот нерв передает двигательные импульсы к глазу, челюсти и лицу и сенсорные импульсы от них к мозгу.

Лицевой (VII черепно-мозговой) нерв

Среди функций этого нерва – контроль выражения лица.

Вестибулокохлеарный (преддверно-улитковый, VIII черепно-мозговой) нерв

Этот слуховой нерв передает информацию о звуках и равновесии.

Вагус (блуждающий, X черепно-мозговой) нерв

В области головы и шеи этот нерв ветвится, направляя ветви к груди и животу.

Языкоглоточный (IX черепно-мозговой) нерв

Этот нерв иннервирует горло и заднюю часть языка, контролируя вкус и глотание.

Добавочный (XI черепно-мозговой) нерв

Этот нерв передает двигательные импульсы мышцам плеч и шеи.

Мост

Нервные клетки моста передают сигналы между продолговатым и средним мозгом и совместно с продолговатым мозгом контролируют дыхание.

Черепно-мозговые нервы

Черепно-мозговые нервы выходят из черепа, образуя соединения с нейронами головного мозга. Существует 12 пар черепно-мозговых нервов, десять из которых проходят через ствол, передавая сенсорную и/или двигательную информацию к головному мозгу и от него органам и тканям тела.

Отводящий (VI черепно-мозговой) нерв

Этот нерв контролирует «отведение» (поворот наружу) глазных яблок.

Подъязычный (XII черепно-мозговой) нерв

Этот двигательный нерв передает импульсы языку, контролируя речь и глотание.

Продолговатый мозг

Продолговатый мозг входит в состав ствола и передает сенсорную и двигательную информацию между спинным и головным мозгом. Он участвует в координации движений, необходимых для глотания, чихания, икоты и рвоты. Совместно с другими частями ствола, продолговатый мозг регулирует сердцебиения, дыхание и сужение или расширение кровеносных сосудов. Продолговатый мозг передает сигналы ретикулярной формации для поддержания бодрствования. Серьезные повреждения продолговатого мозга часто оказываются смертельными.

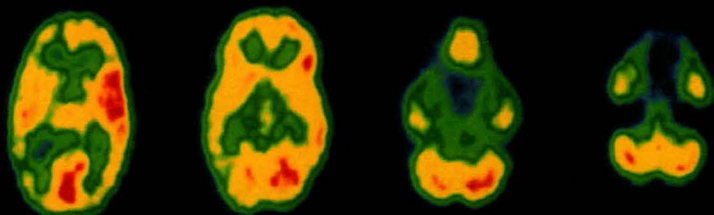
Продолговатый мозг

МОЗЖЕЧОК

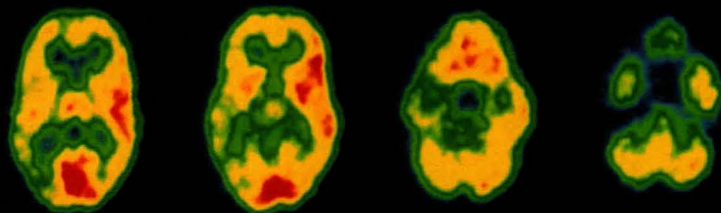


Снаружи мозжечок похож на сморщенную подушечку. Он расположен за стволом мозга. Слово «мозжечок» означает «маленький мозг». Подобно большому мозгу, мозжечок состоит из двух полушарий, и его наружный слой имеет глубокие борозды. Хотя на мозжечок приходится всего 10% всего головного мозга, он является ключевым нервным звеном. Мозжечок работает на бессознательном уровне, получая сигналы от рецепторов, реагирующих на изменения положения тела в пространстве. Он перерабатывает эту и другую информацию, обеспечивая координацию сокращения скелетных мышц. Благодаря мозжечку люди способны выполнять быстрые движения, требуемые для вождения машины, игры в видеоигры, печатания на машинке и танцев.

Нормальная активность мозга



Активность головного мозга при употреблении марихуаны



Сканирование активности мозга

Контрастное сканирование мозга показывает, как на мозжечок влияет действующее вещество марихуаны. Марихуана подавляет активность мозжечка, нарушая координацию движений. Четыре изображения внизу показывают работу все более глубоких срезов мозга. Синие области демонстрируют подавление активности мозжечка. В здоровом мозге (верхний ряд) эти области имеют красный цвет, что отражает активность нейронов.

Атаксия – нарушение работы мозжечка

Болезни, травмы или употребление наркотиков могут привести к повреждению мозжечка, что сопровождается развитием атаксии – нарушением координации движений. Симптомы включают нарушения походки, сложности с поддержанием позы и равновесия, неспособность ощущать расположение частей тела в пространстве. У некоторых людей, употребляющих даже умеренные количества спиртного, могут развиваться явные признаки атаксии, включая шатающуюся походку, невозможность пройти по прямой и сложности с выполнением «теста на трезвость» – закрыть глаза и коснуться носа.



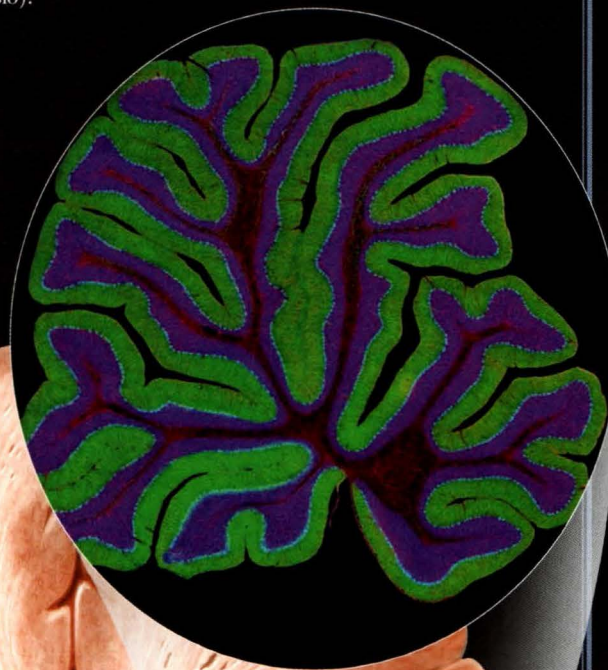


Контроль движений

У человека мозжечок расположен за стволом мозга. Он получает информацию о работе мышц и суставов, принимая сигналы, идущие через мост и продолговатый мозг. Оценив положение, равновесие и движение частей тела, мозжечок посылает сигналы таламусу, который передает информацию в премоторную кору. Это позволяет коре отрегулировать скорость, силу и направление сокращения мышц, так что поза и движения тела точно скоординированы для выполнения нужной задачи (например, печатания на клавиатуре и манипулирования компьютерной мышью).

«Маленький мозг»

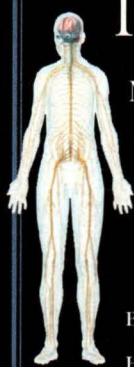
Как и кора большого мозга, состоящая из серого вещества, кора мозжечка имеет глубокие складки. Белое вещество образовано ветвящимися подобно дереву аксонами нейронов. Рисунок белого и серого вещества называют «деревом жизни» (*arbor vitae*). Хотя на мозжечок приходится всего 10% всей массы головного мозга, он содержит примерно половину всех нейронов головного мозга, что указывает на важность этой структуры.



Древний мозжечок

Мозжечок появился миллионы лет назад с развитием сложной нервной системы животных. Это важный центр головного мозга, отвечающий за позу, равновесие и точные сокращения мышц. Функциональное сканирование мозга показывает другую, все еще неизученную роль мозжечка – он активируется, когда человек говорит или выполняет задачи, требующие решения проблем.

МОЩНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА

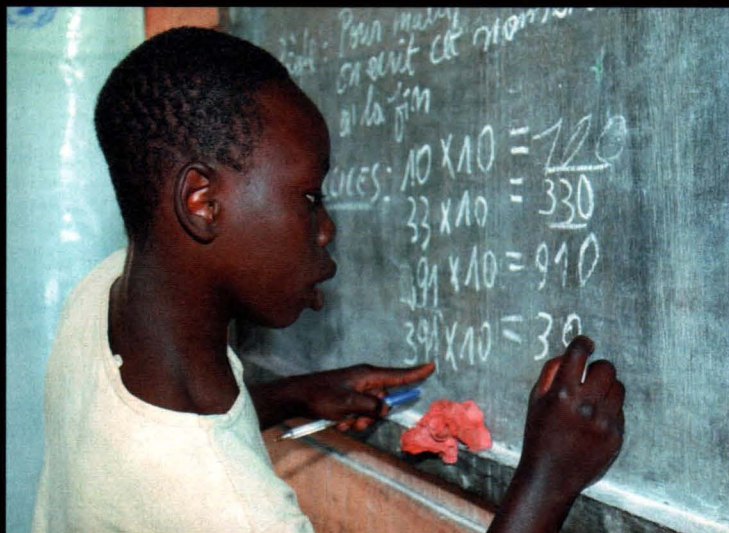


Многочисленные «человеческие» качества связаны с активностью коры головного мозга – тонкого наружного слоя серого вещества. Толщина коры составляет всего 0,5 см, и она состоит из семи слоев. Кора образует глубокие складки, увеличивающие ее поверхность, и содержит миллиарды нейронов, составляя примерно 40% веса головного мозга. Кора контролирует сознательное поведение, мыслительный процесс и речь. В префронтальной коре расположена сложная сеть нейронов, отвечающих за обучение, планирование, личностные качества, суждения и сознательные аспекты памяти и мыслей. Эта область тесно связана с лимбической системой, контролирующей эмоции. Кора большого мозга включает также первичную моторную кору и сенсорные области.



Язык и математика

Математические способности, чтение и письмо связаны с работой корковых структур, помогающих распознавать абстрактные символы и составлять из них осмысленную последовательность. Вследствие латерализации полушарий мозга, за способности к языкам и математике обычно отвечает левое полушарие, а за музыкальные и артистические способности – правое.



Внимание и двигательные навыки

Работа хирурга требует активности префронтальной коры. Фокусировка внимания, способность использовать накопленный опыт и мобилизовать мышцы руки для выполнения тонких задач – все это обеспечивается сложным взаимодействием корковых нейронов.



Концентрация и стратегия

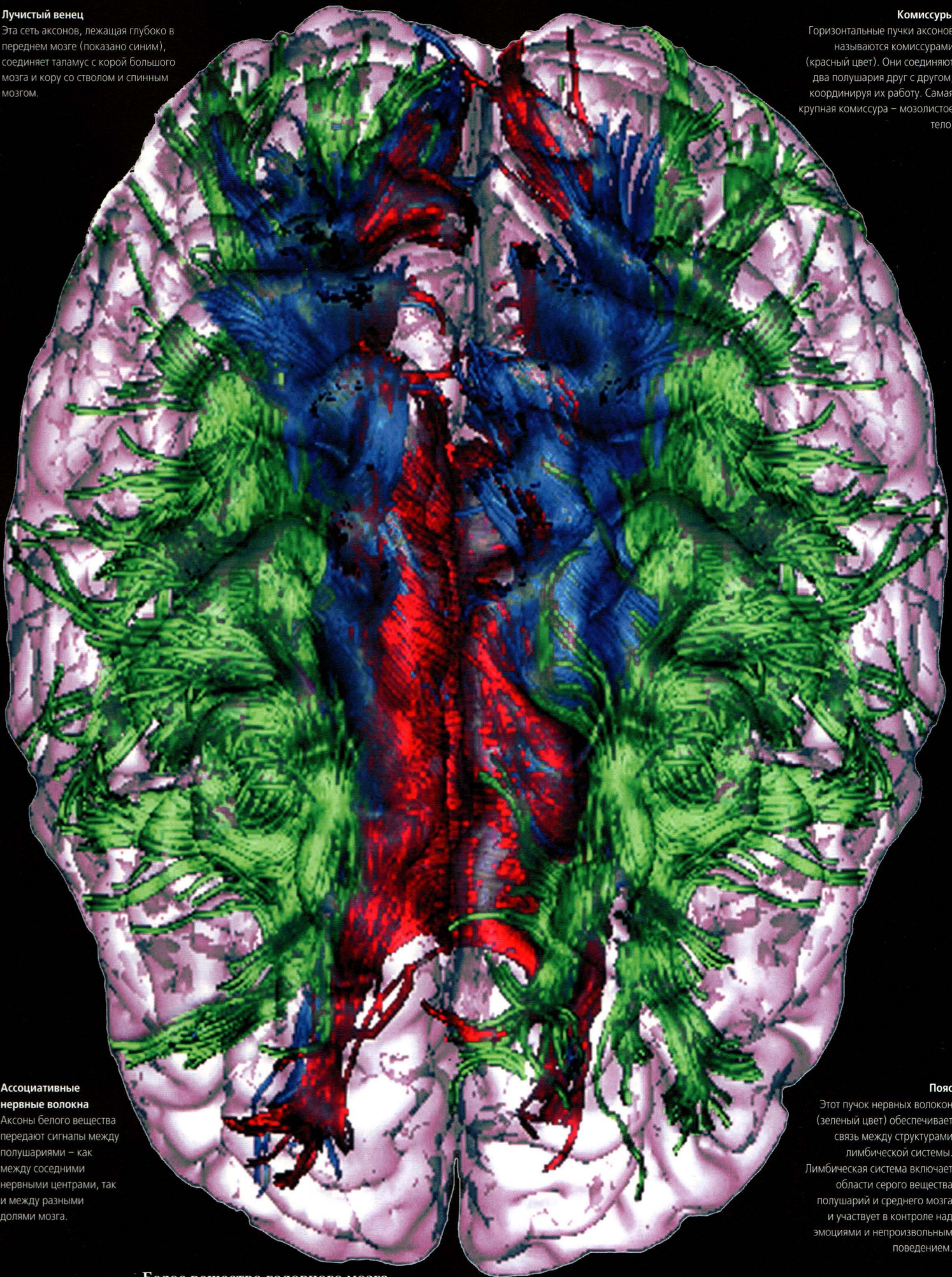
Игра в шахматы требует активности разных частей коры для анализа прошлого опыта и просчитывания результатов разных ходов. Хороший игрок в шахматы умеет контролировать эмоции, т.к. эмоциональные реакции могут выдать расклад противнику.

Лучистый венец

Эта сеть аксонов, лежащая глубоко в переднем мозге (показано синим), соединяет таламус с корой большого мозга и кору со стволом и спинным мозгом.

Комиссуры

Горизонтальные пучки аксонов называются комиссурами (красный цвет). Они соединяют два полушария друг с другом, координируя их работу. Самая крупная комиссура – мозолистое тело.



Ассоциативные нервные волокна

Аксоны белого вещества передают сигналы между полушариями – как между соседними нервными центрами, так и между разными долями мозга.

Пояс

Этот пучок нервных волокон (зеленый цвет) обеспечивает связь между структурами лимбической системы. Лимбическая система включает области серого вещества полушарий и среднего мозга и участвует в контроле над эмоциями и произвольным поведением.

Белое вещество головного мозга

Белое вещество образовано миелинизированными аксонами нервных клеток. Пучки нервных волокон образуют нервные тракты, передающие импульсы между разными отделами мозга, а также между головным и спинным мозгом. Горизонтальные тракты соединяют два полушария, а вертикальные соединяют ствол мозга с моторными и сенсорными ассоциативными областями коры.

ОБЛАСТИ ДВИГАТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ



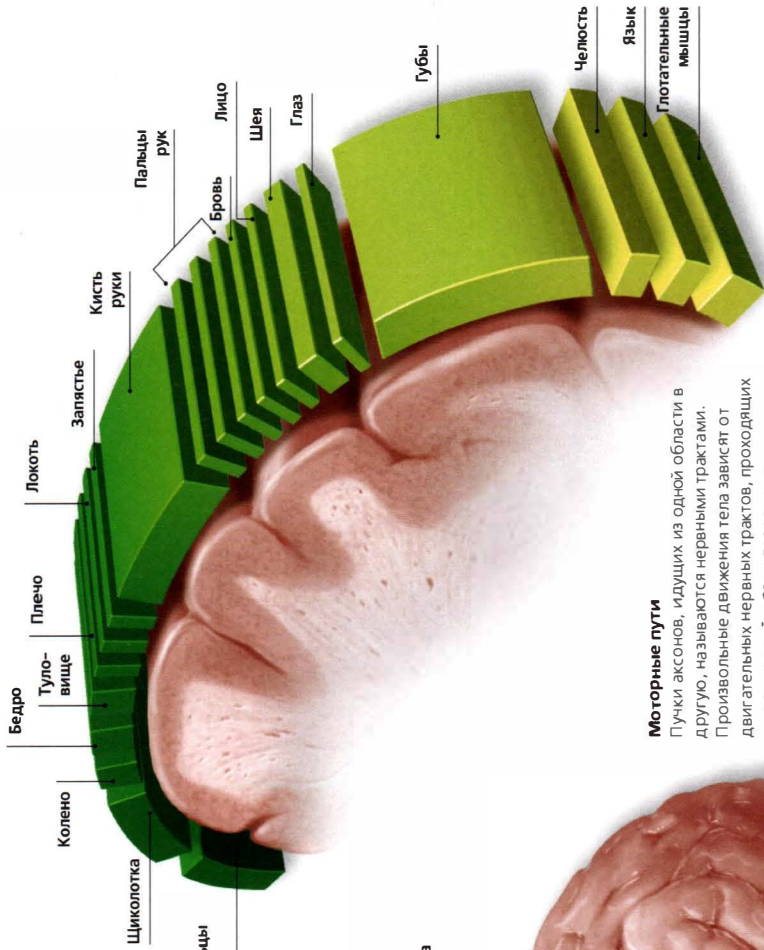
Первичная моторная кора руководит произвольными движениями. Она лежит в задней части лобной доли, образуя широкую изогнутую область. Аксоны нейронов моторной коры идут прямо в спинной мозг.

Аксоны моторной коры разных полушарий пересекаются, так что правое полушарие контролирует мышцы левой половины тела, и наоборот.

Другие моторные области

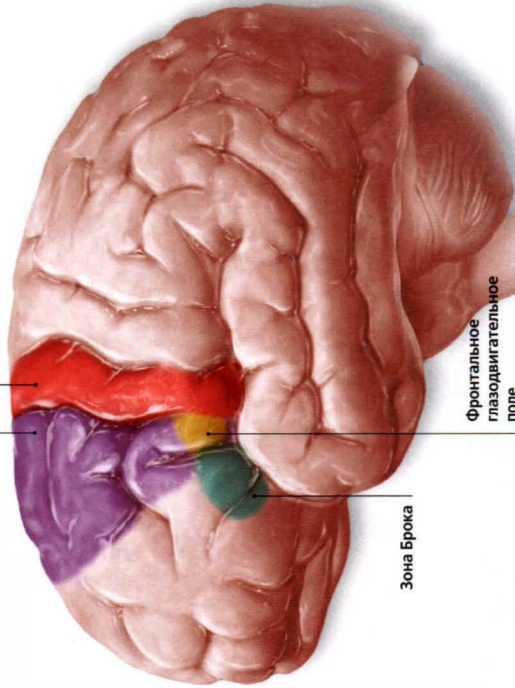
Премоторная кора, расположенная перед первичной моторной корой, служит для хранения памяти о выученных моторных навыках, например, письмо. Такие навыки требуют сокращения мышц в строго определенной последовательности. Нейроны расположенного рядом фронтального глазодвигательного поля контролируют произвольное движение глаз. Зона Брока в левом полушарии активируется во время разговора, когда работают мышцы губ, языка и других участвующих в речи структур.

Карта моторной коры
На этой диаграмме показаны участки моторной коры, отвечающие за движения разных частей тела, и их относительный размер. Можно видеть, что точные движения, выполняемые мышцами лица, рта и рук, контролируются большим количеством нейронов.



Первичная моторная кора

Премоторная кора



Зона Брока

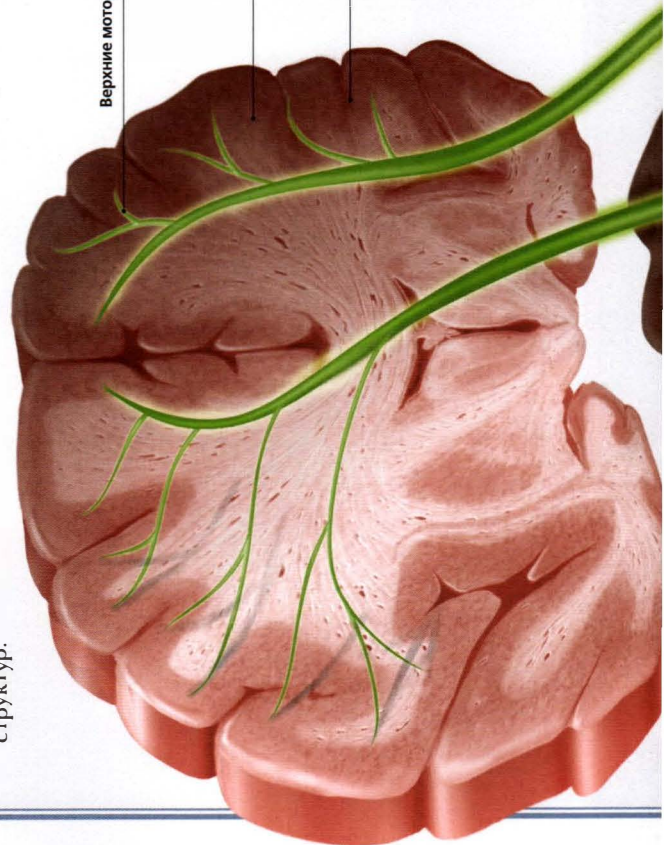
Фронтальное глазодвигательное поле

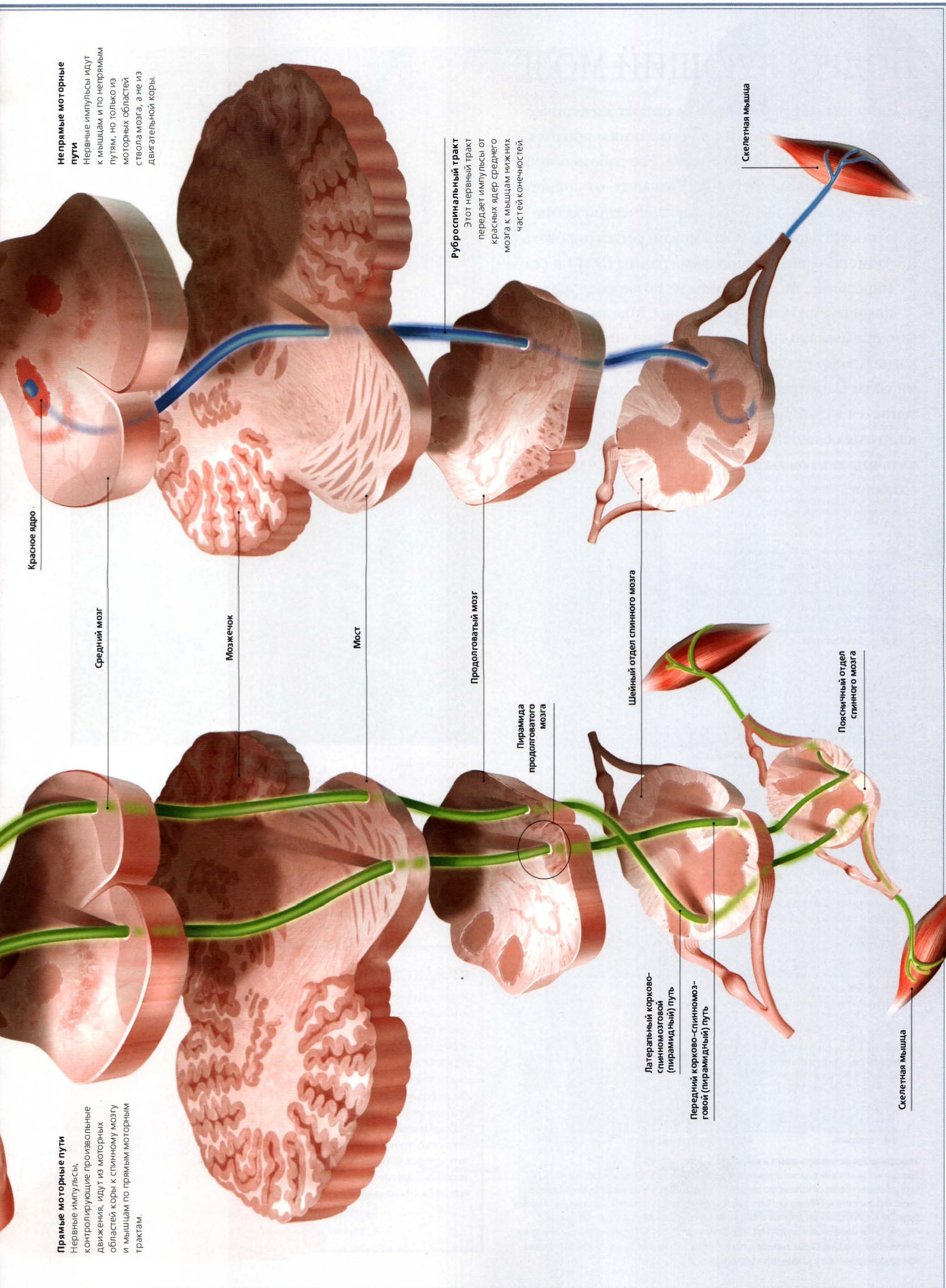
Моторные пути
Пучки аксонов, идущих из одной области в другую, называются нервными трактами. Произвольные движения тела зависят от двигательных нервных трактов, проходящих через спинной мозг и передающих сигналы между головным мозгом и скелетными мышцами. Два нервных тракта передают моторные импульсы непосредственно от первичной моторной коры к спинному мозгу. Несколько других трактов передают двигательную информацию от других частей головного мозга.

Верхние моторные нейроны

Первичная моторная область коры больших полушарий

Большой мозг





Прямые моторные пути
 Нервные импульсы, контролирующие произвольные движения, идут из моторных областей коры к спинному мозгу и мышцам по прямым моторным трактам.

Непрямые моторные пути
 Нервные импульсы идут к мышцам и по непрямым путям, но только из моторных областей ствола мозга, а не из двигательной коры.

Руброспинальный тракт
 Этот нервный тракт передает импульсы от красных ядер среднего мозга к мышцам нижних частей конечностей.

Красное ядро

Средний мозг

Мозжечок

Мост

Продолговатый мозг

Пирамида продолговатого мозга

Шейный отдел спинного мозга

Поясничный отдел спинного мозга

Латеральный корково-спинномозговой (пирамидный) путь

Передний корково-спинномозговой (пирамидный) путь

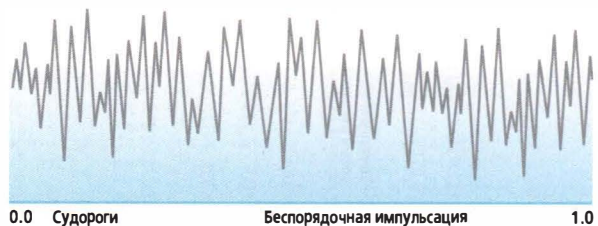
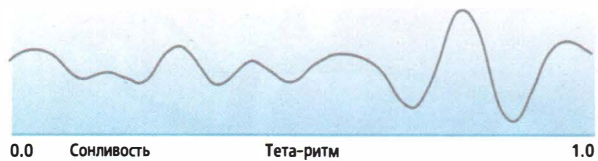
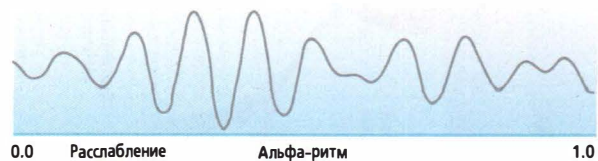
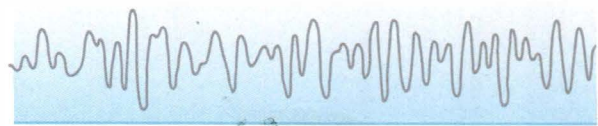
Скелетная мышца

Скелетная мышца

БОДРСТВУЮЩИЙ МОЗГ

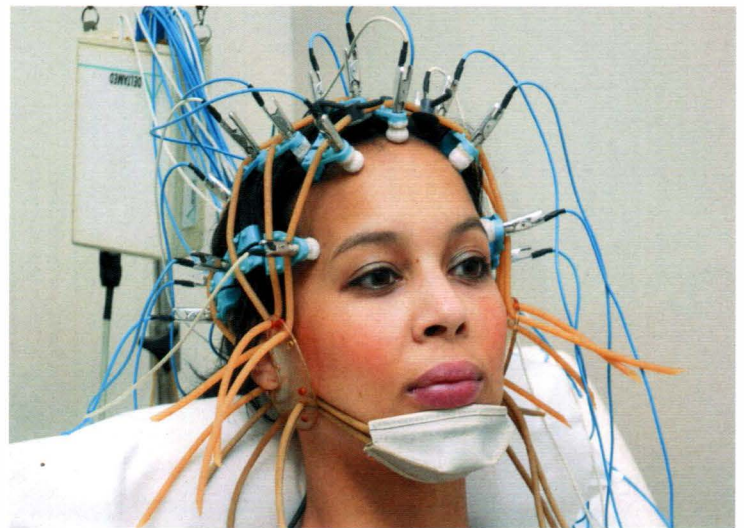


Нейроны головного мозга начинают электрическую активность задолго до рождения и продолжают работать до самой смерти. Его работа обеспечивает разные состояния сознания, от полного бодрствования до сна. Электрическую активность головного мозга можно регистрировать с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и сканирования, но эти методы не позволяют увидеть физическую основу «сознания». Мысли, фантазии, суждения, планирование, беспокойство и другие когнитивные функции регулируются ассоциативными областями префронтальной коры, где перерабатывается и суммируется информация, поступающая из других областей мозга. Однако невозможно выделить какую-то одну группу нейронов, отвечающих за сознание.



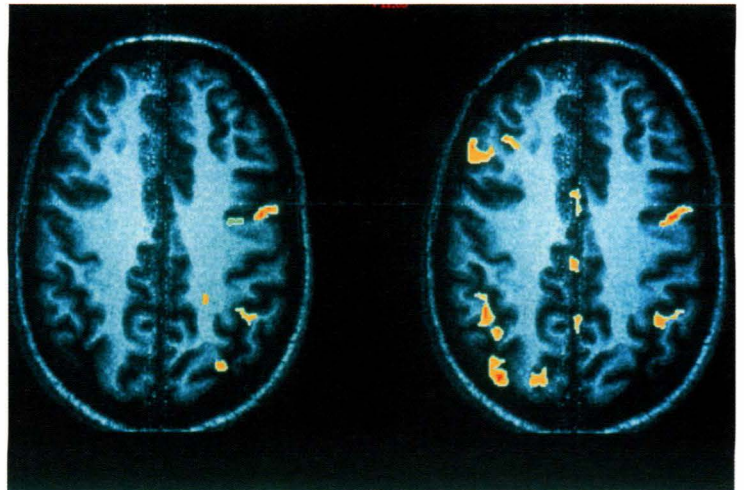
Электрическая активность мозга и эпилепсия

Электрическая активность мозга отражает работу нейронов. В состоянии бодрствования мозг перерабатывает большое количество сенсорной информации, и его электрическая активность имеет вид быстрого нерегулярного бета-ритма. Если человек расслабится и закроет глаза, на ЭЭГ будет регистрироваться регулярный альфа-ритм. Сон смещает электрическую активность в сторону более медленных и регулярных тета-волн, а при глубоком сне, коме и общей анестезии работа мозга замедляется еще сильнее и появляются дельта-волны. Во время эпилептического припадка нейроны мозга раздражаются беспорядочно и интенсивно.



Регистрация активности мозга

ЭЭГ помогает диагностировать разные нарушения головного мозга. Тест обычно проводят в тихой комнате, при этом пациент расслабляется или выполняет задания, например отвечает на простые вопросы. На кожу головы помещают электроды, с помощью которых регистрируют электрическую активность разных областей мозга.



Мозг и математика

Оранжевым отмечены области мозга, активирующиеся при выполнении разных математических задач. Повторение таблицы умножения активирует только одно полушарие (слева), в то время как примеры на вычитание требуют активности обоих полушарий (справа). Такие исследования помогают лучше понять работу мозга при выполнении определенных задач.

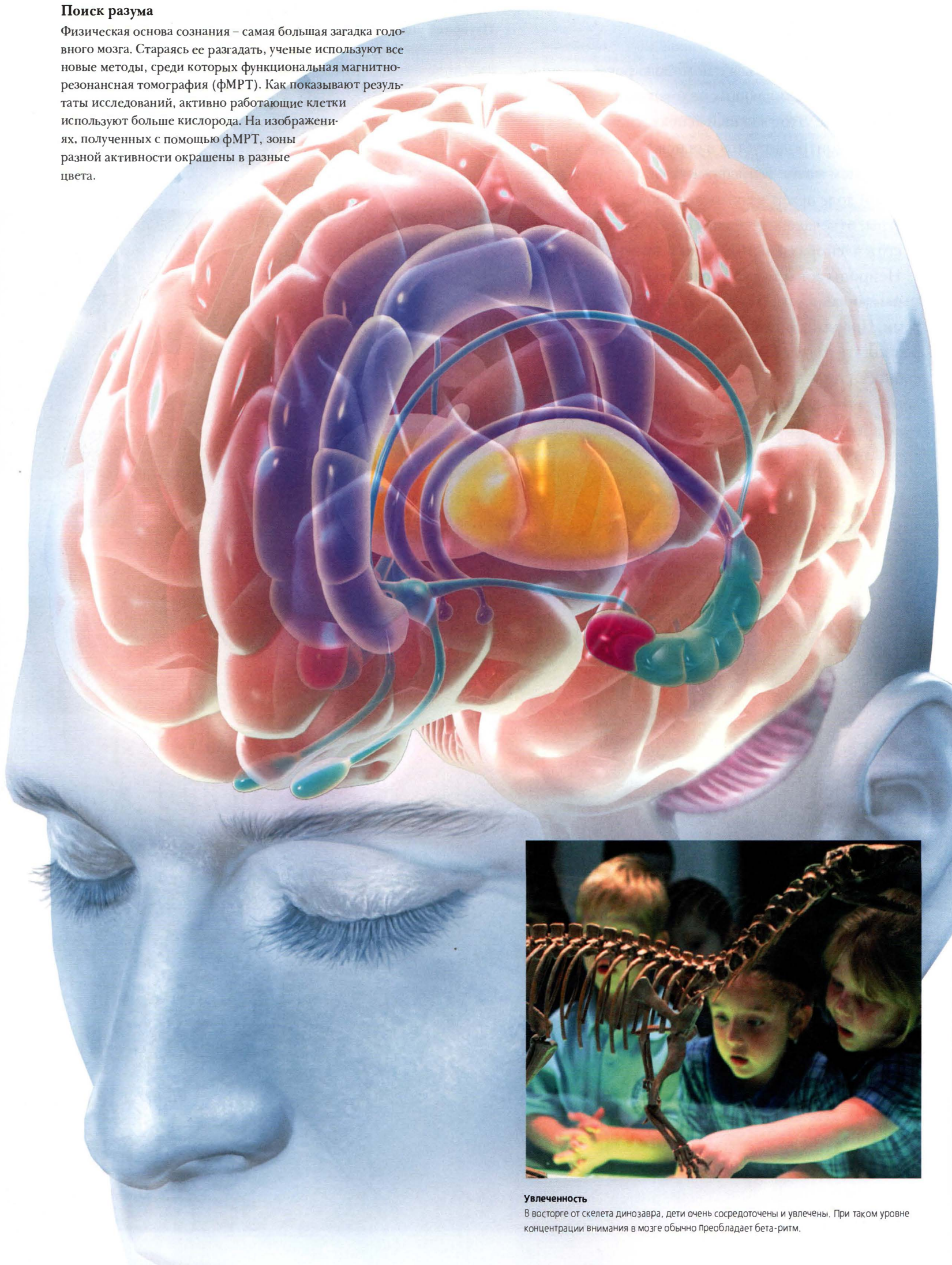
РЕЛАКСАЦИЯ

Медитация – это техника релаксации, при которой человек фокусирует внимание на одном предмете или звуке. Закрытые глаза ограничивают сенсорную стимуляцию. Во время медитации активность мозга смещается от бета-ритма (14–30 циклов в секунду) до более медленного альфа-ритма или даже тета-ритма. Регулярные медитации помогают уменьшить уровень стресса, снизить артериальное давление и оказывают другие благоприятные эффекты на здоровье.



Поиск разума

Физическая основа сознания – самая большая загадка головного мозга. Стараясь ее разгадать, ученые используют все новые методы, среди которых функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). Как показывают результаты исследований, активно работающие клетки используют больше кислорода. На изображениях, полученных с помощью фМРТ, зоны разной активности окрашены в разные цвета.



Увлеченность

В восторге от скелета динозавра, дети очень сосредоточены и увлечены. При таком уровне концентрации внимания в мозге обычно преобладает бета-ритм.

РЕЧЬ



Способность общаться с помощью речи – один из признаков, отличающих человека от других животных. Этот важный аспект жизнедеятельности контролируется в основном левым полушарием мозга. В префронтальной коре и височной доле лежат взаимосвязанные нервные центры, отвечающие за нашу способность произносить членораздельные звуки и писать слова.

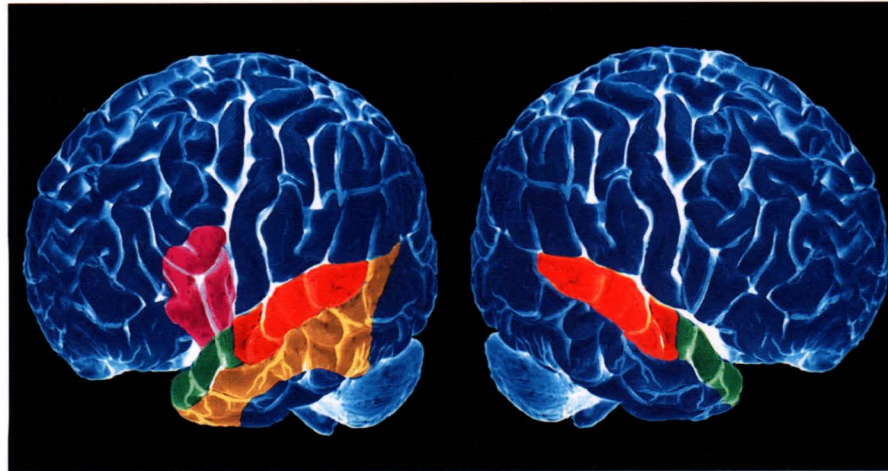
Нейроны зоны Брока управляют движениями мышц горла, языка и губ, необходимыми для устной речи. Повреждение зоны Брока (например, в результате инсульта) может привести к утрате способности говорить. Зона Вернике расположена в левой височной и теменной долях. Она отвечает за смысловое формирование речи – перевод мыслей в слова и предложения.

Язык жестов

Язык жестов передает слова через визуальные сигналы – жесты и мимику. Хотя при обычном разговоре в основном активируется левое полушарие, язык жестов требует активности обоих полушарий. В китайском языке большое значение имеет тональность звуков, от этого часто зависит смысл слов. В китайском языке жестов тональность передается движением глаз или головы.

Изучение человеческой речи

Благодаря технологиям ПЭТ и МРТ значительно продвинулось наше понимание роли разных областей головного мозга в речевом процессе. Изображения, отражающие использование кислорода и других субстанций метаболически активными клетками, позволяют отслеживать изменения работы разных областей мозга в реальном времени. Результаты исследований показывают, что речь требует взаимосвязанной работы разных частей мозга, а не контролируется каким-то одним независимым «центром».



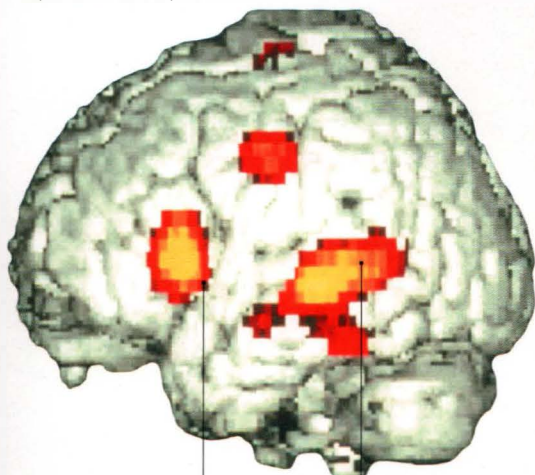
Доминирование левого полушария

В то время как речь и понимание языка в основном контролируются левым полушарием, правое полушарие участвует в обработке эмоциональных аспектов общения. На этом изображении видна активность мозга человека, слушающего собеседника. В левой части мозга (слева) активируется больше областей, включая зону Брока (розовый цвет) и области височной доли, отвечающие за понимание речи (желтый цвет). Слуховые центры активны в обоих полушариях.



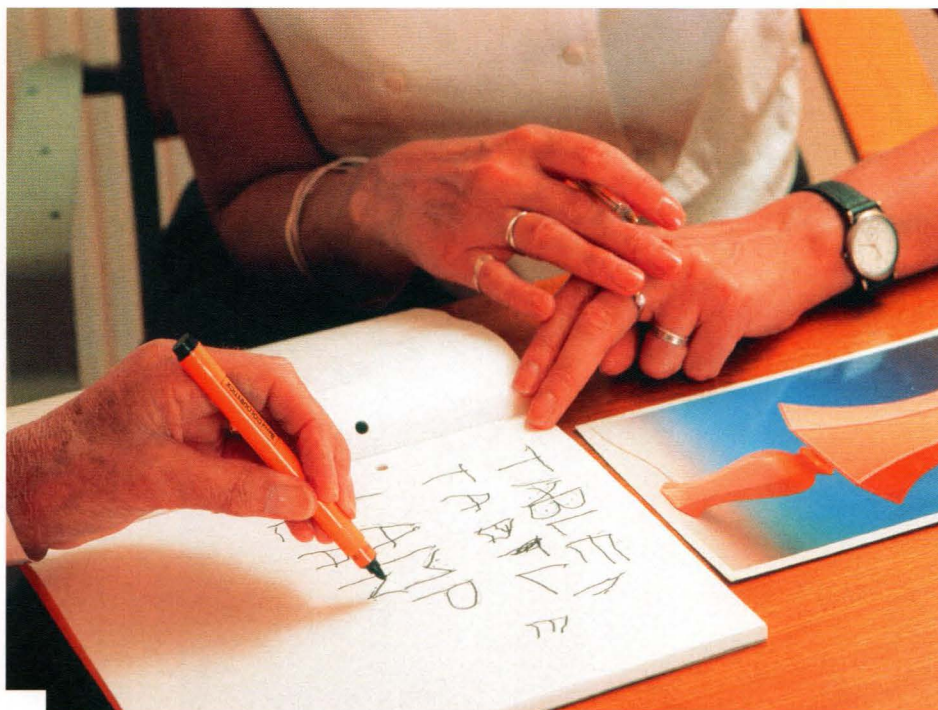
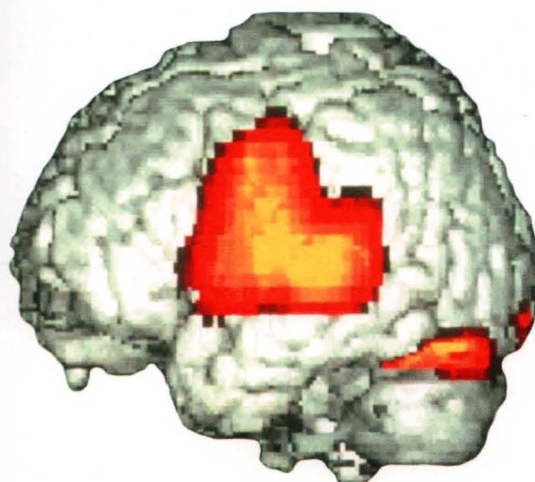
Активность мозга

ПЭТ-сканирование показывает активные области головного мозга (красно-оранжевый цвет) во время разговора. На обоих изображениях видна работа центров, отвечающих за обработку слуховой информации. Зона Брока отвечает за механику речи, а зона Вернике – за смысл речи.



Зона Брока

Зона Вернике

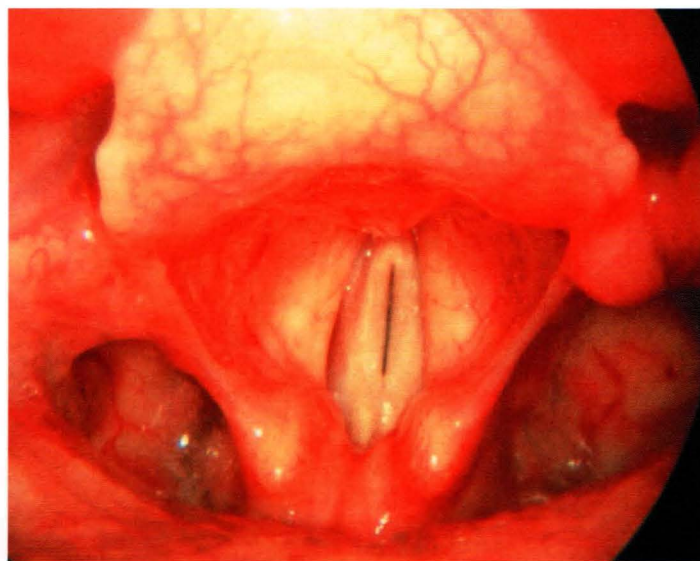
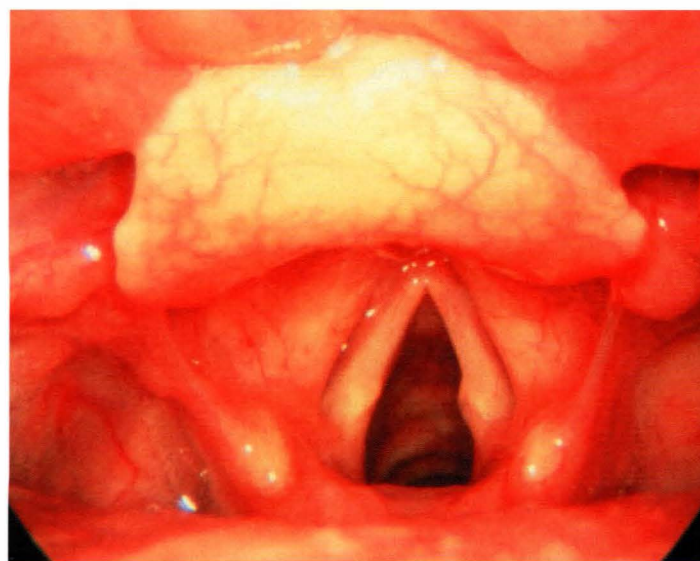
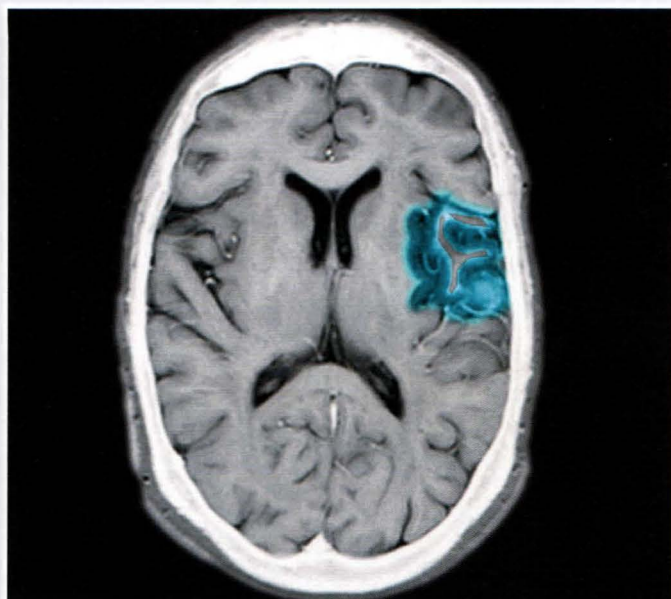


Восстановление способности писать

Пациент-правша после инсульта вынужден учиться писать левой рукой. Инсульт может приводить к параличу мышц и нарушать способность писать.

АФАЗИЯ

Афазия – это утрата способности говорить или понимать речь. Причиной может быть повреждение некоторых областей мозга вследствие травмы или болезни. При афазии Брока утрачивается способность членораздельно говорить, а при афазии Вернике – способность понимать речь. На этом изображении, полученном с помощью МРТ, можно видеть мозг пациента с афазией Брока.



Произнесение звуков

Подобно музыкальному инструменту, человеческий голос возникает благодаря вибрации и резонансу. Гортань (голосовой аппарат) содержит голосовые связки – два эластичных тяжа мышечной ткани, которые могут расслабляться, напрягаться и вытягиваться. При нормальном дыхании голосовые связки расслаблены (вверху) и не производят звуков. Сокращаясь (внизу), голосовые связки изменяют положение и производят звук. Громкость звука зависит от силы, с которой воздух проходит через голосовые связки.

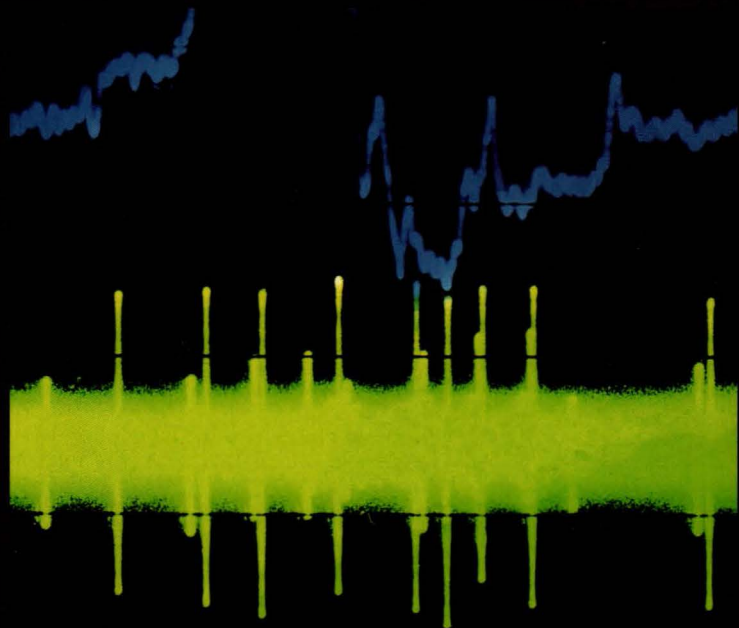
СОН



Сон – это состояние измененного сознания, имеющее большую биологическую важность. Сон и бодрствование регулируются нервными центрами ретикулярной формации, разные группы нейронов которой высвобождают нейромедиаторы, вызывающие или подавляющие сон. Во время сна активность коры головного мозга уменьшается. Сон имеет две сменяющиеся друг друга фазы: без быстрого движения глаз (БДГ) и с БДГ, при котором глазные яблоки быстро движутся вперед-назад. Большая часть сна приходится на сон без БДГ, во время которого человек легко просыпается, и при котором базовые функции, такие как дыхание и сердечный ритм, замедляются очень незначительно. Примерно через каждые 90 минут наступает фаза сна с БДГ, во время которой человек видит сны.

НАРУШЕНИЯ СНА

Причиной хронической бессонницы может быть тревога, возрастные изменения и другие факторы. При нарколепсии активность головного мозга непредсказуемо меняется от бодрствования до сна с БДГ. При апноэ сна человек часто просыпается, потому что его дыхание временами останавливается. Синдром беспокойных ног характеризуется интенсивным жжением или другими ощущениями, побуждающими двигать ногами. При этом симптомы возникают только в положении лежа и нарушают сон.



Активность головного мозга во время сна

На этом изображении показана сомнограмма – график взаимосвязи между активностью головного мозга и движениями глаз во время сна. Синий цвет – ЭЭГ, а зеленый – быстрые движения глаз.

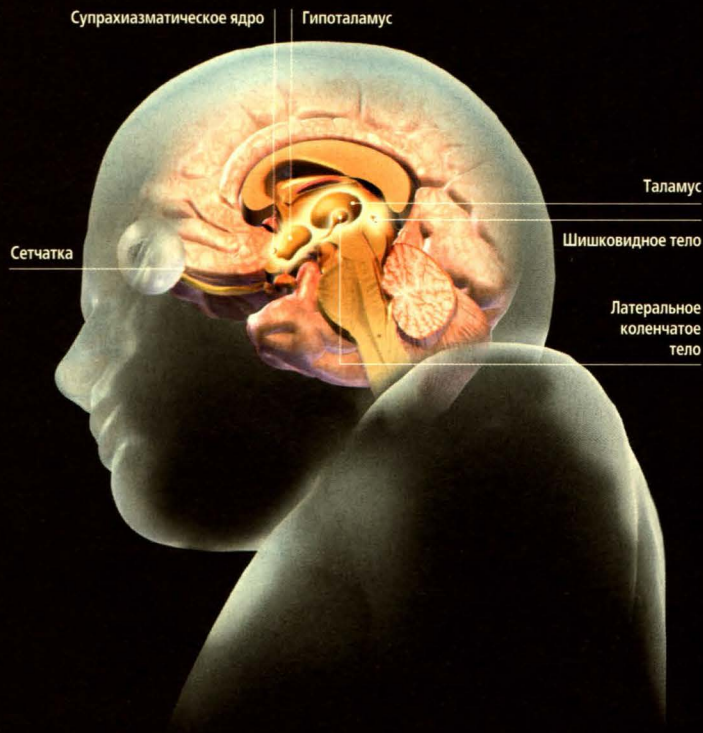


Исследования сна

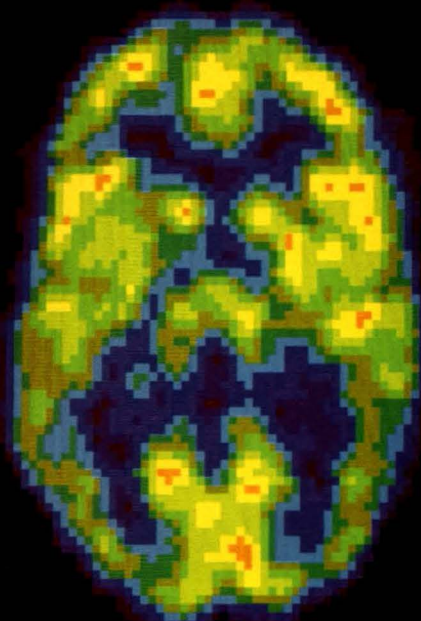
Как показывают исследования, во время сна с БДГ, когда человек видит сны, активируются лимбическая система и ассоциативная зрительная кора. Это объясняет, почему мы во сне видим образы и переживаем эмоции.

Циркадные ритмы

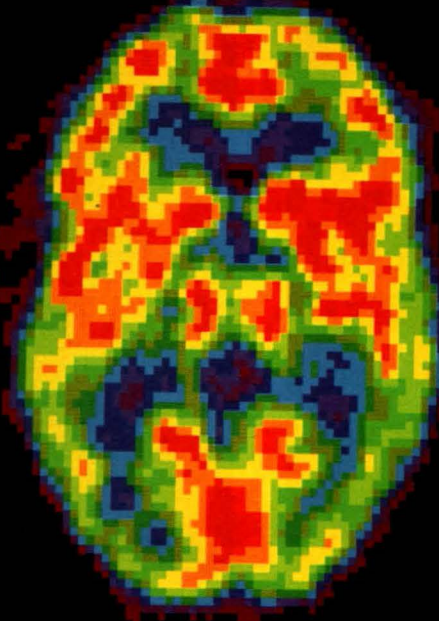
Биологические часы нашего организма регулируют сон и другие физиологические функции с суточными циклами в 24 часа. Биологические часы представляют собой кластер нервных клеток гипоталамуса, т.н. супрахиазматическое ядро. Это ядро получает сигналы от особых фоторецепторов сетчатки, сообщающих об изменении уровня освещения. Сигналы супрахиазматического ядра поступают в шишковидную железу, стимулируя или подавляя выработку мелатонина – гормона, вызывающего ночной сон.



Сон без БДГ



Сон с БДГ



Стадии сна

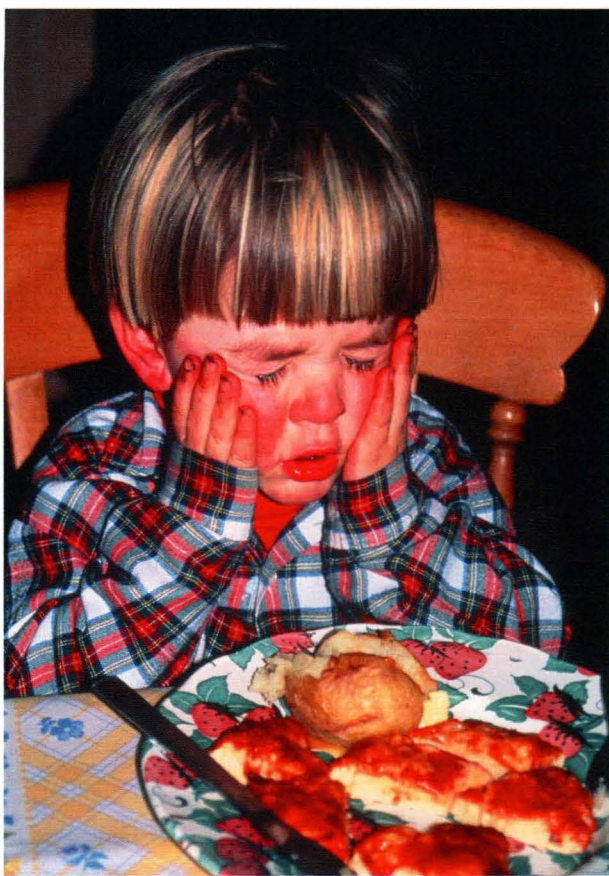
Исследования показывают, что сон – сложный, хорошо организованный процесс. Сон без БДГ имеет четыре последовательные стадии. На первой стадии сон неглубокий, и человек легко пробуждается. Затем сон постепенно углубляется, и на 4-й стадии он уже настолько глубок, что разбудить человека весьма сложно. Сон без БДГ чередуется с короткими периодами сна с БДГ, и в это время человек видит сны. На рисунке показано изображение, полученное при ПЭТ-сканировании мозга во время сна без БДГ (слева) и сна с БДГ (справа). Активные области коры выделены красным цветом. Во время сна без БДГ мозг неактивен, а во время сна с БДГ активность мозга напоминает период бодрствования.

ЭМОЦИИ



Начиная с рождения и в течение всей жизни, эмоции и другие базовые аспекты человеческой жизни контролируются небольшими структурами, образующими т.н. «лимбическую систему». Раньше ее называли «эмоциональным мозгом».

Лимбическая система включает миндалину (имеющую форму миндального ореха), гиппокамп, изогнутую складку ткани, называемую поясной извилиной, гипоталамус и таламус. Окружая верхнюю часть ствола мозга, эти структуры управляют всем набором человеческих эмоций – ощущениями радости, гнева, страха, любви, грусти, желания и сочувствия. Они также играют ключевую роль в процессах памяти и влияют на способность концентрировать внимание. Взаимосвязь между лимбической системой и префронтальной корой позволяет регулировать эмоции. Технологии визуализации, такие как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), помогают понять, как эмоции влияют на мышление.



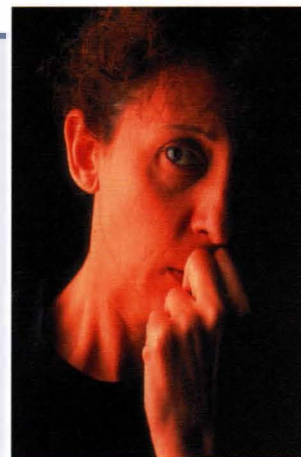
Детские скандалы

Скандалы детей от года до трех отражают развитие лимбической системы. В этом возрасте ребенок способен переживать сильные эмоции, включая гнев и страх, но еще не может их контролировать. Дальнейшее развитие лимбической системы укрепляет нервные связи, необходимые для формирования долговременной памяти.

ЭМОЦИИ И СТРЕСС

Связь лимбической системы с гипоталамусом отчасти объясняет, почему негативные стрессы, такие как финансовые трудности, проблемы в личной жизни или болезнь близких, могут приводить к развитию физического заболевания.

Гипоталамус выделяет гормон, называемый кортикотропин релизинг-фактором, который вызывает выброс гормона, стимулирующего секрецию «гормона стресса» кортизола. Кортизол подавляет иммунную систему и повышает артериальное давление. Некоторые исследователи полагают, что хронический стресс повышает уязвимость для болезней, включая гипертонию, инфекции и злокачественные новообразования.



Взрослые люди

Нервные связи между областями мозга, отвечающими за эмоции и мысли, полностью формируются лишь к двадцати пяти годам. После этого люди обычно демонстрируют типичное поведение «взрослых» – они хорошо контролируют эмоции, отвечают за свои поступки и могут спокойно и профессионально действовать в чрезвычайных ситуациях.



Рискованное поведение подростков

У подростков лимбическая система, включая центр удовольствия, уже полностью сформирована, но развитие префронтальной коры, отвечающей за рациональное мышление, еще не закончено. В результате подростки плохо контролируют импульсивные стремления к удовольствиям, включая эксперименты с наркотиками.

Таламус

Расположенные здесь кластеры нейронов, называемые ядрами, регулируют прохождение нервных сигналов.

Поясная извилина

Эта область активируется, когда человек ощущает разочарование или жестикулирует, выражая эмоции.

Префронтальная кора

Префронтальная кора отвечает за высшие когнитивные функции, включая мышление и суждения.

Прилежащее ядро

Это центр удовольствия, активирующийся сигналами, связанными с приятными переживаниями.

Гипоталамус

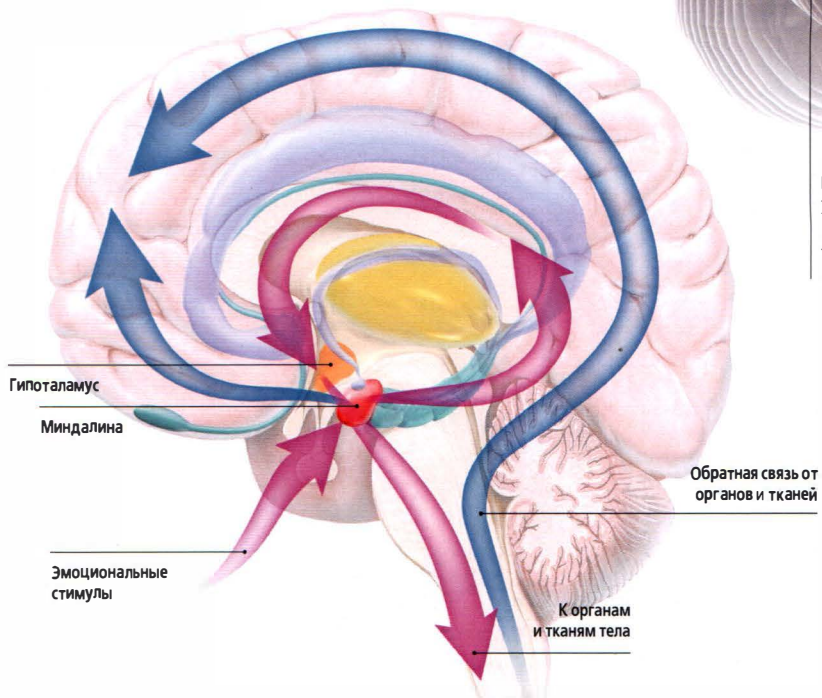
Это центр, регулирующий физиологические реакции, часто через высвобождение гормонов.

Миндалина

Эта структура принимает и передает другим областям мозга информацию, касающуюся эмоций.

Гиппокамп

Эта С-образная структура лимбической системы главным образом отвечает за процессы памяти.



Пути, передающие информацию об эмоциях

Страх, радость и другие эмоции представляют собой смесь чувств и физиологических реакций, таких как учащение сердцебиения, слезы и тошнота. Эти реакции координируются миндалиной, которая перерабатывает информацию и передает ее в гипоталамус, который, в свою очередь, запускает нужные реакции. Органы, реагирующие на сигналы гипоталамуса, «рапортуют» о своем состоянии фронтальной коре, и человек испытывает эмоции и физиологические изменения.

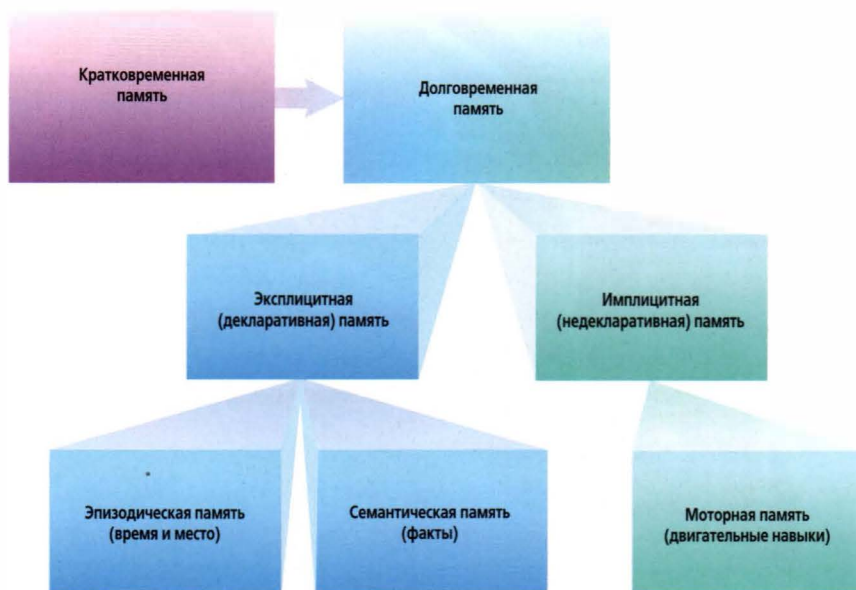
Связь эмоций и мыслей

Исследования когнитивных процессов показывают, что миндалина и другие части лимбической системы участвуют в таких процессах, как мышление, суждения и принятие решений. Исследуя влияние эмоций на принятие решений, с помощью функциональной ядерно-магнитной томографии обнаружили обмен сигналами между миндалиной и префронтальной корой. Как показывают предварительные исследования, гиппокамп, участвующий в процессах памяти, тоже влияет на работу высших центров головного мозга.

ПАМЯТЬ

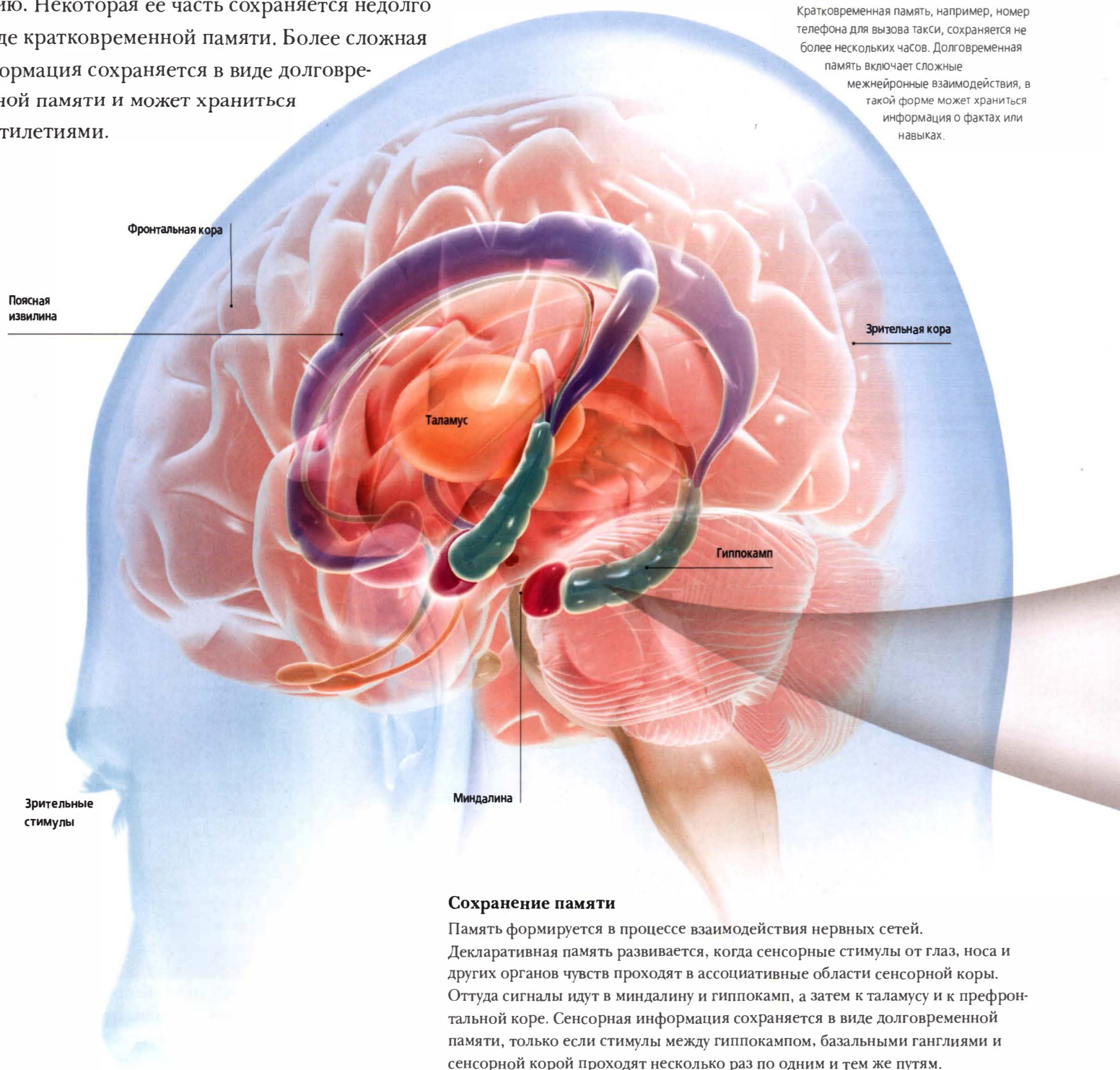


Память – это способность мозга сохранять и использовать информацию, что необходимо для обучения и способности изменять поведение в зависимости от ситуации. Хотя процессы памяти еще до конца не изучены, уже ясно, что они не сосредоточены в каком-то одном отделе мозга. В процессах памяти участвуют области коры, обрабатывающие сенсорную информацию, а также более глубокие структуры, такие как лимбическая система. В течение всей жизни мозг постоянно сортирует и обрабатывает получаемую сенсорную информацию. Некоторая ее часть сохраняется недолго в виде кратковременной памяти. Более сложная информация сохраняется в виде долговременной памяти и может храниться десятилетиями.



Типы памяти

Кратковременная память, например, номер телефона для вызова такси, сохраняется не более нескольких часов. Долговременная память включает сложные межнейронные взаимодействия, в такой форме может храниться информация о фактах или навыках.



Сохранение памяти

Память формируется в процессе взаимодействия нервных сетей. Декларативная память развивается, когда сенсорные стимулы от глаз, носа и других органов чувств проходят в ассоциативные области сенсорной коры. Оттуда сигналы идут в миндалину и гиппокамп, а затем к таламусу и к префронтальной коре. Сенсорная информация сохраняется в виде долговременной памяти, только если стимулы между гиппокампом, базальными ганглиями и сенсорной корой проходят несколько раз по одним и тем же путям.

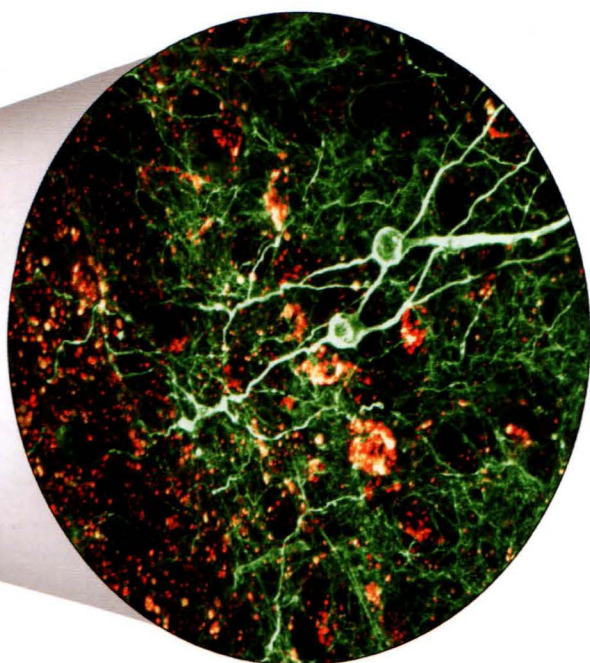


Декларативная память

Способность вспоминать точную информацию – например, что дважды два будет четыре или чье-то имя и возраст – называют эксплицитной или декларативной памятью. Память на факты сохраняется в виде слов, символов или образов. Информация, связанная с сильными эмоциями или то, что мы заучиваем, обычно сохраняется в форме долговременной памяти.

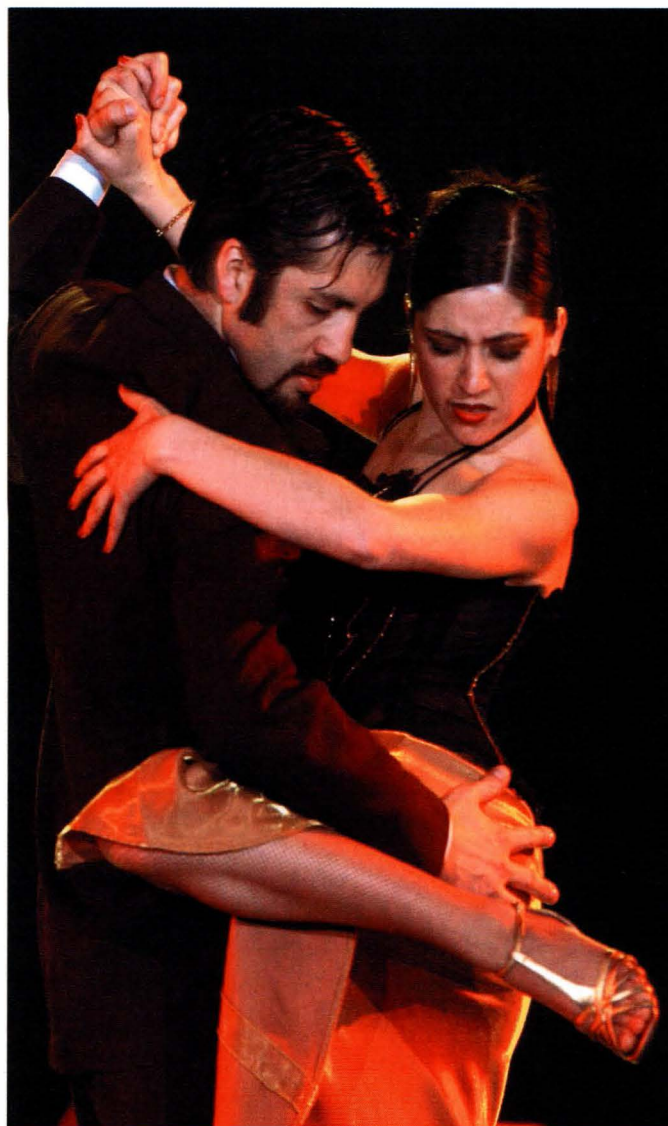
Ткань гиппокампа

На этом рисунке зеленым флуоресцентным цветом выделены нейроны (нервные клетки) гиппокампа.



Имплицитная память

Процедурная память, также называемая имплицитной, является недеklarативной долговременной памятью. Моторные навыки создаются путем многократного повторения определенной последовательности движений – например, танцевальных па. Со временем моторные навыки становятся «второй натурой» и не требуют сознательного усилия. Нервные структуры, участвующие в формировании и консолидации моторной памяти, включают базальные ганглии и мозжечок, контролирующей автоматическую двигательную активность.



НАРУШЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Разные факторы, такие как изнашивание ткани, травмы, заболевания и аутоиммунные реакции могут нарушать нормальную работу нервной системы. Бесчисленное количество людей страдают артритом позвоночника или смещением межпозвоночного диска, когда защемляется спинномозговой нерв. Такие нарушения не несут угрозы для жизни, но вызывают сильную боль или онемение конечности, что снижает качество жизни пациента, мешая выполнять обычные дела. Похожие симптомы может вызывать злокачественное новообразование спинного мозга, часто развивающееся как вторичная опухоль при метастазировании новообразования другой части тела. В центральную нервную систему могут проникать вирусы и бактерии, вызывая разные формы менингита – опасного, но излечимого воспаления мозговых оболочек. Кроме того, может развиваться прогрессирующая дегенерация нервной ткани, например, при множественном (рассеянном) склерозе (РС) или боковом амиотрофическом склерозе (БАС), который еще называют болезнью Лу Геринга. Сильная травма спинного мозга может привести к частичному или полному параличу, или даже к смерти.



Боковой амиотрофический склероз

Боковой амиотрофический склероз (БАС) характеризуется отмиранием двигательных нейронов спинного и головного мозга. Причинами могут быть генные мутации, аутоиммунные реакции, повреждения свободными радикалами и другие факторы. Пораженные мышцы быстро атрофируются, и большинство пациентов умирают в течение пяти лет после диагностики заболевания. Замечательным исключением является астрофизик Стивен Хокинг, который живет с данным заболеванием уже несколько десятков лет.



Менингит

Для подтверждения диагноза берут анализ спинномозговой жидкости. Эта процедура называется поясничной или спинномозговой пункцией. Для этого сначала вводят анестетик, затем над четвертым поясничным позвонком (или под ним) в позвоночник вводят иглу и берут некоторое количество спинномозговой жидкости.

Повреждения нейронов при рассеянном склерозе

При РС иммунная система атакует белки миелиновой оболочки, окружающей аксоны нейронов. В результате образуются множественные рубцовые уплотнения. Это ведет к замедлению, а затем прекращению передачи нервных импульсов.

Аксон (нервное волокно)

Миелиновая оболочка

Разрушение оболочки

Травмы спинного мозга

Травмы, вызывающие трещины или переломы позвонков (см. рис. справа), могут приводить к повреждению нежной ткани спинного мозга. В зависимости от тяжести и локализации травмы результатом может быть временный или постоянный паралич. При нарушении целостности спинного мозга утрачивается чувствительность и подвижность тканей ниже места травмы. Паралич рук и ног называют квадриплегией, а паралич ног – параплегией.

Рассеянный склероз

Рассеянный склероз (РС) – прогрессирующее аутоиммунное заболевание, при котором иммунная система ошибочно атакует нейроны спинного и головного мозга. Среди возможных причин могут быть вирусные инфекции и наследственность. Главным симптомом является прогрессирующая мышечная слабость, переходящая в паралич. Многие пациенты в результате теряют способность ходить, позже развиваются и другие симптомы.

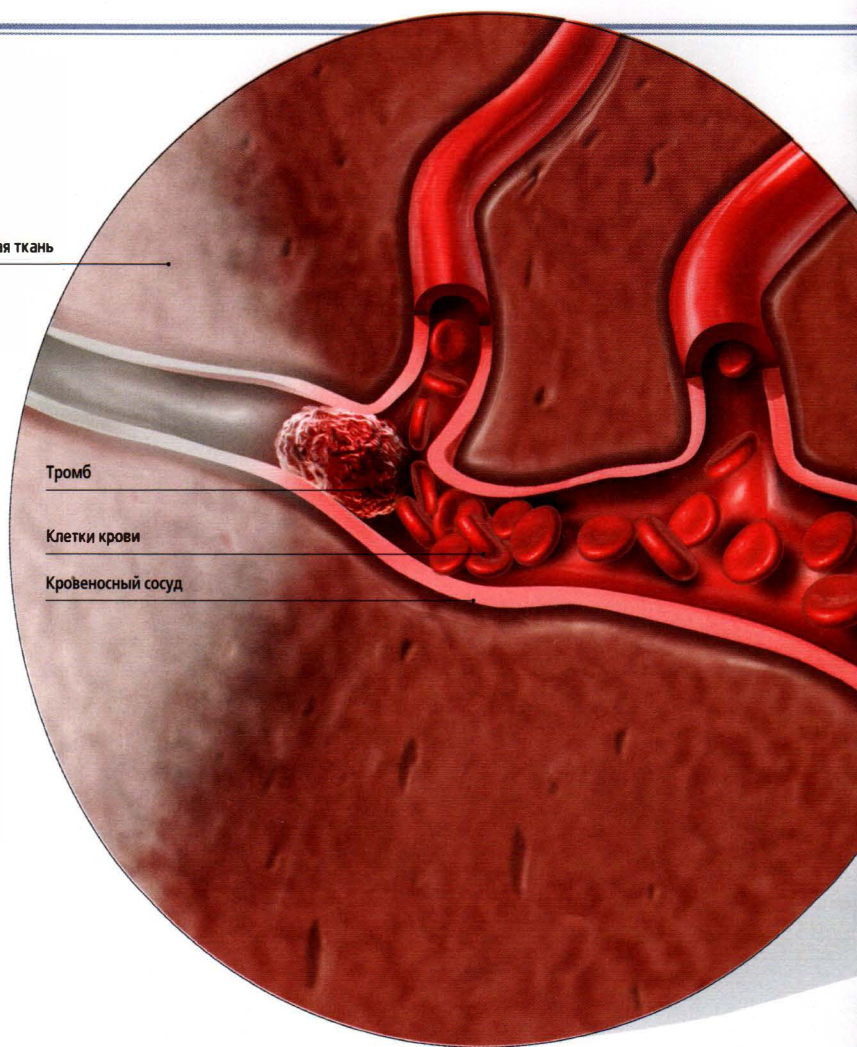


ЗАБОЛЕВАНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА



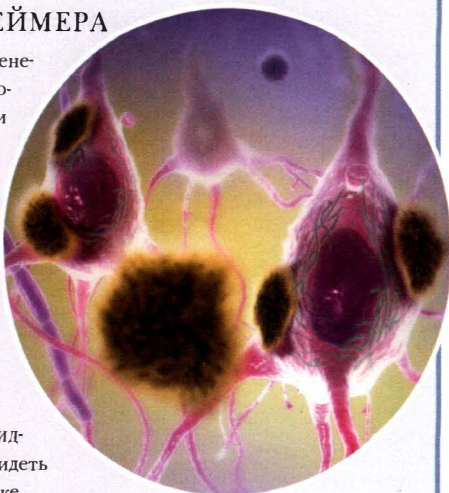
Распространенные нарушения головного мозга – сотрясение, болезнь Паркинсона и разные формы деменции, включая болезнь Альцгеймера. Одной из самых частых проблем является инсульт. Доброкачественные и злокачественные опухоли мозга вызывают симптомы, только когда начинают давить на нормальную ткань. Нарушения головного мозга оказывают значительное влияние на психические и физические функции. Т.к. в головном мозге отсутствуют болевые рецепторы, проблемы могут появляться неожиданно, без всяких предупреждений.

Ишемическая ткань



БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА

При болезни Альцгеймера изменения мозговой ткани ведут к прогрессирующей потере памяти и развитию тяжелой деменции. Разрушаются нейроны, выделяющие ацетилхолин, что ведет к нарушению функций коры больших полушарий и лимбической системы. В нейронах формируются аномальные скопления белковых волокон. В пораженной ткани мозга появляются отложения нерастворимого белка – амилоидные бляшки, которые можно видеть на этом художественном рисунке.



ПРИЗНАКИ ИНСУЛЬТА

- Резкая сильная головная боль
- Онемение лица, рук или ног (особенно с одной стороны)
- Сложности с ходьбой или поддержанием равновесия
- Замутнение зрения или нечленораздельная речь
- Неожиданно развивающаяся спутанность сознания
- Необъяснимая тошнота или рвота
- Неожиданная мышечная слабость
- Короткая потеря сознания или полубодрное состояние

Гематома

При разрыве кровеносного сосуда в головном мозге скапливается свернувшаяся кровь – появляется т.н. гематома. Она давит на мозговую ткань и вызывает такие симптомы, как головные боли, головокружения и судороги. Для удаления большой гематомы может потребоваться операция.

Субдуральная гематома

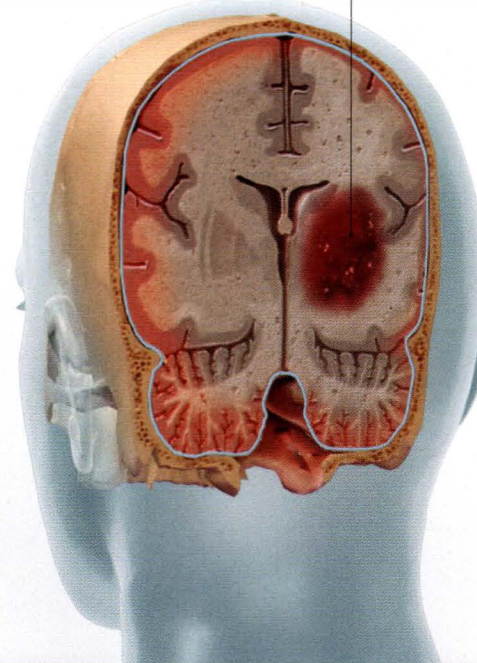
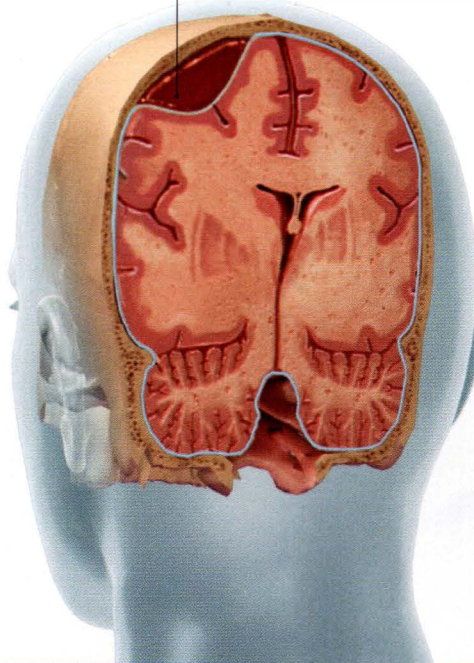
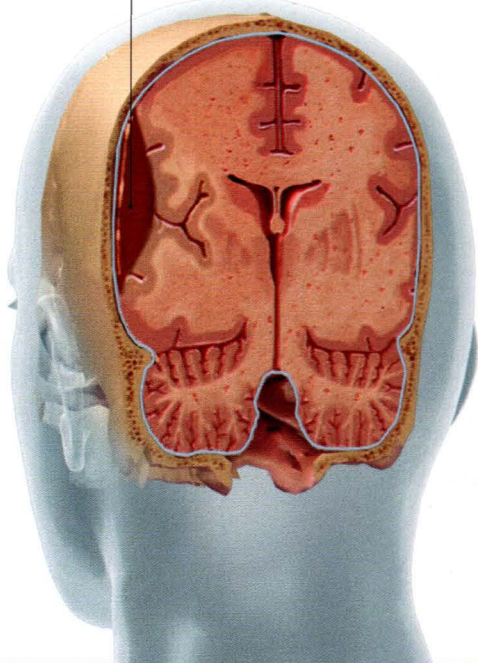
Эта гематома образуется между верхними мозговыми оболочками – твердой и паутинной.

Эпидуральная (экстрадуральная) гематома

Формирование сгустков крови между черепом и головным мозгом.

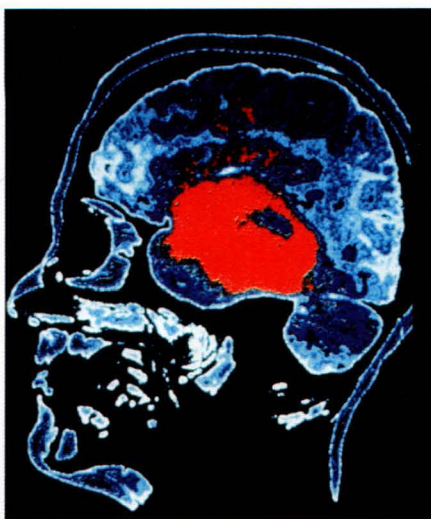
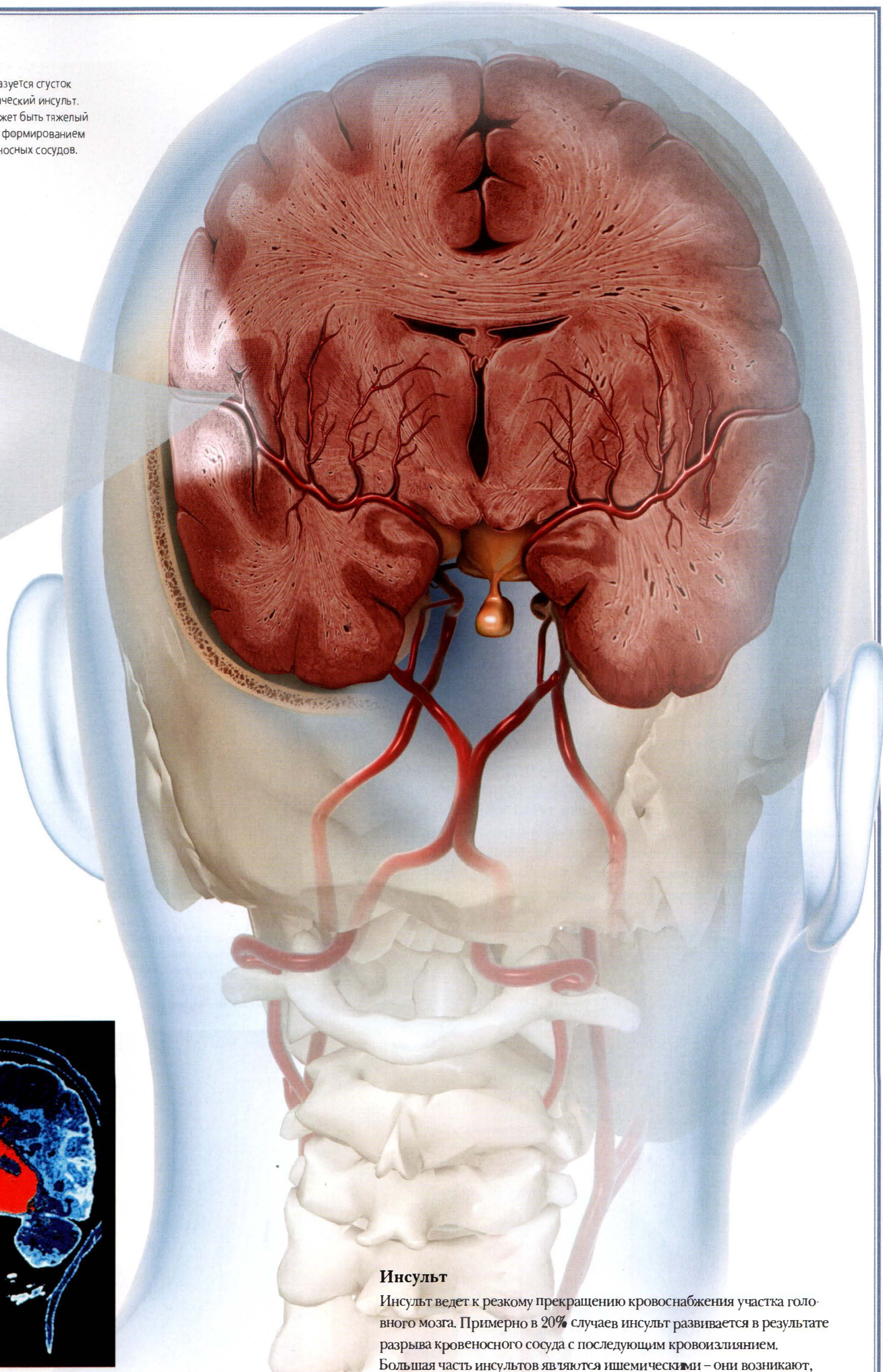
Внутричерепная гематома

Скопление свернувшейся крови внутри головного мозга.



Сгустки крови и головной мозг

Когда внутри головного мозга образуется сгусток крови (тромб), развивается ишемический инсульт. Причиной образования тромба может быть тяжелый атеросклероз, характеризующийся формированием жировых бляшек на стенках кровеносных сосудов.



Злокачественные новообразования мозга

В головном мозге могут развиваться различные злокачественные опухоли. Самая агрессивная и смертоносная Первичная злокачественная опухоль головного мозга называется глиобластома (полиморфная глиома). Она развивается из глиальных клеток и быстро распространяется. На рисунке показана опухоль головного мозга, видимая при сканировании.

Инсульт

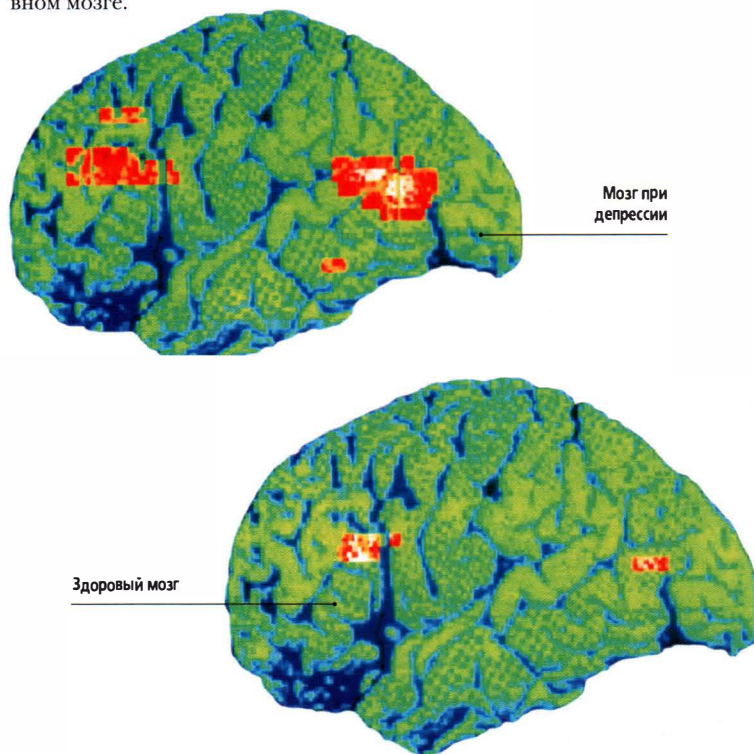
Инсульт ведет к резкому прекращению кровоснабжения участка головного мозга. Примерно в 20% случаев инсульт развивается в результате разрыва кровеносного сосуда с последующим кровоизлиянием. Большая часть инсультов являются ишемическими – они возникают, когда в кровеносном сосуде образуется тромб, перекрывающий движение крови. В таких случаях очень важно своевременное оказание медицинской помощи, т.к. клетки головного мозга могут прожить без кислорода только несколько минут. Своевременное введение кроворазжижающих препаратов помогает восстановить кровоток и уменьшить повреждение мозговой ткани.

ПСИХИЧЕСКИЕ РАССТРОЙСТВА

Состояния, сопровождающиеся нарушением психического здоровья, являются одной из самых сложных медицинских и общественных проблем. Большинство психических расстройств отражают комбинацию биологических нарушений и стрессирующих внешних факторов. Установлено, что причиной некоторых распространенных расстройств является нарушение биохимии мозга, ведущее к нарушению психических функций. Симптомы психических заболеваний мешают работать, учиться и вести нормальную жизнь. Тревожные расстройства, включающие фобии, невроз навязчивых состояний и посттравматический стресс, тоже снижают качество жизни. Одним из наиболее загадочных нарушений является аутизм, проявляющийся в раннем возрасте и вызывающий задержки развития у детей.

Нейромедиаторы и психические функции

В патогенезе психических расстройств важную роль играют нейромедиаторы, передающие нервные импульсы от клетки к клетке. Обычно они возбуждают или подавляют электрическую активность нейрона. Если какого-то нейромедиатора оказывается слишком много или слишком мало, межнейронные связи нарушаются. Например, при депрессии отмечают снижение уровня серотонина, норадреналина и ГАМК. Антидепрессанты повышают уровень этих нейромедиаторов в головном мозге.



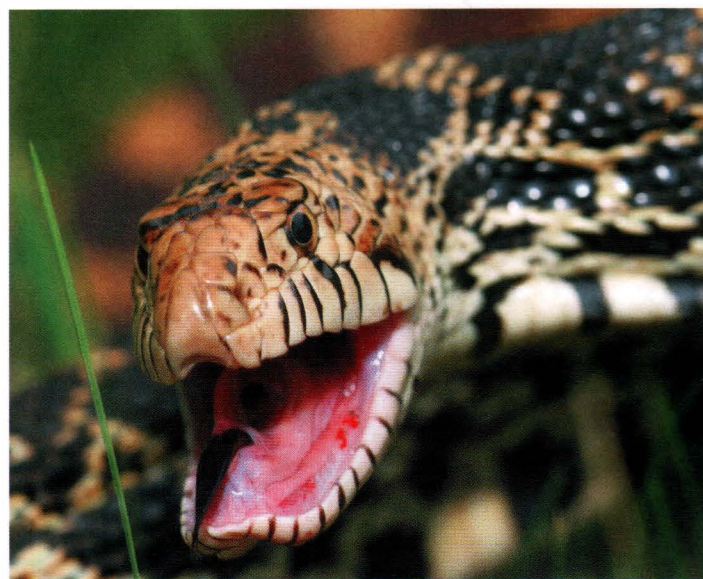
Здоровый мозг и изменения при депрессии

На этом изображении, полученном при ПЭТ, можно видеть мозг пациента, страдающего депрессией. Большие красно-желтые области префронтальной коры (вверху) отличаются аномально низкой активностью. После лечения депрессии, активность этих областей намного возрастает.



Депрессия

Клиническая депрессия значительно снижает качество жизни пациента. Симптомы включают ощущение глубокого отчаяния, сложности с концентрацией внимания, бессонницу, вялость и потерю аппетита. У пациентов часто искажается мыслительный процесс, они нередко задумываются о суициде. Эти симптомы коррелируют со снижением уровня серотонина и некоторых других нейромедиаторов.



Фобии

Многие люди боятся змей, пауков и высоты. Истинная фобия – это иррациональный сильный страх перед каким-то предметом или ситуацией. Причиной может быть наследственное нарушение биохимии головного мозга в сочетании с неприятным личным опытом.



Шизофрения

Симптомы шизофрении включают параноидальный бред, нарушение мыслительного процесса и слуховые галлюцинации. В настоящее время исследователи изучают генетические основы этого заболевания. Шизофрения обычно проявляется в молодом возрасте.

НАРКОМАНИЯ

При наркомании развивается сильная зависимость от какой-то химической субстанции, такой как спирт, никотин, кокаин, обезболивающие препараты или другие психотропные средства. Наркотик влияет на работу одного или нескольких нейромедиаторов. При этом он блокирует рецепторы медиатора, замедляет его обратное всасывание нервными клетками или усиливая его выделение. Все основные наркотики стимулируют высвобождение дофамина, участвующего в сигнальной системе, отвечающей за удовольствие. Подверженность наркомании сильно различается у разных людей, и свою роль в этом играет наследственность.



Биполярное расстройство

Биполярное (маниакально-депрессивное) расстройство характеризуется сильными колебаниями настроения от эйфории до депрессии. Это серьезное заболевание, предрасположенность к которому может передаваться по наследству. Некоторые ученые полагают, что биполярное расстройство стало причиной самоубийства художника Винсента Ван Гога.

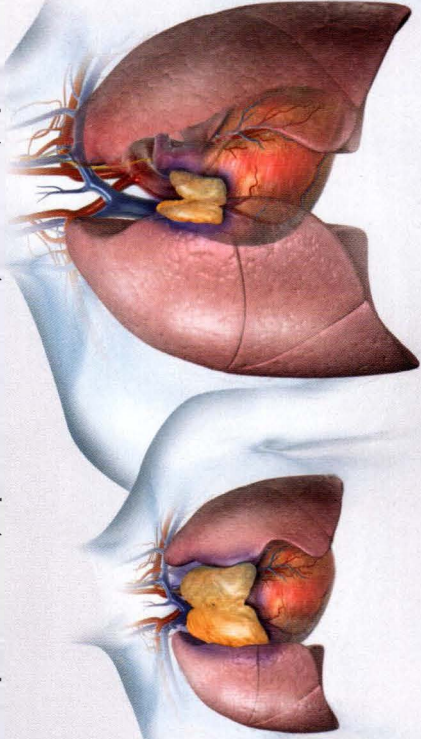


ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Гормоны, совместно с нервной системой, контролируют работу организма. Они синтезируются органами и клетками эндокринной системы, такими как гипофиз, щитовидная железа, яичники и яички. Один и тот же процесс может регулироваться несколькими гормонами, но в отличие от нервных импульсов, гормоны действуют медленно. К органам-мишеням они обычно переносятся с кровью и могут стимулировать или подавлять их работу. Для нормальной работы организма некоторые гормоны должны выделяться постоянно, другие – по мере надобности, третьи – циклично. К последней группе относятся стероидные половые гормоны эстроген и тестостерон. Гормон несет химическую информацию, доступную только для рецепторов, расположенных на поверхности клеток-мишеней. Поступающие сигналы влияют на функции клеток, заставляя их усваивать больше сахара из крови, делиться и т.д.

ТИМУС И Т-КЛЕТКИ

Тимус расположен под грудиной и имеет дольчатое строение. Он вырабатывает гормоны, необходимые для нормальной работы иммунной системы. В тимус поступают белые кровяные клетки (лимфоциты), которые синтезируются в костном мозге из стволовых клеток. Они остаются в тимусе в течение нескольких дней, подвергаясь воздействию вырабатываемых здесь гормонов. При этом они превращаются в Т-клетки, способные распознавать чужеродные частицы и запускать защитную реакцию.



«Обучение» Т-клеток защитной функции в основном происходит во время внутриутробного развития и в раннем детстве. В связи с этим у детей тимус довольно большой, а затем, по мере взросления, он постепенно уменьшается. У престарелых людей он настолько мал, что его сложно обнаружить.

Гипоталамус
Гипоталамус является центром управления эндокринной системы и выделяет самое большое количество гормонов из всех эндокринных желез.

Гипофиз
Гипофиз состоит из двух частей, одна из которых вырабатывает гормоны, а другая хранит и высвобождает гормоны, вырабатываемые гипоталамусом.

Простагландины

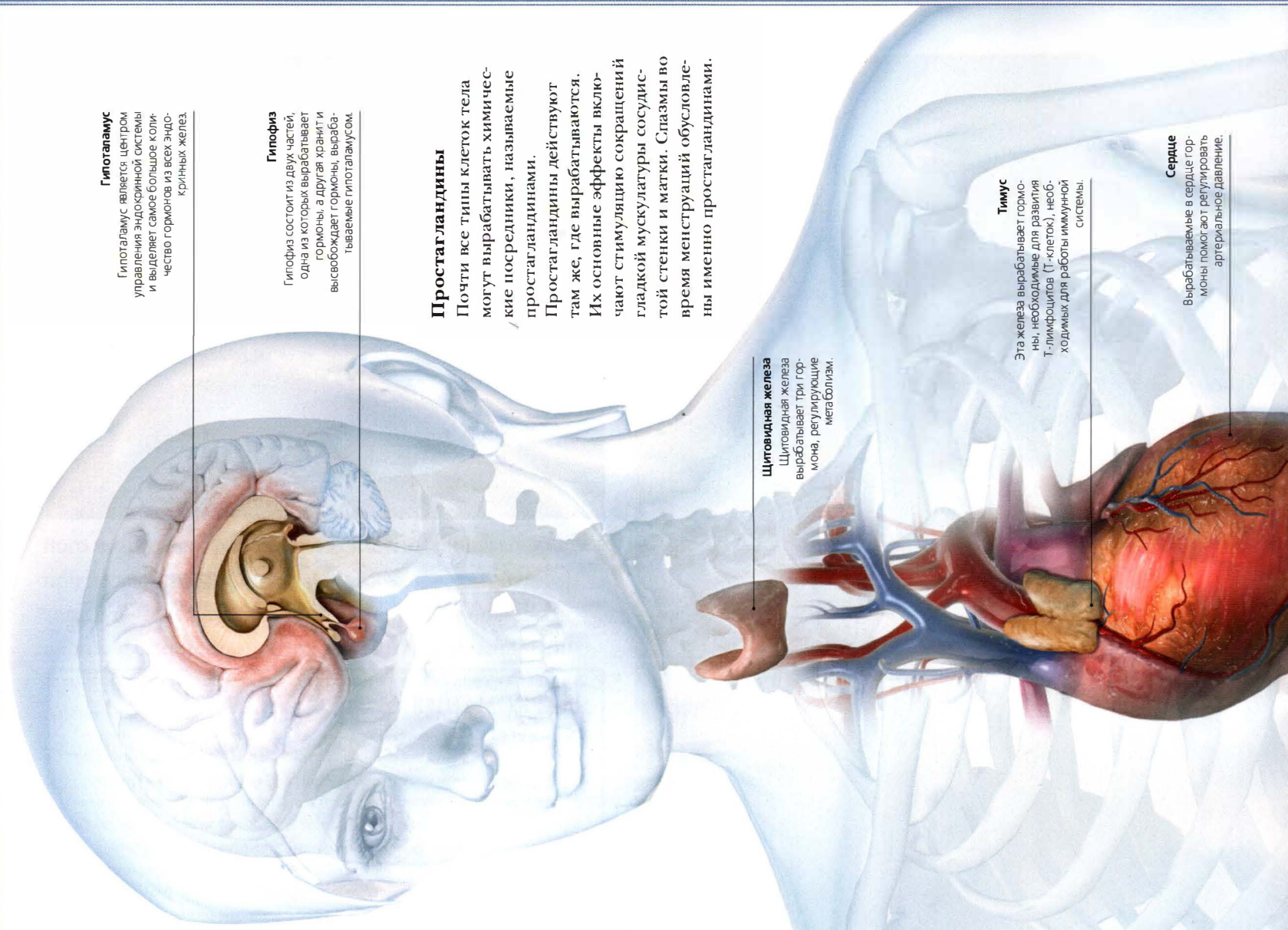
Почти все типы клеток тела могут вырабатывать химические посредники, называемые простагландинами.

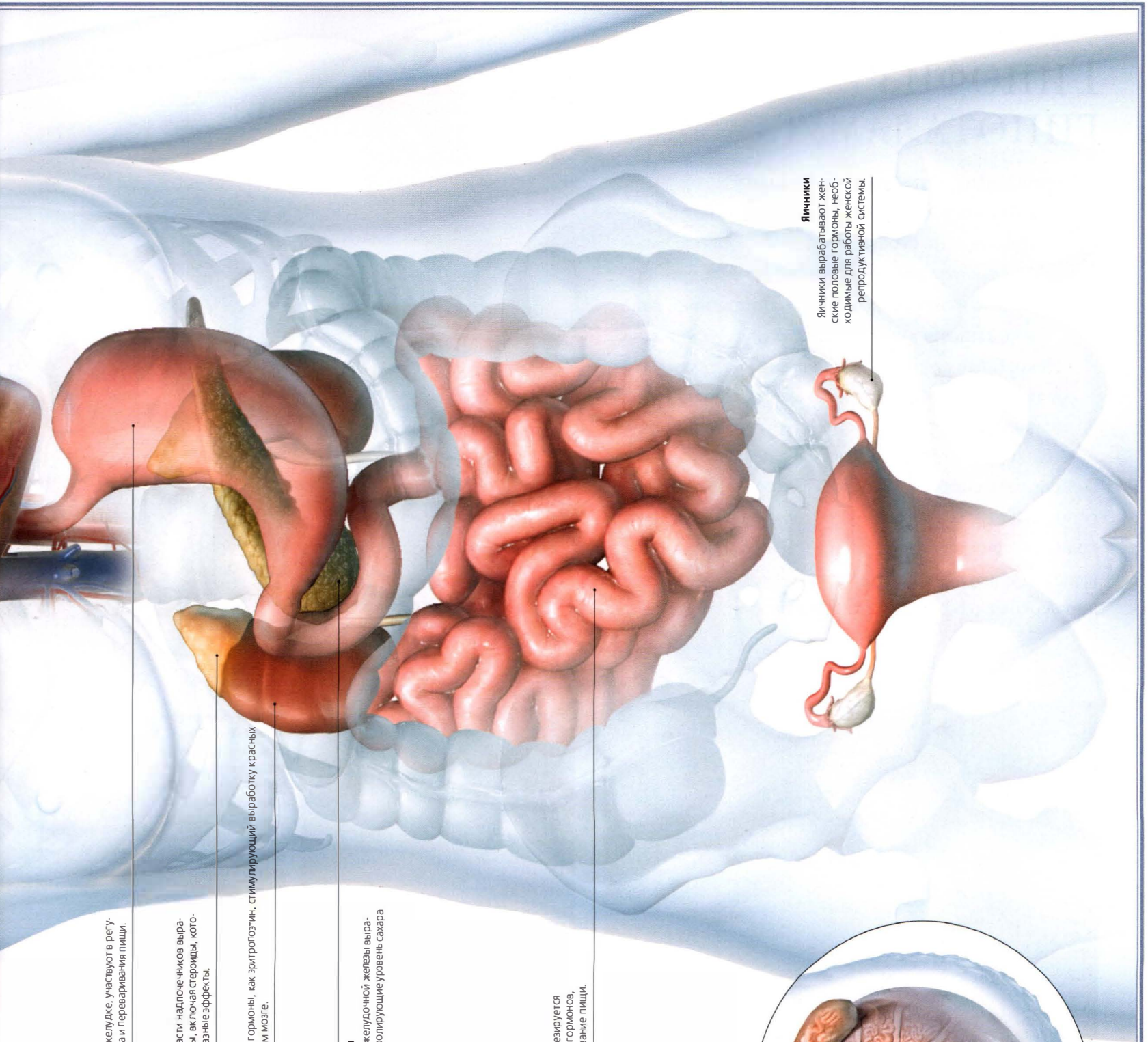
Простагландины действуют там же, где вырабатываются. Их основные эффекты включают стимуляцию сокращений гладкой мускулатуры сосудистой стенки и матки. Спазмы во время менструаций обусловлены именно простагландинами.

Щитовидная железа
Щитовидная железа вырабатывает три гормона, регулирующие метаболизм.

Тимус
Эта железа вырабатывает гормоны, необходимые для развития Т-лимфоцитов (Т-клеток), необходимых для работы иммунной системы.

Сердце
Вырабатываемые в сердце гормоны помогают регулировать артериальное давление.





Желудок

Гормоны, выделяемые в желудке, участвуют в регулировании чувства голода и переваривания пищи.

Надпочечники

Наружная и внутренняя части надпочечников вырабатывают разные гормоны, включая стероиды, которые оказывают разнообразные эффекты.

Почки

Почки синтезируют такие гормоны, как эритропоэтин, стимулирующий выработку красных кровяных клеток в костном мозге.

Поджелудочная железа

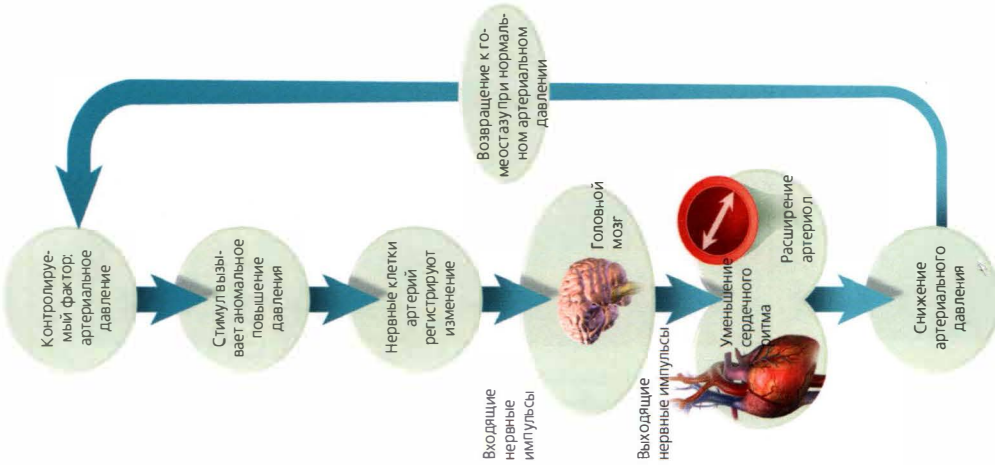
Эндокринные клетки поджелудочной железы вырабатывают гормоны, контролирующие уровень сахара в крови.

Тонкий кишечник

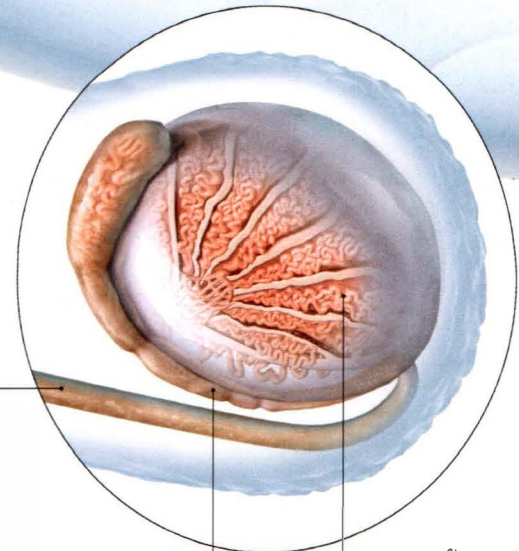
В тонком кишечнике синтезируется как минимум полдюжину гормонов, регулирующих переваривание пищи.

Яичники

Яичники вырабатывают женские половые гормоны, необходимые для работы женской репродуктивной системы.



Семявыносящий проток



Эпидидимис

Семенные каналы

Петли обратной связи

Синтез гормонов регулируется отрицательной обратной связью. Клетки-мишени реагируют на гормон, и изменение их активности запускает сигналы, вызывающие снижение выработки гормона.

Яички

Яички вырабатывают мужские половые гормоны, в основном тестостерон, необходимый для продукции сперматозоидов.

ГИПОФИЗ И ГИПОТАЛАМУС



Нормальный рост тела, метаболизм клеток, развитие и функционирование репродуктивной системы, реакции на стресс, – все эти процессы зависят от работы двух главных желез эндокринной системы – гипоталамуса и его помощника гипофиза. Гипоталамус выполняет две функции.

Некоторые его нейроны регулируют температуру тела, голод и жажду, что важно для поддержания внутреннего гомеостаза. Другие выполняют эндокринную функцию, вырабатывая гормоны.

Задняя доля гипофиза содержит аксоны нейронов гипоталамуса, секретирующие гормоны. Передняя доля гипофиза является истинной эндокринной железой и вырабатывает шесть гормонов, оказывающих важные эффекты на органы и ткани.

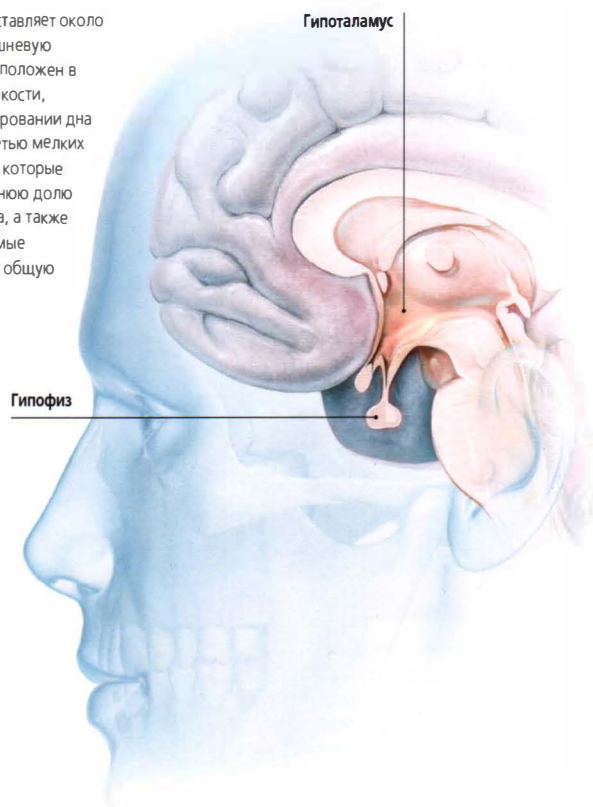


Чрезмерный рост

Если у взрослого человека синтезируется слишком много гормона роста (ГР), то развивается акромегалия. При этом разрастается эпителиальная ткань кожи, носа, языка и губ, а также кости, хрящи и другие соединительно-тканые структуры челюсти, стоп и рук.

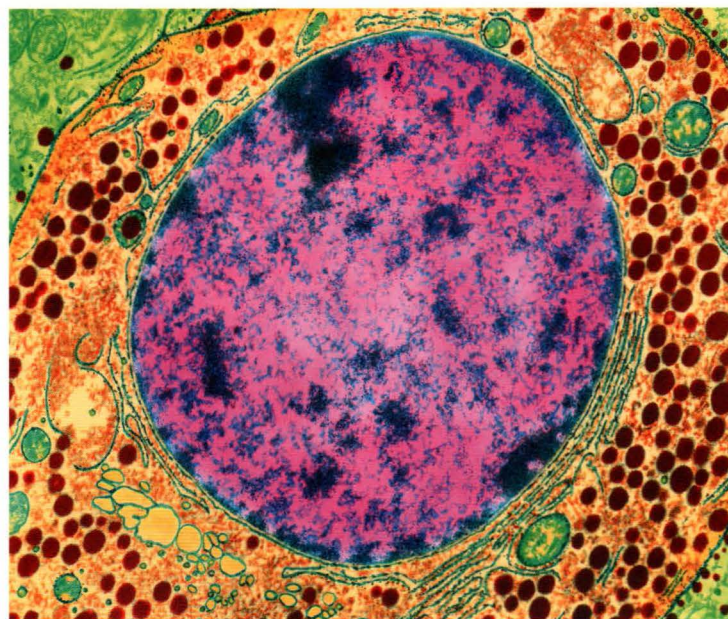
Гипофиз

Диаметр гипофиза составляет около 1 см – примерно с вишневую косточку. Гипофиз расположен в полости клиновидной кости, участвующей в формировании дна черепа. Он окружен сетью мелких кровеносных сосудов, которые переносят в его переднюю долю гормоны гипоталамуса, а также переносят секретируемые гипофизом гормоны в общую кровеносную систему.



Грудное вскармливание

Кормление младенца может казаться простым процессом, но для этого требуется взаимодействие двух материнских гормонов. Пролактин стимулирует выработку молока, а окситоцин вызывает его отток по протокам к соскам.

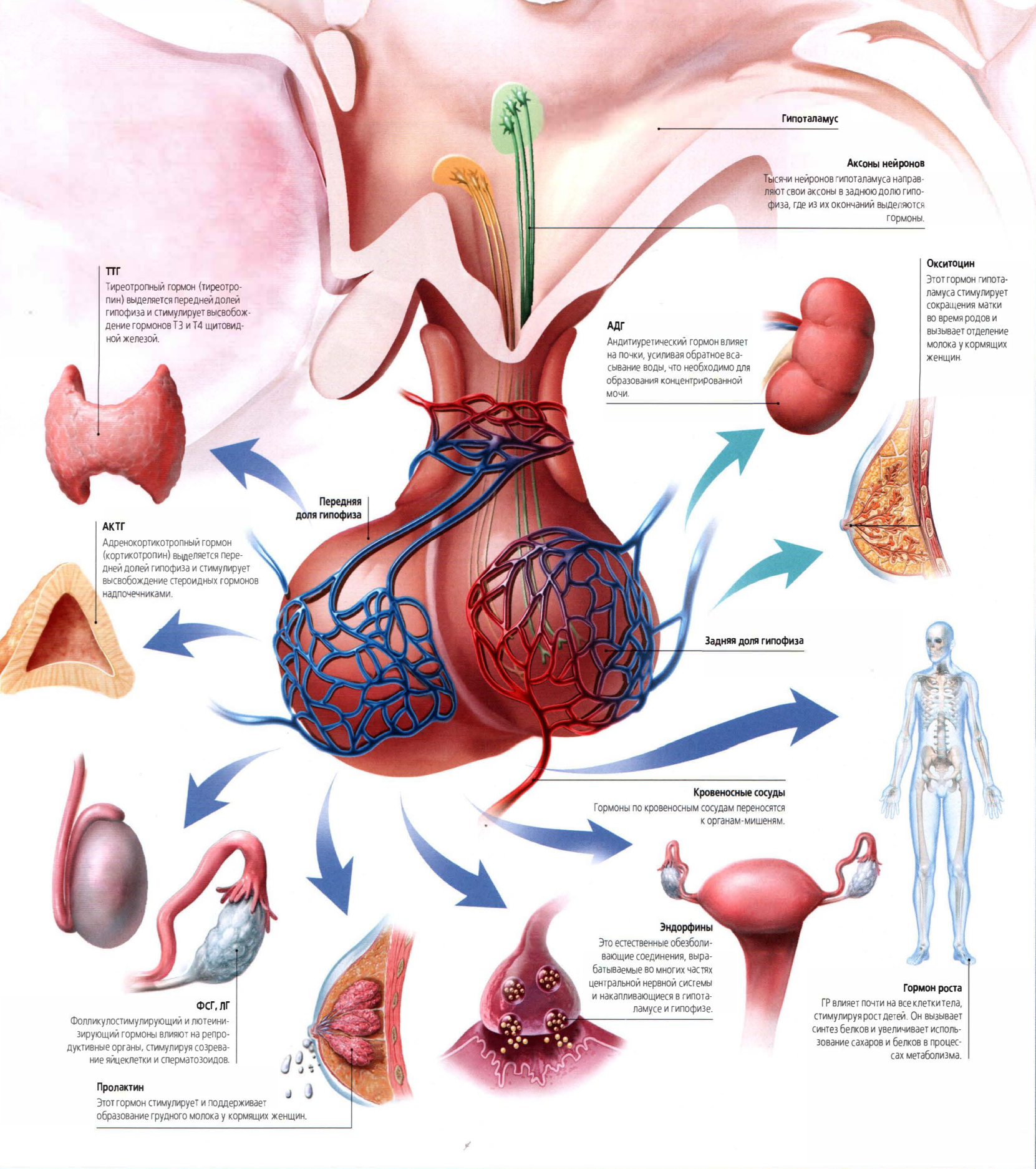


Гормон роста

В клетках передней доли гипофиза в мелких везикулах (коричневый цвет) хранится гормон роста (ГР). Он стимулирует рост мышц, костей и других тканей. Его используют при лечении некоторых злокачественных новообразований и СПИДа.

Эндокринный регулирующий центр

Гипоталамус и гипофиз расположены в основании мозга и связаны стебельком нервной ткани. Они совместно функционируют, контролируя работу эндокринной системы. Регуляторные гормоны гипоталамуса (релизинг-факторы) вызывают высвобождение гормонов передней доли гипофиза. К последним относится гормон роста, влияющий практически на все клетки тела, а также гормоны, регулирующие работу других эндокринных органов, включая щитовидную железу, надпочечники, яичники и яички. Нейроны гипоталамуса также вырабатывают окситоцин и АДГ (антидиуретический гормон). Эти гормоны высвобождаются из окончаний аксонов гипоталамуса, расположенных в задней доле гипофиза.



Гипоталамус

Аксоны нейронов

Тысячи нейронов гипоталамуса направляют свои аксоны в заднюю долю гипофиза, где из их окончаний выделяются гормоны.

Окситоцин

Этот гормон гипоталамуса стимулирует сокращения матки во время родов и вызывает отделение молока у кормящих женщин.

АДГ

Антидиуретический гормон влияет на почки, усиливая обратное всасывание воды, что необходимо для образования концентрированной мочи.

ТТГ

Тиреотропный гормон (тиреотропин) выделяется передней долей гипофиза и стимулирует высвобождение гормонов Т3 и Т4 щитовидной железой.

Передняя доля гипофиза

Задняя доля гипофиза

Кровеносные сосуды

Гормоны по кровеносным сосудам переносятся к органам-мишеням.

Эндорфины

Это естественные обезболивающие соединения, вырабатываемые во многих частях центральной нервной системы и накапливающиеся в гипоталамусе и гипофизе.

Гормон роста

ГР влияет почти на все клетки тела, стимулируя рост детей. Он вызывает синтез белков и увеличивает использование сахаров и белков в процессах метаболизма.

АКТГ

Адренокортикотропный гормон (кортикотропин) выделяется передней долей гипофиза и стимулирует высвобождение стероидных гормонов надпочечниками.

ФСГ, ЛГ

Фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны влияют на репродуктивные органы, стимулируя созревание яйцеклетки и сперматозоидов.

Пролактин

Этот гормон стимулирует и поддерживает образование грудного молока у кормящих женщин.

ЩИТОВИДНАЯ И ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗЫ



Очень немногие эндокринные железы вырабатывают гормоны, влияющие на все ткани тела.

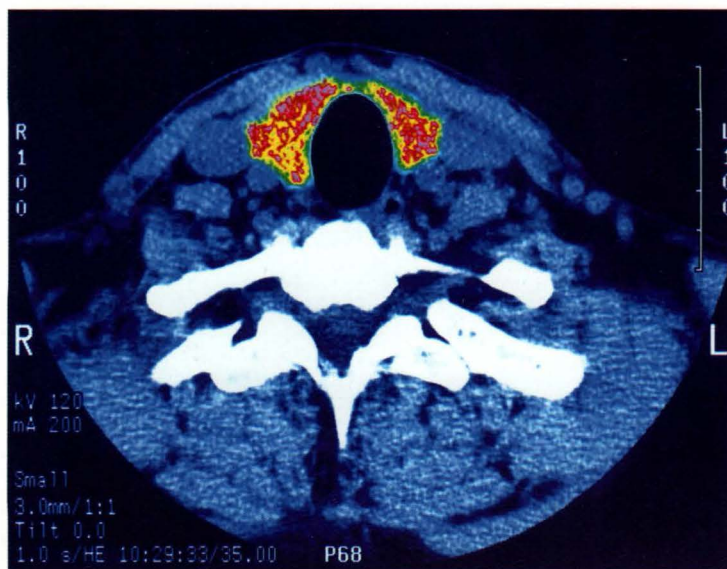
Щитовидная железа относится к этой малочисленной группе. Она расположена под щитовидным хрящом гортани, известном как «адамово яблоко», и обернута вокруг основания трахеи.

Щитовидная железа выделяет три гормона. Два из них – трийодтиронин (Т3) и тироксин (Т4) – часто называют «тиреоидными гормонами». Они регулируют метаболизм, рост и развитие клеток и тканей. Третий гормон щитовидной железы – кальцитонин – помогает поддерживать уровень кальция в крови, что необходимо для сокращения мышц и других процессов. Клетки поджелудочной железы вырабатывают пищеварительные ферменты и регулируют уровень сахара в крови.

Поджелудочная железа

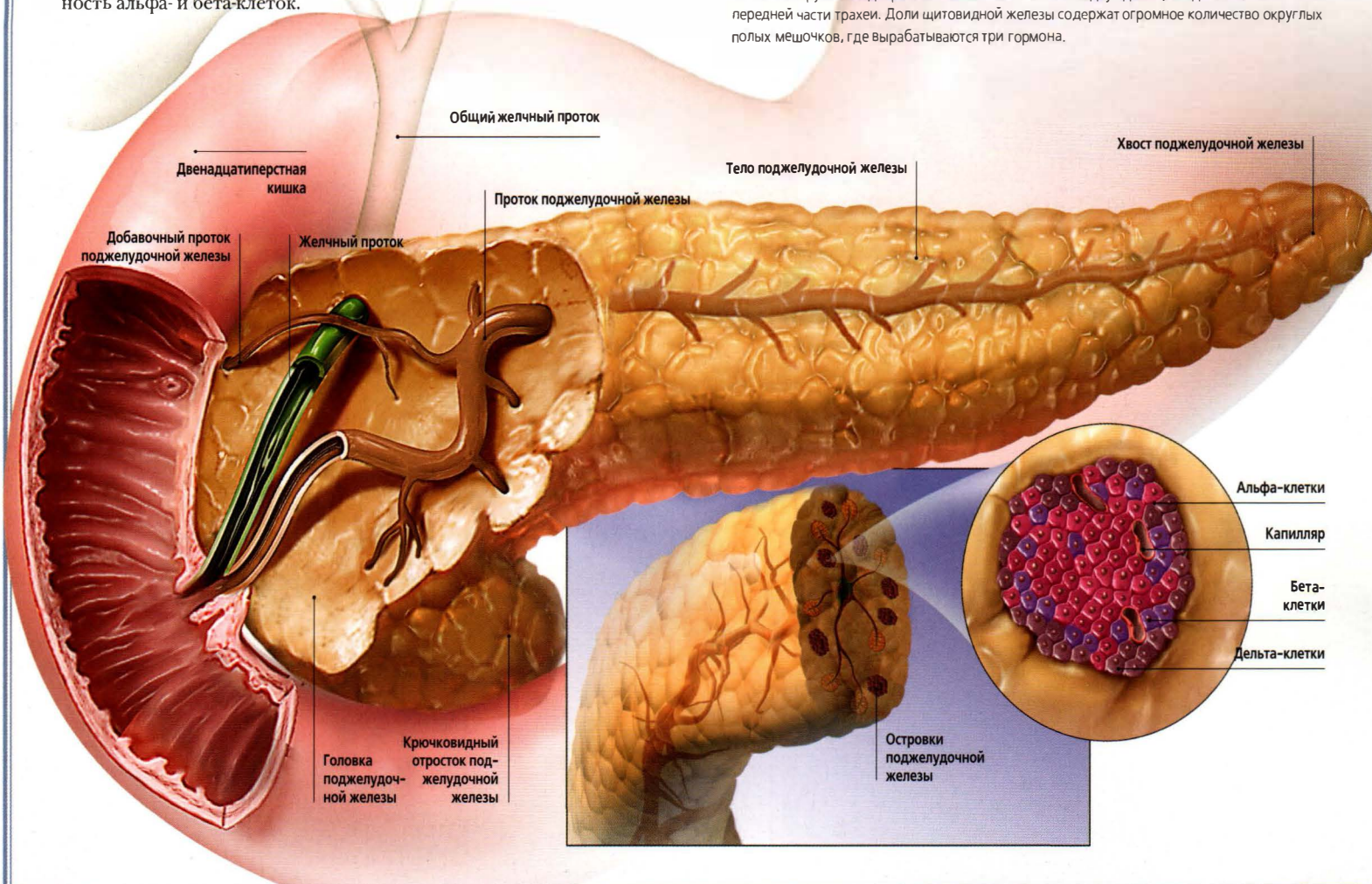
Если уровень глюкозы в крови слишком падает, альфа-клетки поджелудочной железы вырабатывают глюкагон, вызывающий высвобождение глюкозы, запасенной в печени и мышцах. Если уровень глюкозы повышается, бета-клетки секретируют инсулин, побуждающий клетки тела забирать сахар из крови. Третью группу островковых клеток составляют дельта-клетки, секретирующие соматостатин, который регулирует активность альфа- и бета-клеток.

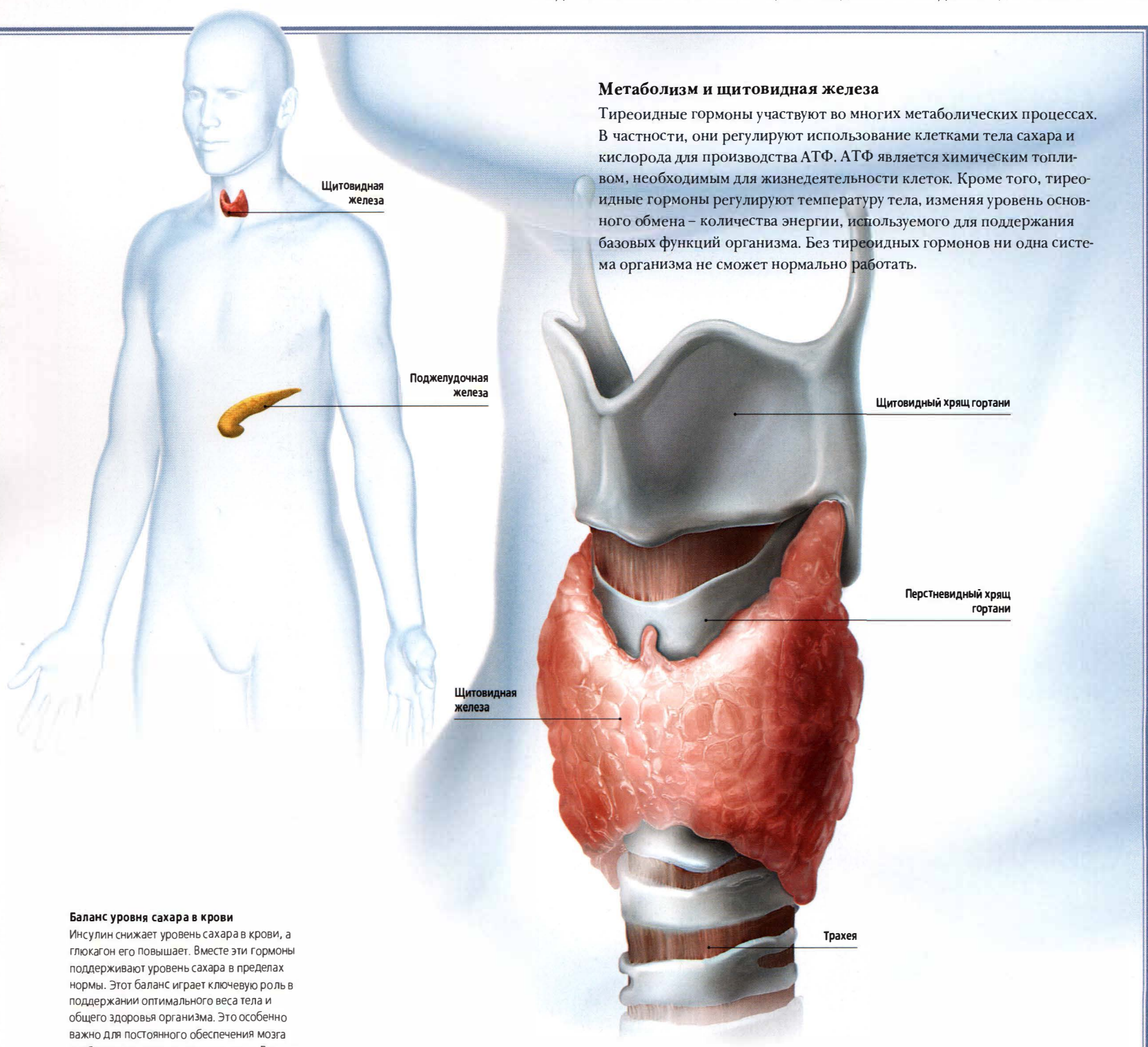
Гормоны щитовидной и поджелудочной желез		
Гормон	Место образования	Функция
Кальцитонин	Щитовидная железа	Замедляет высвобождение кальция из костей в кровь
Трийодтиронин (Т3)	Щитовидная железа	Стимулирует метаболизм
Тироксин (Т4)	Щитовидная железа	Стимулирует метаболизм
Инсулин	Поджелудочная железа	Стимулирует всасывание глюкозы, понижая ее уровень в крови
Глюкагон	Поджелудочная железа	Вызывает повышение уровня глюкозы в крови
Соматостатин	Поджелудочная железа	Регулирует работу альфа- и бета-клеток островков поджелудочной железы



Щитовидная железа

На рисунке щитовидная железа видна как красно-оранжевая масса в передней части трахеи. Эта самая крупная эндокринная железа тела состоит из двух долей, соединяющихся в передней части трахеи. Доли щитовидной железы содержат огромное количество округлых полых мешочков, где вырабатываются три гормона.



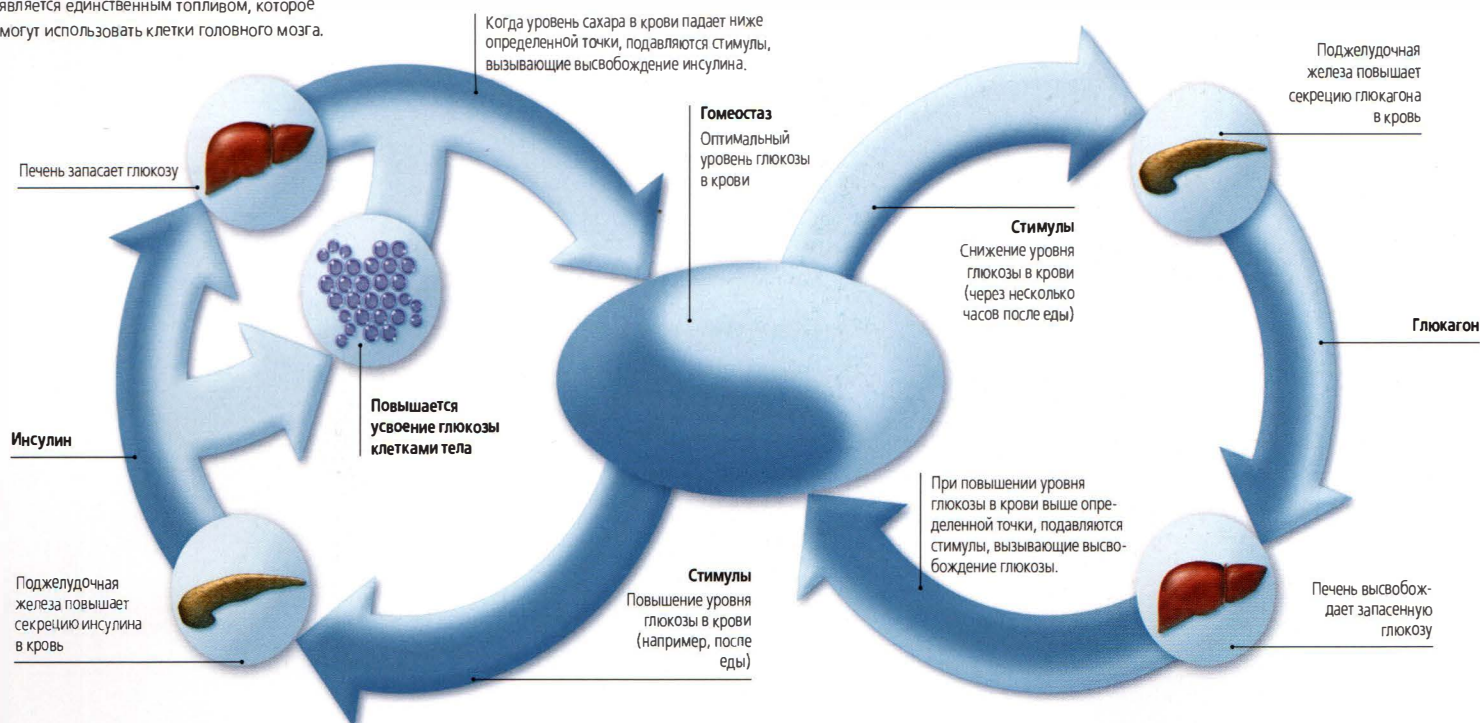


Метаболизм и щитовидная железа

Тиреоидные гормоны участвуют во многих метаболических процессах. В частности, они регулируют использование клетками тела сахара и кислорода для производства АТФ. АТФ является химическим топливом, необходимым для жизнедеятельности клеток. Кроме того, тиреоидные гормоны регулируют температуру тела, изменяя уровень основного обмена – количества энергии, используемого для поддержания базовых функций организма. Без тиреоидных гормонов ни одна система организма не сможет нормально работать.

Баланс уровня сахара в крови

Инсулин снижает уровень сахара в крови, а глюкагон его повышает. Вместе эти гормоны поддерживают уровень сахара в пределах нормы. Этот баланс играет ключевую роль в поддержании оптимального веса тела и общего здоровья организма. Это особенно важно для постоянного обеспечения мозга необходимым количеством глюкозы. Глюкоза является единственным топливом, которое могут использовать клетки головного мозга.



ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ И НАДПОЧЕЧНИКИ



Паращитовидные железы и надпочечники регулируются сигналами гипофиза. Паращитовидные железы – это два крошечных, похожих на горошины, образования, расположенные по сторонам сзади щитовидной железы. Совместно с щитовидной железой, они участвуют в поддержании уровня кальция в крови. Когда уровень кальция падает, паращитовидные железы секретируют паратгормон (ПТГ), вызывающий высвобождение кальция и других минералов из костной ткани. При увеличении уровня кальция в крови, щитовидная железа выделяет кальцитонин, подавляющий действие ПТГ. Надпочечники расположены над почками. Они вырабатывают несколько гормонов, включая стероиды, участвующие в контроле над артериальным давлением, уровнем метаболизма, а также над репродуктивными и половыми функциями. Другие гормоны помогают бороться со стрессом.

Паращитовидные железы

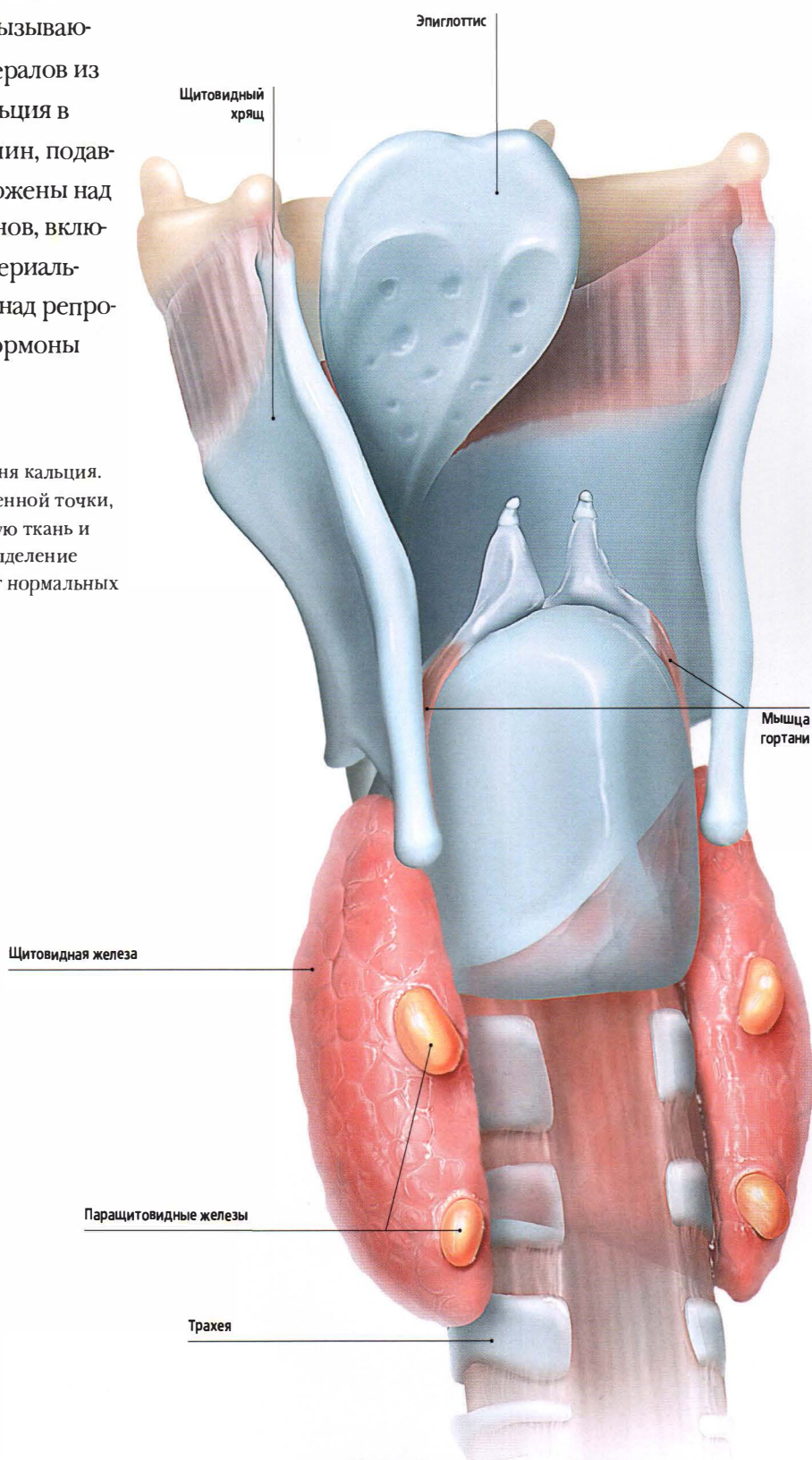
Паратгормон (ПТГ) является основным регулятором уровня кальция. Если концентрация кальция в крови падает ниже определенной точки, ПТГ стимулирует остеокласты, которые разрушают костную ткань и высвобождают кальций. Одновременно ПТГ уменьшает выделение кальция с мочой. Когда уровень кальция в крови достигает нормальных значений, секреция ПТГ прекращается.

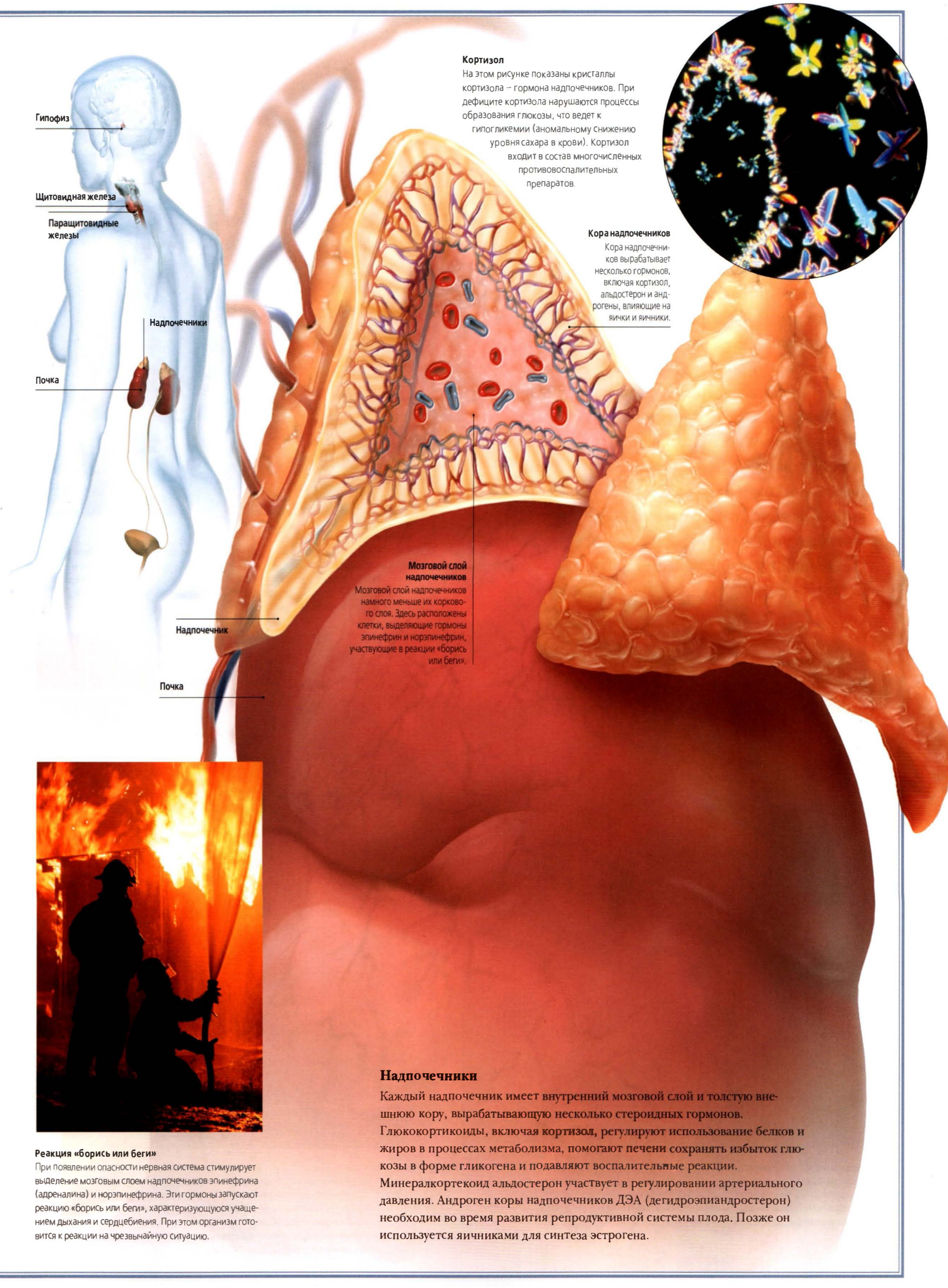


Потребление кальция

Почти все клетки тела постоянно нуждаются в поступлении кальция. Паратгормон (ПТГ) обеспечивает клетки кальцием, вызывая разрушение костей в условиях недостатка этого минерала.

ГОРМОНЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ И ПАРАЩИТОВИДНЫХ ЖЕЛЕЗ		
Гормон	Место образования	Функция
Альдостерон	Кора надпочечников	Помогает сохранять воду в организме для поддержания должного объема крови и артериального давления
Кортизол	Кора надпочечников	Регулируют использование белков, жиров, углеводов и некоторых минералов
Эпинефрин и норэпинефрин	Мозговой слой надпочечников	Повышают сердечный ритм и артериальное давление, участвуя в реакции «борись или беги»
Андрогены	Кора надпочечников	Влияют на выработку сперматозоидов у мужчин, а также на овуляцию и менструацию у женщин
Паратгормон (ПТГ)	Паращитовидные железы	Участвуют в регулировании уровня кальция в крови и усвоения кальция клетками





Гипофиз

Щитовидная железа

Парашитовидные железы

Надпочечники

Почка

Надпочечник

Почка

Кортизол

На этом рисунке показаны кристаллы кортизола – гормона надпочечников. При дефиците кортизола нарушаются процессы образования глюкозы, что ведет к гипогликемии (аномальному снижению уровня сахара в крови). Кортизол входит в состав многочисленных противовоспалительных препаратов.

Кора надпочечников

Кора надпочечников вырабатывает несколько гормонов, включая кортизол, альдостерон и андрогены, влияющие на яички и яичники.

Мозговой слой надпочечников

Мозговой слой надпочечников намного меньше их коркового слоя. Здесь расположены клетки, выделяющие гормоны эпинефрин и норэпинефрин, участвующие в реакции «борись или беги».



Реакция «борись или беги»

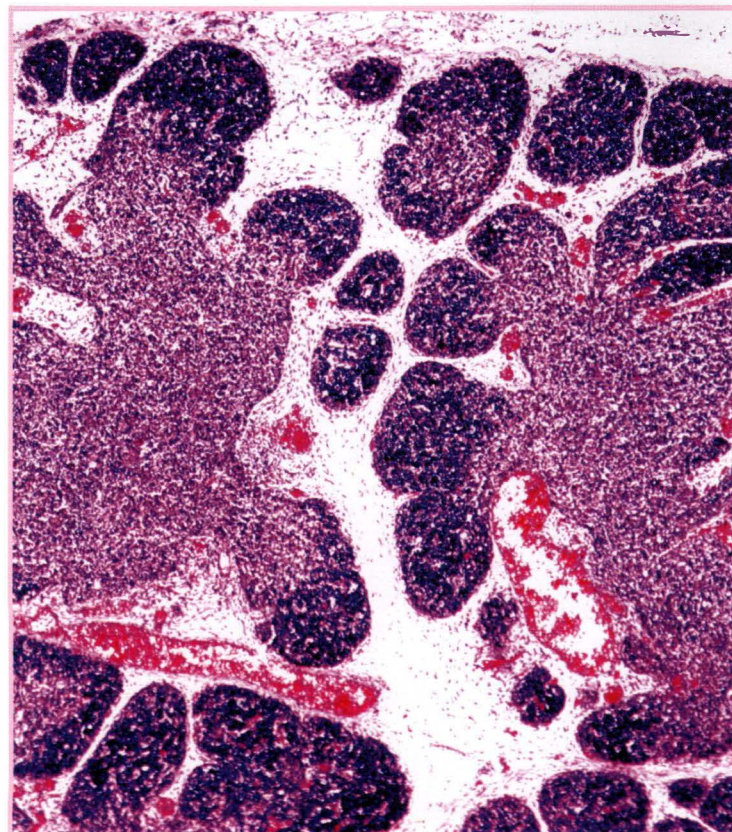
При появлении опасности нервная система стимулирует выделение мозговым слоем надпочечников эпинефрина (адреналина) и норэпинефрина. Эти гормоны запускают реакцию «борись или беги», характеризующуюся учащением дыхания и сердцебиения. При этом организм готовится к реакции на чрезвычайную ситуацию.

Надпочечники

Каждый надпочечник имеет внутренний мозговой слой и толстую внешнюю кору, вырабатывающую несколько стероидных гормонов. Глюкокортикоиды, включая кортизол, регулируют использование белков и жиров в процессах метаболизма, помогают печени сохранять избыток глюкозы в форме гликогена и подавляют воспалительные реакции. Минералкортекоид альдостерон участвует в регулировании артериального давления. Андроген коры надпочечников ДЭА (дегидроэпиандростерон) необходим во время развития репродуктивной системы плода. Позже он используется яичниками для синтеза эстрогена.

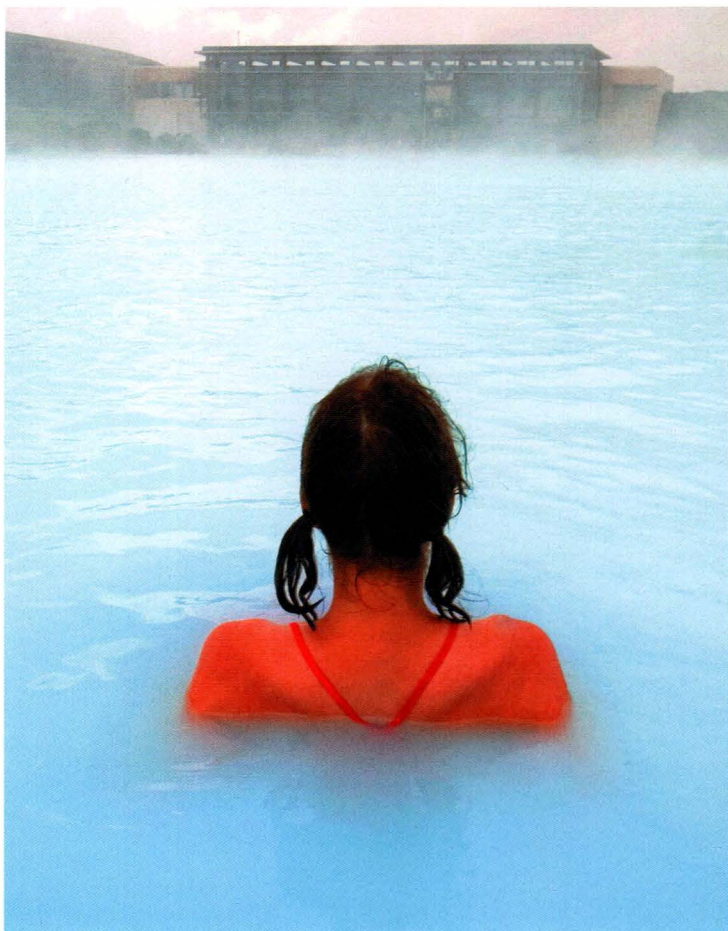
ДРУГИЕ ГОРМОНЫ

Химические коммуникации в организме хорошо отлажены. Кроме уже знакомых нам эндокринных желез, таких как гипоталамус, гипофиз, щитовидная железа и репродуктивные органы, существует много других желез и разбросанных по телу групп клеток, вырабатывающих гормоны. К ним относятся специализированные клетки пищеварительного тракта, гормоны которых стимулируют высвобождение пищеварительных соков или участвуют в регулировании аппетита. Кожа тоже играет роль эндокринной железы, синтезируя холекальциферол – предшественник витамина D, а затем выделяя в кровь витамин D. Ткани сердца, почек, тимуса и некоторых других органов тоже вырабатывают гормоны. Следует также упомянуть мелатонин (гормон суточных ритмов), который вырабатывается с наступлением темноты крошечной шишковидной железой и способствует сну. Все эти субстанции в разной степени влияют на функции тела.



«Т» – значит «тимус»

Т-клетки возникают в костном мозге и затем переносятся кровью к тимусу, где некоторое время хранятся, подвергаясь воздействию гормонов. При этом они функционально созревают и приобретают способность бороться с инфекцией. В основном этот процесс происходит в детском возрасте, когда размер тимуса максимален. Он достигает максимума во время полового созревания. У взрослых людей тимус сжимается и затем исчезает.



Горячая вода и «зов природы»

Теплая ванна может вызвать позыв к мочеиспусканию. Когда левое предсердие наполняется разогретой кровью, оно воспринимает это как увеличение объема крови. В результате сердце выделяет предсердный натриуретический гормон, стимулирующий выведение воды почками, что ведет к увеличению объема мочи.



Эритропоэтин

Почки вырабатывают гормон эритропоэтин, регулирующий выработку красных кровяных клеток костным мозгом. Большинство спортсменов соревнуются честно, но некоторые прибегают к незачетным средствам, в т.ч. кровяному допингу. Они забирают у себя кровь и сохраняют, ожидая, пока костный мозг синтезирует недостающие клетки. Затем перед соревнованием они вливают себе свою кровь обратно, что приводит к увеличению количества красных кровяных клеток, а следовательно, повышению кислородной емкости крови.

Гормоны сердца

Один из механизмов регулирования артериального давления расположен в самом сердце. Увеличение количества воды в плазме крови может привести к опасному повышению артериального давления. При увеличении давления растягивается стенка левого предсердия, и эндокринные клетки, расположенные в правом предсердии, секретируют предсердный натриуретический гормон. Он переносится кровью к почкам и стимулирует выведение избытка воды с мочой. С уменьшением содержания воды в крови артериальное давление падает.

Другие компоненты эндокринной системы

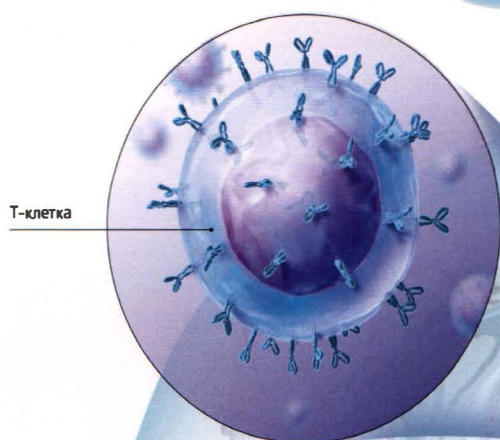
Среди других эндокринных желез тимус и шишковидная железа, основной функцией которых является выработка гормонов. Подобно островковым клеткам поджелудочной железы, эндокринные клетки предсердия, почек и желудочно-кишечного тракта окружены тканями, выполняющими другую функцию.

Шишковидная железа

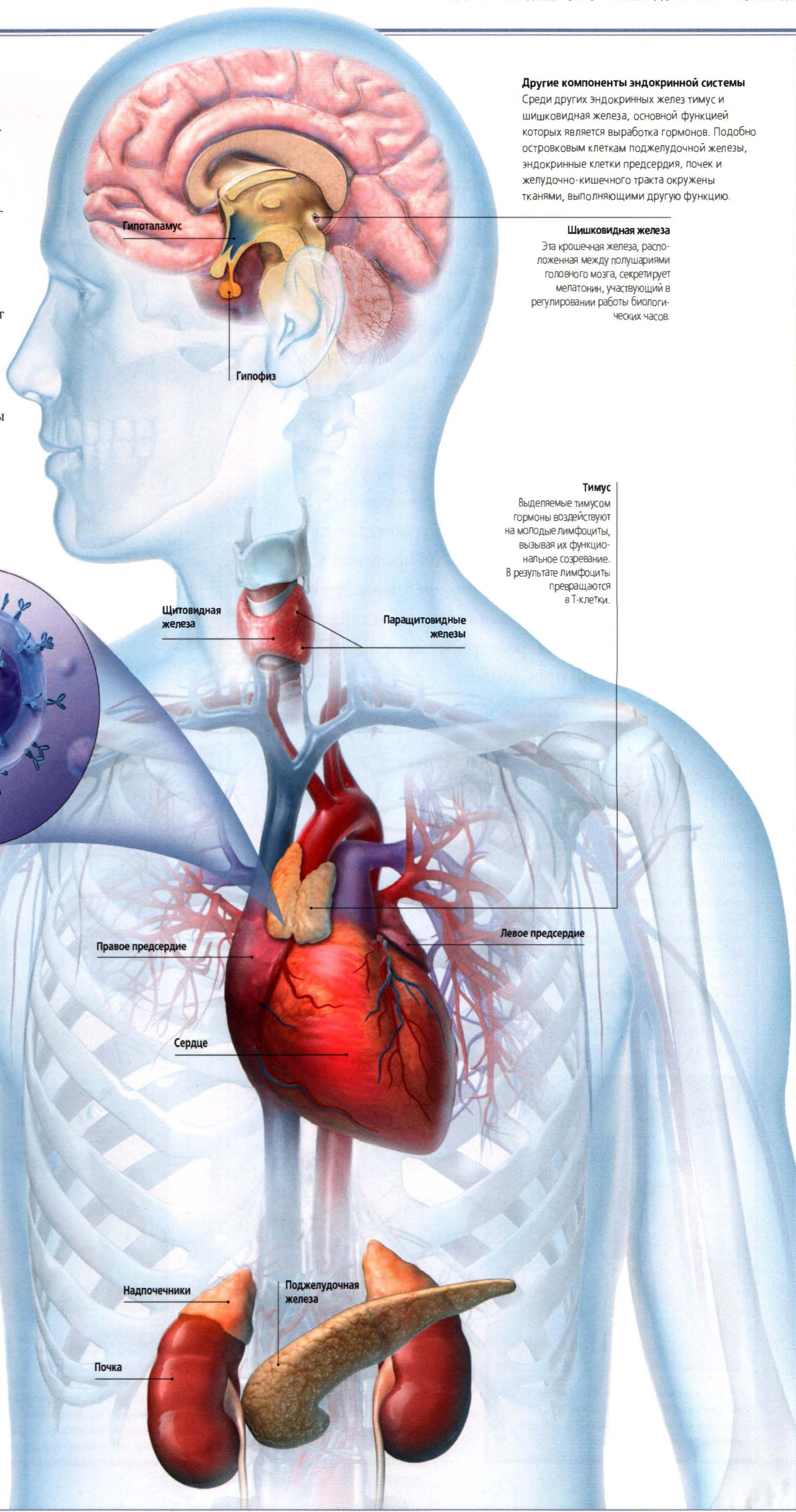
Эта крошечная железа, расположенная между полушариями головного мозга, секретирует мелатонин, участвующий в регулировании работы биологических часов.

Тимус

Выделяемые тимусом гормоны воздействуют на молодые лимфоциты, вызывая их функциональное созревание. В результате лимфоциты превращаются в Т-клетки.



Т-клетка



Гипоталамус

Гипофиз

Щитовидная железа

Паращитовидные железы

Правое предсердие

Левое предсердие

Сердце

Надпочечники

Поджелудочная железа

Почка

ГОРМОНЫ И ГОЛОД

Голод побуждает к принятию пищи для восполнения источников энергии. Аппетит добавляет новое измерение этой биологической функции – употребление пищи доставляет удовольствие. Нервная система контролирует потребление пищи, как и другие процессы жизнедеятельности. Кроме того, в регулировании пищевого поведения участвуют гормоны, вырабатываемые пищеварительным трактом и жировыми клетками и воздействующие на рецепторы гипоталамуса. Некоторые из этих гормонов стимулируют потребление пищи при уменьшении уровня сахара в крови, а другие подавляют чувство голода, когда человек достаточно поест, чтобы удовлетворить метаболические потребности. Хотя многие аспекты регулирования пищевого поведения остаются неизученными, ученые ищут способы использования известных фактов для борьбы с ожирением, расстройствами пищевого поведения и другими проблемами.



Запасы жира

Закупанные соединительной тканью, жировые клетки генетически запрограммированы на запасание избыточного сахара в форме жира для последующего использования. По мере добавления или расходования жира, размер жировых клеток изменяется.

ЕДА ПО ЭМОЦИОНАЛЬНЫМ ПРИЧИНАМ

Многие люди временами едят из-за эмоциональных проблем, чтобы заглушить скуку, стресс, одиночество, гнев или другие чувства. Еда ради эмоционального комфорта не направлена на удовлетворение голода, а скорее является импульсивным поведением. При этом человек часто хочет какую-то определенную пищу, например мороженое, пищу или какое-нибудь любимое блюдо. Шоколад, как и некоторые другие продукты, содержит вещества, воздействующие на головной мозг и поднимающие настроение.



Перекус – распространенная вредная привычка. Калории, потребленные поздно вечером, обычно приводят к набору лишнего веса, т.к. в ночное время метаболизм замедляется.



Голодание

Анорексия – это снижение нормального желания есть. При нервной анорексии психологические факторы ведут к переходу этого состояния в хроническое и опасное нарушение. Человек произвольно изводит себя голодом и чрезмерно интенсивно занимается спортом. Некоторые пациенты умирают от голода, других удается вылечить, так что у них восстанавливается нормальное пищевое поведение.



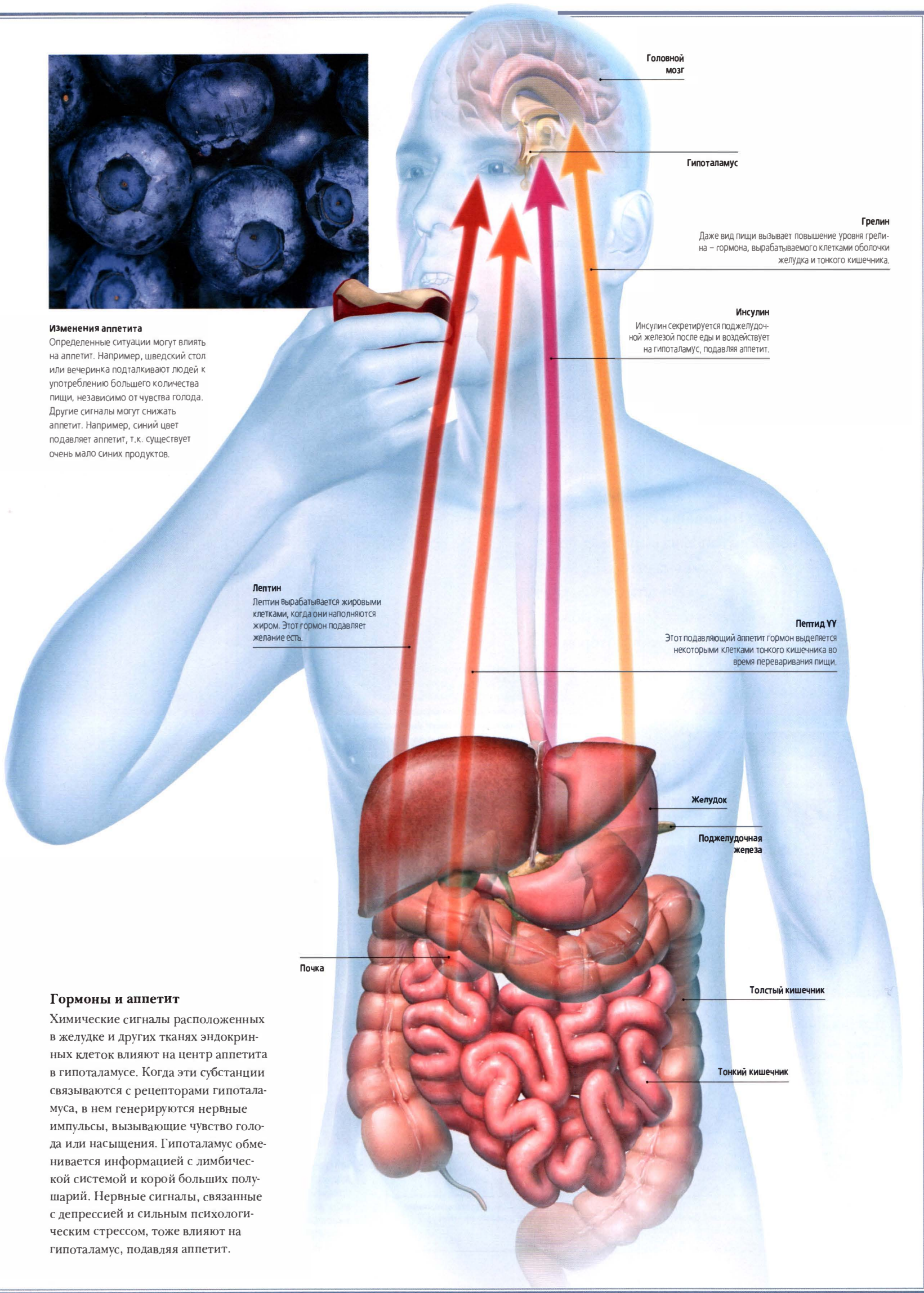
Переедание

Ожирение – это накопление избыточных жировых отложений. Иногда причиной могут быть генетические или гормональные нарушения, но чаще метаболический дисбаланс связан с потреблением слишком большого количества пищи, намного превышающего потребности организма. Всемирная организация здравоохранения назвала ожирение глобальной медицинской проблемой, вызывающей большое количество хронических болезней, таких как диабет, заболевания сердца и даже злокачественные новообразования. Ожирением страдают люди по всему миру, особенно в городах.



Изменения аппетита

Определенные ситуации могут влиять на аппетит. Например, шведский стол или вечеринка подталкивают людей к употреблению большого количества пищи, независимо от чувства голода. Другие сигналы могут снижать аппетит. Например, синий цвет подавляет аппетит, т.к. существует очень мало синих продуктов.



Головной мозг

Гипоталамус

Грелин

Даже вид пищи вызывает повышение уровня грелина – гормона, вырабатываемого клетками оболочки желудка и тонкого кишечника.

Инсулин

Инсулин секретируется поджелудочной железой после еды и воздействует на гипоталамус, подавляя аппетит.

Лептин

Лептин вырабатывается жировыми клетками, когда они наполняются жиром. Этот гормон подавляет желание есть.

Пептид YY

Этот подавляющий аппетит гормон выделяется некоторыми клетками тонкого кишечника во время переваривания пищи.

Желудок

Поджелудочная железа

Почка

Толстый кишечник

Тонкий кишечник

Гормоны и аппетит

Химические сигналы расположенных в желудке и других тканях эндокринных клеток влияют на центр аппетита в гипоталамусе. Когда эти субстанции связываются с рецепторами гипоталамуса, в нем генерируются нервные импульсы, вызывающие чувство голода или насыщения. Гипоталамус обменивается информацией с лимбической системой и корой больших полушарий. Нервные сигналы, связанные с депрессией и сильным психологическим стрессом, тоже влияют на гипоталамус, подавляя аппетит.

ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

Эндокринные железы вырабатывают очень небольшие количества гормонов, выбрасывая их короткими «залпами» через определенные промежутки времени. Часто для достижения какого-то эффекта необходимо взаимодействие нескольких гормонов. Ключевые эндокринные железы, такие как щитовидная железа, надпочечники и половые органы, контролируются гормонами гипофиза. Обычно это обеспечивает гормональный баланс, предотвращая избыток или недостаток гормонов в крови. Но если контроль по какой-то причине нарушается, уровни гормонов в организме изменяются. Например, если гипофиз вырабатывает слишком много или слишком мало гормона роста, то развивается акромегалия, гигантизм или карликовость. В некоторых случаях причиной может быть аутоиммунное нарушение, при котором иммунная система атакует эндокринные клетки или мешает их работе.



Диффузный токсический зоб

Симптомами этого нарушения является выпучивание глаз, ломкость волос и аномально высокий уровень метаболизма. Причиной является гиперактивность щитовидной железы. Это довольно распространенное заболевание связано с аутоиммунным нарушением, при котором антитела стимулируют чрезмерную выработку тиреоидного гормона. Больную ткань железы удаляют хирургически или с помощью лучевой терапии.

ЗАБОЛЕВАНИЕ	СИМПТОМ
Акромегалия Опухоль гипофиза вызывает увеличение выработки гормона роста.	Увеличение частей тела, например, кистей рук, стоп, челюсти и губ.
Болезнь Аддисона Надпочечники вырабатывают недостаточно кортизола.	Потеря веса, утомляемость, мышечная слабость, низкое давление крови.
Гиперальдостеронизм Надпочечники вырабатывают слишком много альдостерона.	Отеки, высокое артериальное давление, слабость, мышечные спазмы.
Гиперпаратиреоз Редкое нарушение, при котором паращитовидные железы вырабатывают слишком много паратгормона.	Утомляемость, потеря костной массы, остеопороз.
Пролактинома Опухоль гипофиза, ведущая к образованию избыточных количеств пролактина – гормона, стимулирующего выработку грудного молока.	Аномальная лактация, бесплодие, головные боли, снижение полового влечения.

Гипофиз

Опухоли гипофиза ведут к развитию акромегалии, гигантизма или карликовости.

Щитовидная железа

Возможные нарушения включают гипертиреоз и гипотиреоз.

Паращитовидные железы

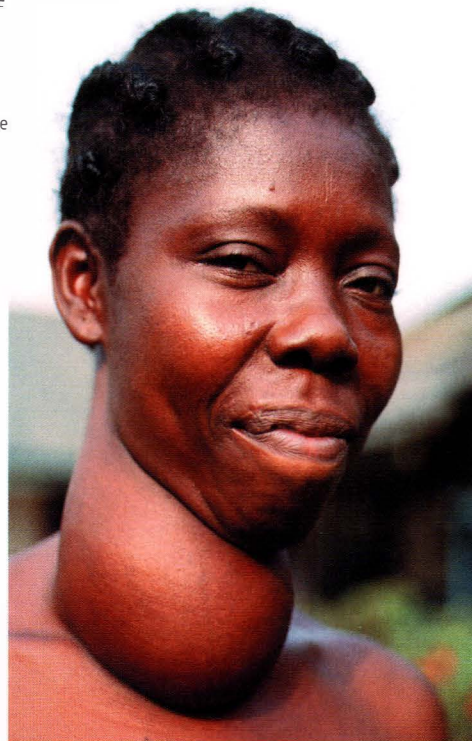
Гиперпаратиреоз – редкое нарушение, поражающее эти железы.

Надпочечники

Возможные нарушения включают болезнь Аддисона, синдром Иценко-Кушинга и гиперальдостеронизм.

Последствия эндокринных нарушений

Некоторые распространенные эндокринные нарушения ведут к изменению роста тела или метаболизма вследствие нарушений работы гипофиза или щитовидной железы. Подобные нарушения имеют многочисленные последствия, т.к. вырабатываемые этими железами гормоны влияют на многие типы тканей. К счастью, эндокринные нарушения часто поддаются лечению заместительной терапией гормонами или другими препаратами. В некоторых случаях требуется частичное или полное хирургическое удаление больных желез.



Зоб (струма)

Зобом называют чрезмерное увеличение щитовидной железы. Причиной может быть недостаточное потребление йода, но чаще зоб развивается вследствие неспособности щитовидной железы вырабатывать гормон в ответ на стимуляцию тиреотропным гормоном (ТТГ) гипофиза. Вследствие постоянной стимуляции ТТГ щитовидная железа сильно разрастается.

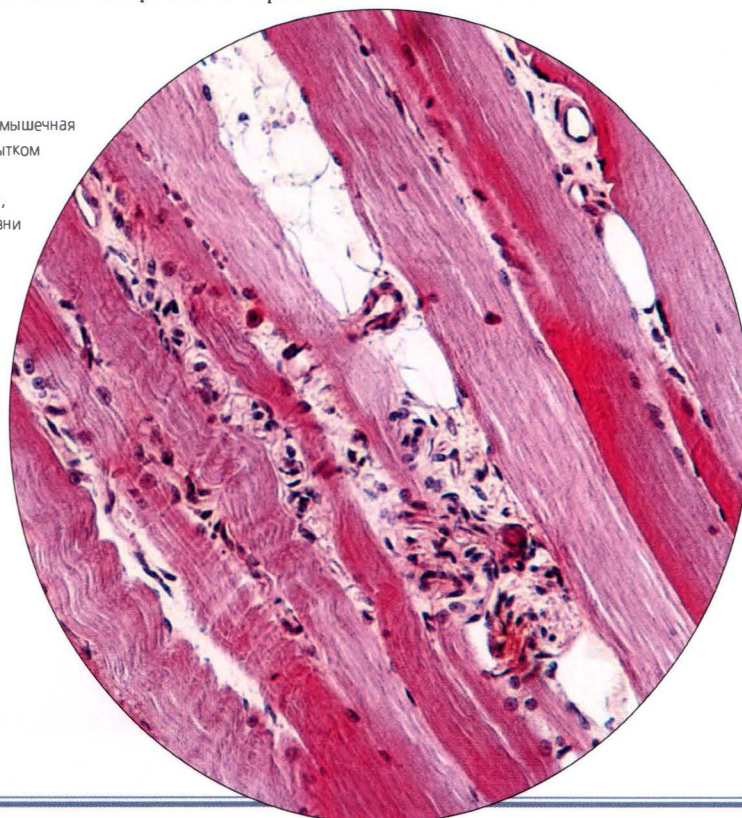


Гигантизм и карликовость

Гипофизарный гигантизм характеризуется чрезмерным разрастанием длинных костей в детстве вследствие избыточной секреции гормона роста передней долей гипофиза. В результате рост человека может достигнуть 2,4 м. При гипофизарной карликовости (нанизме) длинные кости растут слишком медленно, и рост человека не превышает 1,2 м. В обоих случаях у пациентов сохраняются нормальные пропорции тела.

Болезнь Кушинга

На фотографии показана мышечная ткань, поврежденная избытком кортизола. Это одна из многочисленных проблем, развивающихся при болезни Кушинга. Среди других симптомов – развитие жировых отложений на лице и теле. Болезнь Кушинга связана с избыточной выработкой кортизола корой надпочечников. Причиной может быть опухоль гипофиза, ведущая к избыточной секреции АКТГ, стимулирующего выработку кортизола.

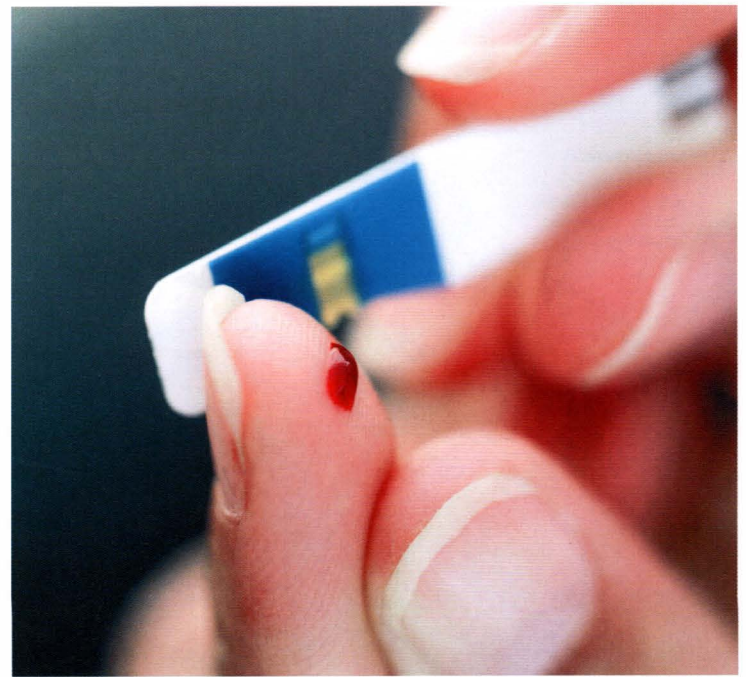


ДИАБЕТ

Сахарный диабет – одно из самых распространенных и тяжелых эндокринных заболеваний. Он характеризуется нарушением способности клеток организма утилизировать глюкозу. При отсутствии лечения диабет ведет к необратимому повреждению тканей и органов. Диабет 1-го типа связан с тем, что иммунная система разрушает вырабатывающие инсулин бета-клетки поджелудочной железы. Это аутоиммунное нарушение часто развивается в подростковом возрасте. При наличии наследственной предрасположенности провоцирующим фактором может быть вирусная инфекция. При диабете 2-го типа поджелудочная железа вырабатывает достаточно инсулина, но клетки тела не могут нормально на него реагировать и не усваивают достаточное количество сахара. Диабет 2-го типа часто сопровождается ожирением и повышает риск развития заболеваний сердца. Сегодня он стал глобальной медицинской проблемой – десятки миллионов человек страдают различными симптомами метаболического синдрома, «преддиабета».

Глобальная эпидемия

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отмечает драматический рост заболеваемости диабетом во всем мире. Это связано со значительным увеличением факторов риска, особенно ожирения. Распространению диабета способствуют сидячий образ жизни и потребление избытка калорий (часто при недостатке витаминов), распространение сладких напитков и другие факторы. В результате растет заболеваемость и связанными с диабетом болезнями. ВОЗ организует международные образовательные программы, пропагандирующие меры профилактики.

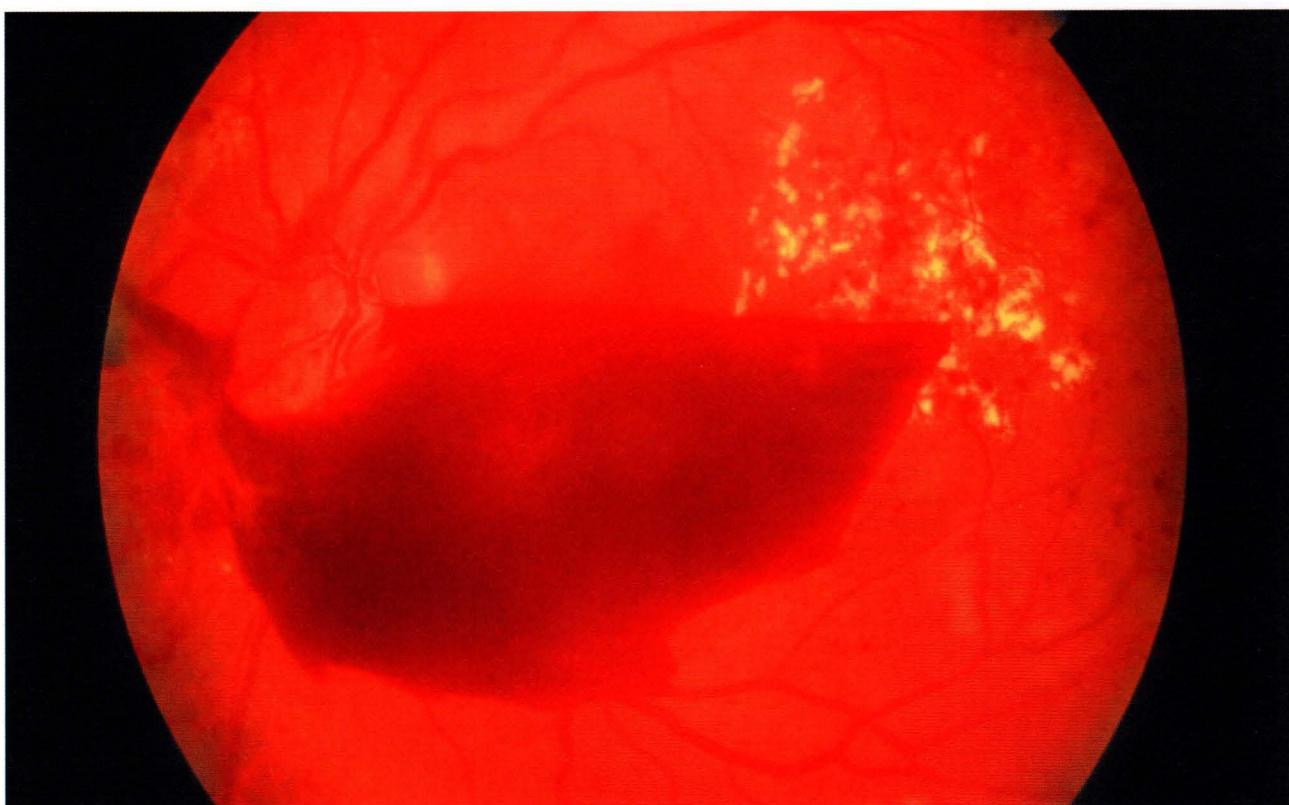
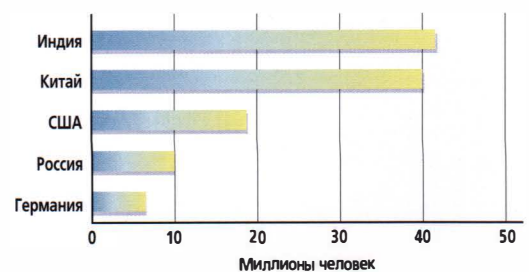


Мониторинг уровня сахара в крови

Для предотвращения развития осложнений диабета крайне важно контролировать уровень сахара в крови. Сегодня пациентам доступно большое количество разных домашних тестов для определения уровня глюкозы.

Распространенность диабета

Как показывают статистические данные ВОЗ, заболеваемость диабетом растет на всех континентах, особенно в наиболее густонаселенных областях мира.



Повреждение сетчатки

Одно из осложнений диабета – диабетическая ретинопатия, при которой кровеносные сосуды сетчатки становятся аномально хрупкими. Они легко повреждаются, и из них подтекает жидкость, что вызывает отек и замутнение зрения. Это нарушение обычно поражает оба глаза и может приводить к слепоте.

Диабетическая ретинопатия

Все формы диабета могут вызвать повреждение кровеносных сосудов глаза.

Почечная недостаточность

Повреждение кровеносных сосудов почек ведет к развитию почечной недостаточности.

Диабетическая невропатия

По неизвестным причинам диабет (при отсутствии лечения) ведет к повреждению нервов, часто по всему телу.

Последствия диабета

С течением времени сахар скапливается в крови и вызывает повреждение мелких кровеносных сосудов. В результате нарушается кровоснабжение глаз, конечностей, почек и других органов и тканей, что ведет к нарушению их работы.

Повреждение сердца

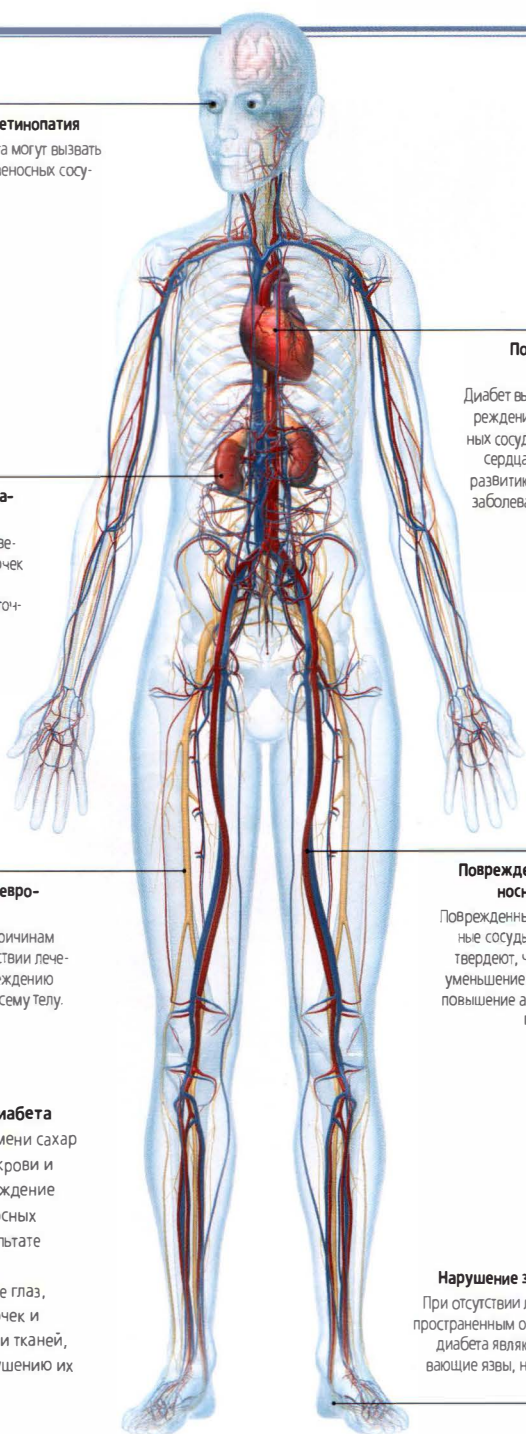
Диабет вызывает повреждение кровеносных сосудов и нервов сердца, что ведет к развитию летального заболевания сердца.

Повреждение кровеносных сосудов

Поврежденные кровеносные сосуды сужаются и твердеют, что вызывает уменьшение кровотока и повышение артериального давления.

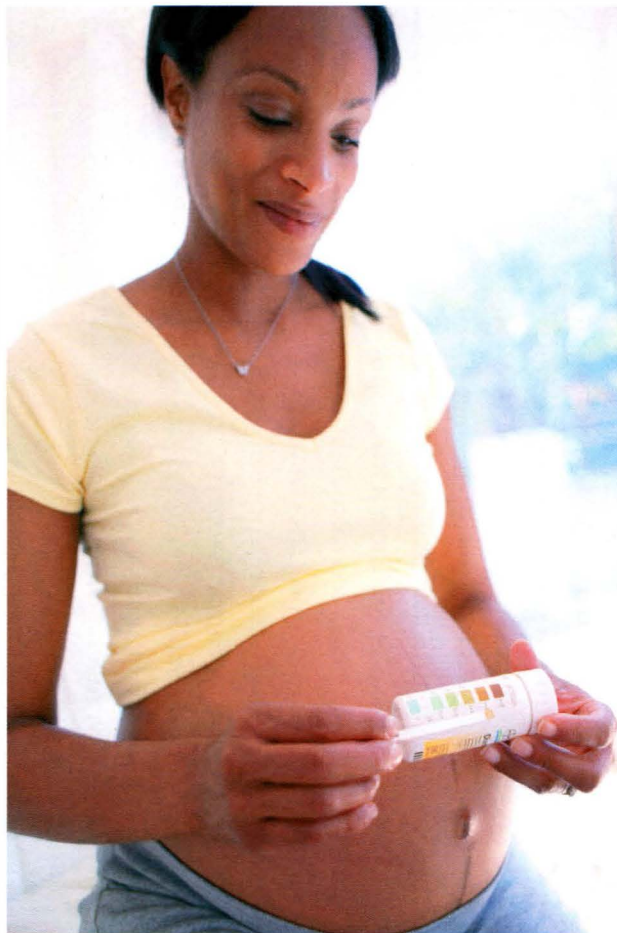
Нарушение заживления

При отсутствии лечения распространенным осложнением диабета являются незаживающие язвы, например, на стопах.



Прием инсулина

Эта девочка страдает диабетом 1-го типа, при котором разрушаются инсулин-вырабатывающие клетки поджелудочной железы. С помощью специального, похожего на ручку приспособления, она вводит себе нужные дозы инсулина.



Гестационный диабет

У некоторых беременных женщин развивается гестационный диабет. Риск его развития увеличивается при наследственной предрасположенности. Стандартным лечением является диета с низким содержанием сахара и регулярные упражнения. После родов гестационный диабет обычно проходит, но указывает на повышение риска развития диабета 2-го типа в будущем.

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ

Метаболический синдром – это набор симптомов, указывающий на повышение риска развития диабета 2-го типа. Одним из признаков является полнота. Другие симптомы включают повышение артериального давления покоя до 135/85, снижение уровня ЛПВП («хорошего» холестерина) и повышение уровня сахара и триглицеридов в крови.

Снижение риска

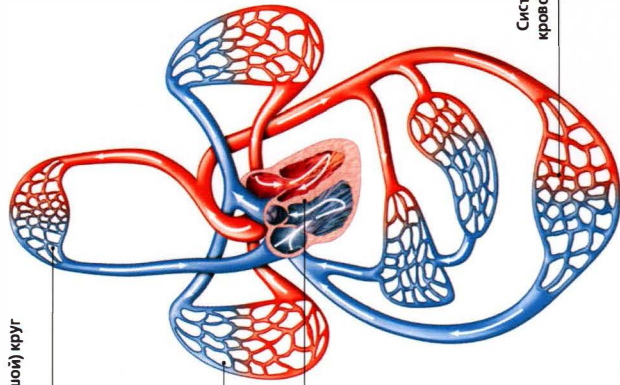
Для снижения риска развития диабета следует избавляться от лишнего веса, регулярно заниматься физкультурой и уменьшать потребление сахара и жирной пищи.



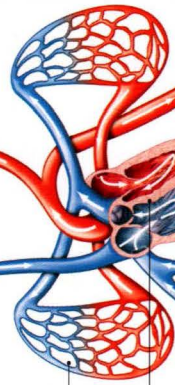
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Кровь содержит кислород, питательные вещества, гормоны и другие субстанции и буквально является «рекой жизни», обеспечивая клетки тела всем необходимым и удаляя продукты распада. Перекачка крови – единственная функция кровеносной системы. Поступая в легкие, кровь насыщается кислородом и освобождается от углекислого газа. Затем она должна быстро перенести кислород миллиардам клеток организма, для чего и служит кровеносная система. Сердце является двойным насосом, качая кровь в легкие и к тканям тела. Из сердца кровь попадает в сеть сосудов, оплетающих абсолютно все тело. Любая клетка отделена от кровеносного сосуда расстоянием не более ширины волоса. Затем кровь возвращается в сердце, и начинает все путешествие заново.

Системный (большой) круг кровообращения



Легочный (малый) круг кровообращения



Сердце

Два круга кровообращения

Кровь циркулирует по двум кругам кровообращения. Легочный (малый) круг принимает кровь из правой половины сердца и несет ее к легким. Там кровь насыщается кислородом и отдает углекислый газ. Обогащенная кровь из легких поступает в левую половину сердца, а оттуда в большой (системный) круг кровообращения. Из сердца кровь сначала попадает в артерию, а затем по артериям и другим кровеносным сосудам идет к органам и тканям тела.

Пути кровеносных сосудов

Артерии и вены идут примерно параллельно по всему телу. Название сосуда часто меняется по мере того, как он проходит по разным частям тела. Артерии представляют собой крупные сосуды, несущие богатую кислородом кровь от сердца, а вены несут кровь обратно к сердцу. В легочном круге кровообращения артерии несут бедную кислородом кровь к легким, а вены возвращают обогащенную кислородом кровь к сердцу, откуда она отправляется по большому кругу кровообращения к органам тела.

Наружная яремная вена
Это одна из нескольких вен, переносщих кровь от головы и шеи к сердцу.

Подключичная артерия и вена
Подключичные сосуды идут вдоль ключицы и несут кровь к рукам и от них.

Верхняя полая вена
По этой вене кровь оттекает от рук и головы.

Нижняя полая вена
Это самая крупная вена тела, идущая вдоль всего тела и несущая кровь от нижней части тела к сердцу.

Печеночная артерия и печеночная вена
В печень кровь поступает по печеночной артерии и воротной вене, а затем оттекает по печеночной вене.

Почечная артерия и вена
Почечные сосуды несут кровь к почкам и от них.

Плечевая артерия и вена
Эти сосуды несут кровь к верхней части руки и локтя и от них.

Системный круг кровообращения

Локтевая артерия и вена

Сонная артерия
Сонные артерии несут кровь к головному мозгу и другим тканям головы.

Аорта
Аорта получает богатую кислородом кровь из левой половины сердца.

Легочный ствол
Этот широкий сосуд разветвляется на правую и левую легочные артерии, по которым кровь идет от сердца к легким.

Коронарная артерия
Коронарные артерии снабжают кровью сердечную мышцу.

Сердце
Сердце является мышечным насосом, перекачивающим кровь.

Чревный артериальный ствол
Этот сосуд отходит от аорты в верхней части брюшной полости и снабжает кровью желудок, поджелудочную железу, тонкий кишечник, печень и селезенку.

Поясничные артерии и вены
Эти сосуды несут кровь к спинному мозгу и от него.

Общая подвздошная артерия и вена
По этим сосудам кровь идет к органам таза и нижним конечностям и от них к сердцу.

Лучевая артерия и вена
Эти сосуды идут вдоль лучевой кости предплечья, в то время как локтевая артерия и вена идут вдоль локтевой кости.

Артерии и вены пальцев

Эти мелкие артерии и вены обеспечивают кровоснабжение пальцев рук и ног.

Бедренная артерия и вена

Эти крупные сосуды являются продолжением подвздошных сосудов. Они несут кровь к бедру и от него.

Большая подкожная вена ноги
 Это самая длинная вена тела. Она идет от свода стопы к паху, где сливается с бедренной веной.

Подколенная артерия и вена
 Эти сосуды обеспечивают кровью колено и несколько мышц ноги.

Передняя большеберцовая артерия и вена

Малоберцовая артерия и вена

Задняя большеберцовая артерия и вена

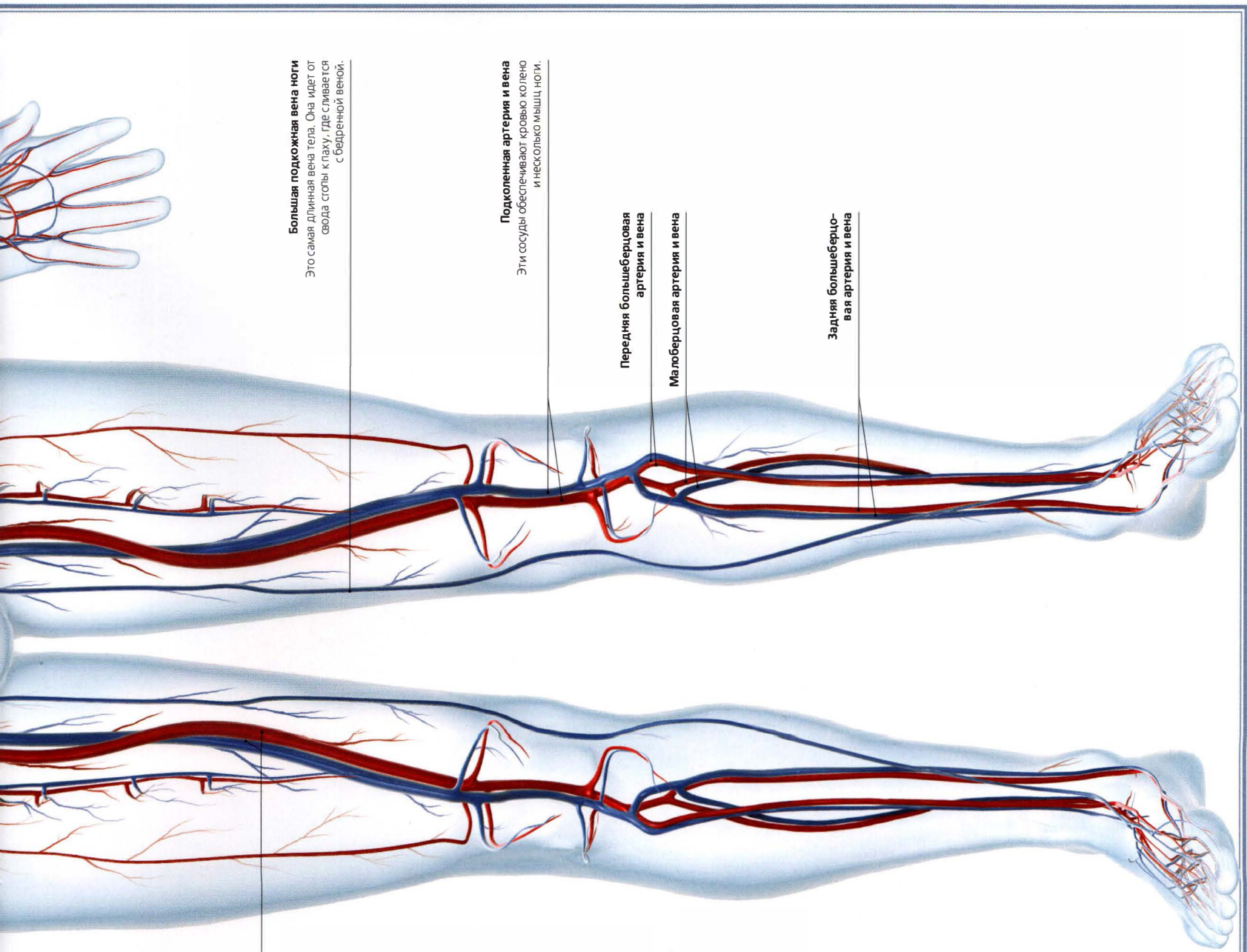
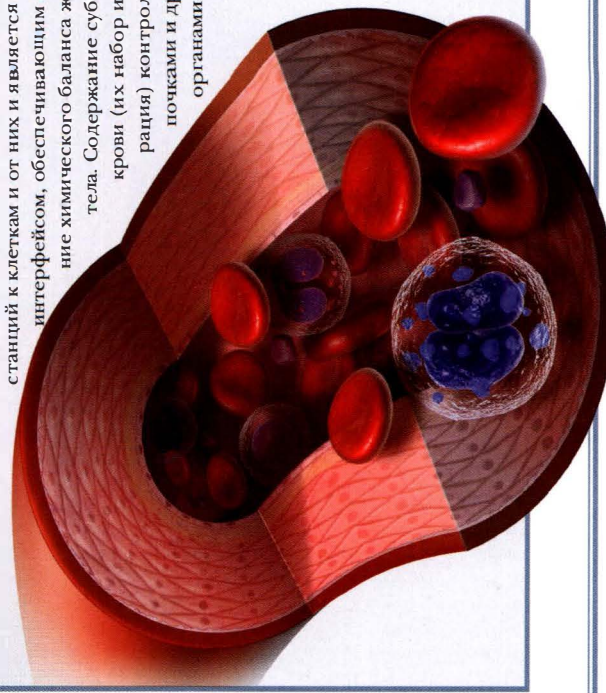
ПОТРЕБНОСТИ ОРГАНОВ ТЕЛА В КРОВΟΣНАБЖЕНИИ (В ПОКОЕ)

ОРГАНЫ ИЛИ СИСТЕМЫ	ПРИМЕРНЫЙ % КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ
Пищеварительный тракт	21%
Печень	6%
Почки	20%
Скелетные мышцы	15%
Головной мозг	13%
Кожа	9%
Кости	5%
Сердце	5%
Все остальные части тела вместе	6%

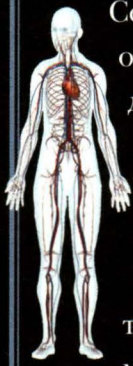
ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

Внутренняя среда организма формируется плазмой крови и тканевой жидкостью, заполняющей межклеточные пространства. Химический состав внутренней среды постоянно меняется по мере того, как клетки усваивают или выделяют разные субстанции. Плазма крови осуществляет транспорт суб-

станций к клеткам и от них и является основным интерферисом, обеспечивающим поддержание химического баланса жидкостей тела. Содержание субстанций в крови (их набор и концентрация) контролируется почками и другими органами.



СЕРДЦЕ

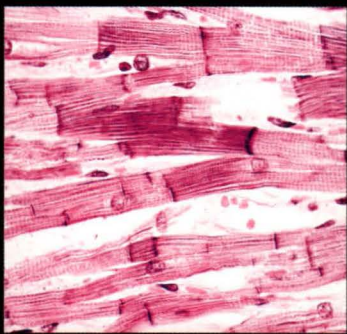


Сердце имеет размер примерно с кулак и весит около 450 г. Оно расположено в полости перикарда между плевральных полостей, в которых лежат легкие. Перикард – это тонкий мешок, окружающий сердце и образующий перикардальную полость. Внутренняя поверхность этой полости покрыта жидкостной пленкой, предотвращающей трение при сокращениях сердечной мышцы. Сердце является двойным насосом и состоит из правой и левой частей. Каждая часть разделена на две камеры – предсердие и желудочек. Желудочки качают кровь в сосуды, идущие в разных направлениях. Стенки предсердий тонкие, а желудочки имеют толстые мышечные стенки, что помогает им справляться со своей задачей.



Сердечные клапаны

Когда кровь закачивается в артерии, клапаны между предсердиями и желудочками закрываются. При этом они стабилизируются специальными хрящевыми «сухожильными струнами».

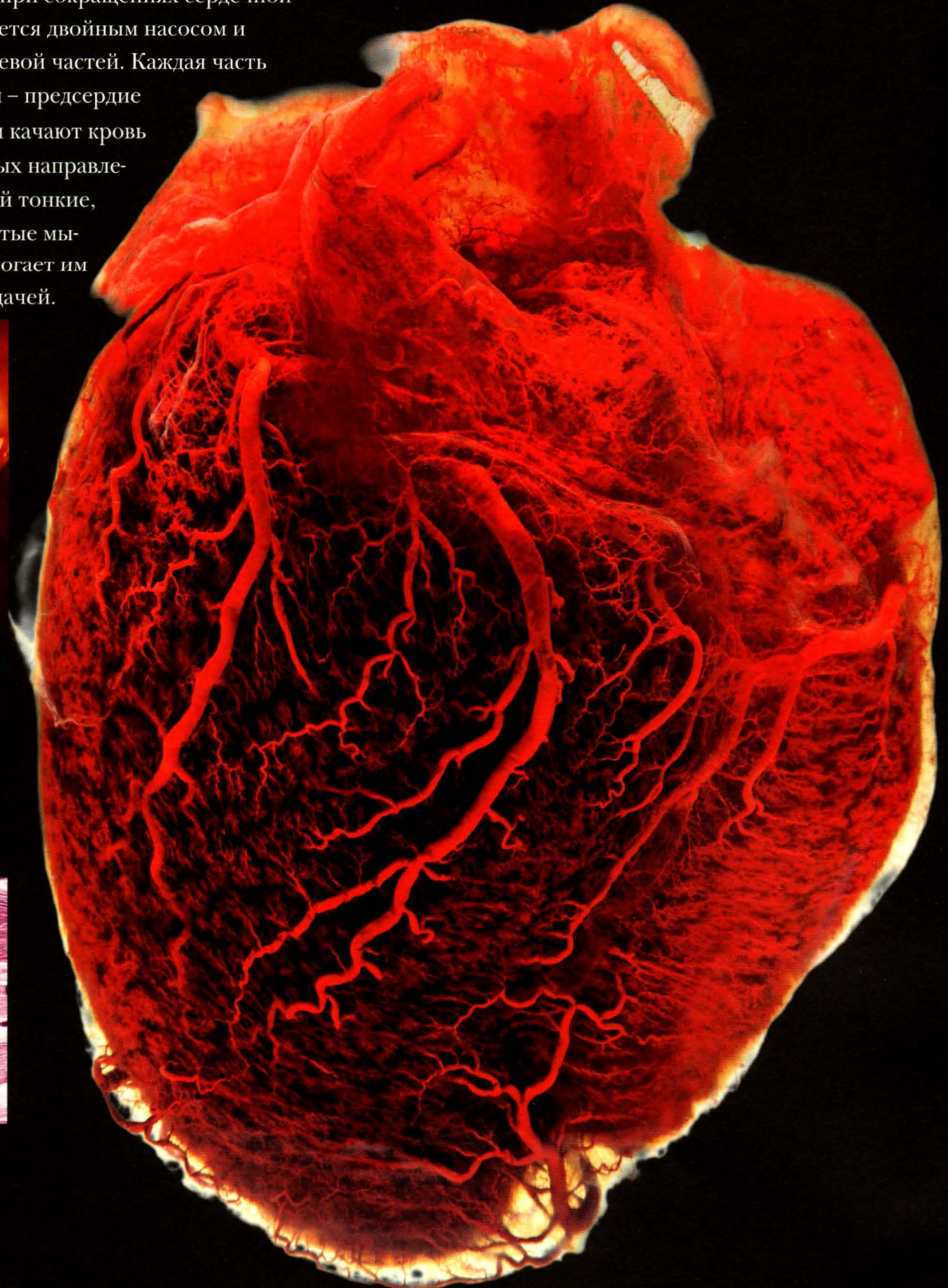


Сердечная мышца

Волокна сердечной мышцы связаны специальными соединениями. Эти соединения называются вставочными дисками и на микрофотографии имеют вид темно-пурпурных линий. Вставочные диски объединяют мышечные волокна, облегчая прохождение нервных импульсов.

Вид снаружи

Будучи размером с кулак, сердце потребляет около 8% всего поступающего в организм кислорода. Оно не усваивает кислород из крови, которую перекачивает. Сердечная мышца обеспечивается кислородом через правую и левую коронарные артерии, ответвляющиеся от аорты. Эти артерии делятся на несколько более мелких кровеносных сосудов, а затем на многочисленные капилляры. 60% отдавшей кислород крови возвращается к правому предсердию по коронарным венам и коронарному синусу. Остальная кровь по крошечным венам оттекает непосредственно в камеры сердца.



Сигналы к работе

Сигналы синусного узла поступают к предсердиям и атриовентрикулярному узлу (АВУ). Оттуда отходит сеть волокон Пуркинье, идущая вниз через толстую стенку, разделяющую два желудочка. Затем волокна ветвятся и идут вверх, разнося сигналы водителя ритма по всему сердцу.

Верхняя полая вена

Синусно-предсердный узел

В синусном узле расположены небольшие кластеры клеток, образующие естественный водитель сердечного ритма (пейсмекер). При нарушении работы синусного узла пациентам имплантируют искусственный водитель ритма (кардиостимулятор).

Клапан легочного ствола

Правая коронарная артерия

Правое предсердие

Атриовентрикулярный узел

Этот кластер клеток передает команды, запускающие сокращения сердечной мышцы.

Клетка Пуркинье

От атриовентрикулярного узла расходятся волокна клеток Пуркинье, передавая команды желудочкам.

Правый желудочек

Сердечный пейсмекер

В отличие от других мышц, сердечная мышца сокращается и расслабляется без участия нервной системы. Это свойство обусловлено наличием сердечного пейсмекера – небольшого кластера клеток, называемого синусным узлом. Он расположен в верхней части правого предсердия. Пейсмекер продолжит работать, даже если перерезать все идущие к сердцу нервы. Сердечное сплетение – сеть нервов, расположенная около аорты и легочной артерии – тоже может влиять на сердечный ритм.

Аорта

Это основная артерия тела, способная выдерживать высокое давление крови.

Левая легочная артерия

Эта артерия несет не содержащую кислород кровь от правого желудочка к левому легкому.

Легочный ствол

Легочная вена

Координация работы

Получая команды от клеток Пуркинье, камеры сердца сокращаются хорошо скоординированным образом, обеспечивая постоянный ток крови по сосудам.

Левое предсердие

Большая вена сердца

Левый желудочек

Быстрое распространение сигнала

Для передачи импульса всем мышечным волокнам желудочков, клеткам Пуркинье требуется всего 30 тысячных секунды.

Сосочковая (папиллярная) мышца

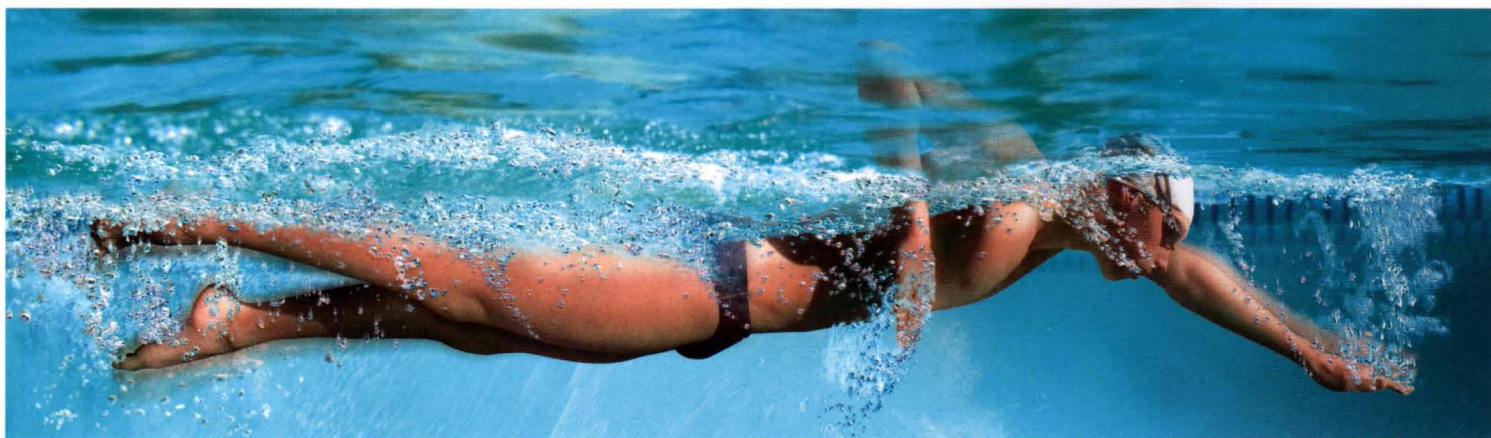
СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ



За сутки сердце сокращается около 100 000 раз, а за всю жизнь – 2,6 миллиарда раз или больше. Каждый удар представляет собой быструю последовательность сокращений и расслаблений – сначала предсердий, а затем желудочков. Эта последовательность (сердечный цикл) занимает меньше секунды. Сокращения стимулируются электрическими сигналами, возникающими в самом сердце. Фазы сердечного цикла включают систолу (сокращение) и диастолу (релаксация). Движения сокращающегося сердца создают звук сердечного удара, который можно услышать через стетоскоп. Артериальное давление тоже отражает сердечный цикл. Верхнее значение указывает на давление крови во время систолы, когда желудочки полностью сократились. Нижнее значение (диастолическое) давления соответствует давлению крови в сосудах, когда камеры сердца расслаблены.

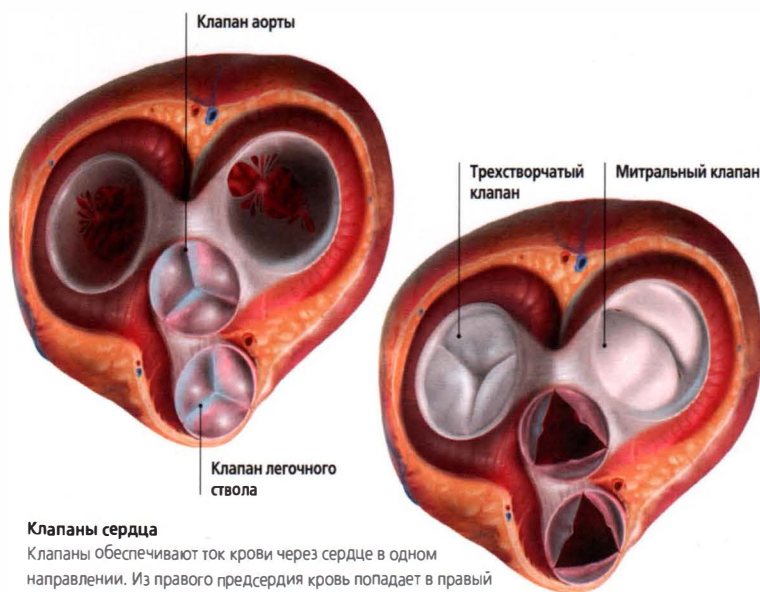
Нагрузочная проба

Нагрузочная проба позволяет проверить здоровье сердца и оценить его адаптацию к растущей нагрузке. На тело пациента помещают датчики и регистрируют электрическую активность сердца при постепенно увеличивающейся нагрузке.



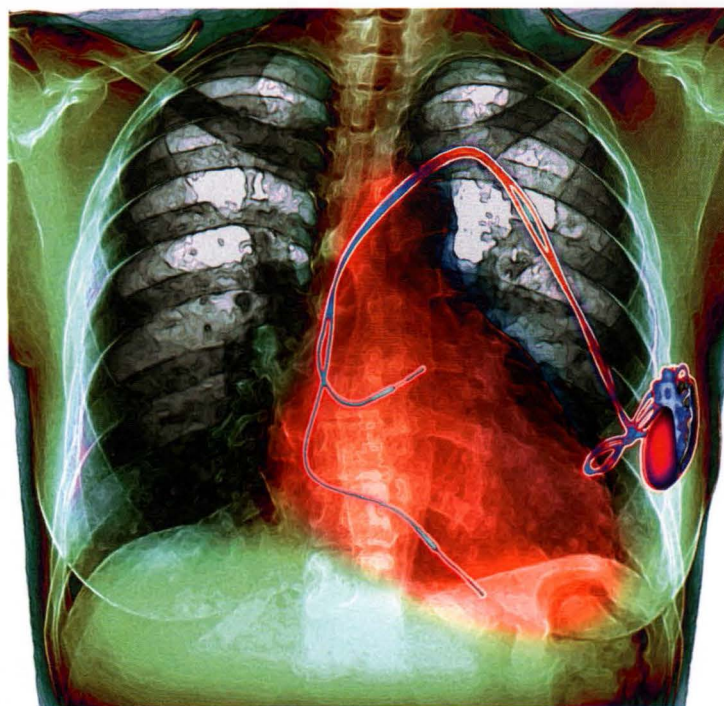
Аэробные упражнения

Аэробными упражнениями называют быструю ходьбу, бег трусцой или плавание в течение 20 минут и более. Эти упражнения обеспечивают мышечную нагрузку в том объеме, в каком ее может поддерживать кровеносная система. Аэробные упражнения укрепляют здоровье, уменьшая частоту сердечных сокращений в состоянии покоя.



Клапаны сердца

Клапаны обеспечивают ток крови через сердце в одном направлении. Из правого предсердия кровь попадает в правый желудочек через трехстворчатый клапан, а левое предсердие отделено от левого желудочка митральным клапаном. Из правого и левого желудочков кровь выходит, соответственно, через клапан легочного ствола и клапана аорты.



Задавая ритм

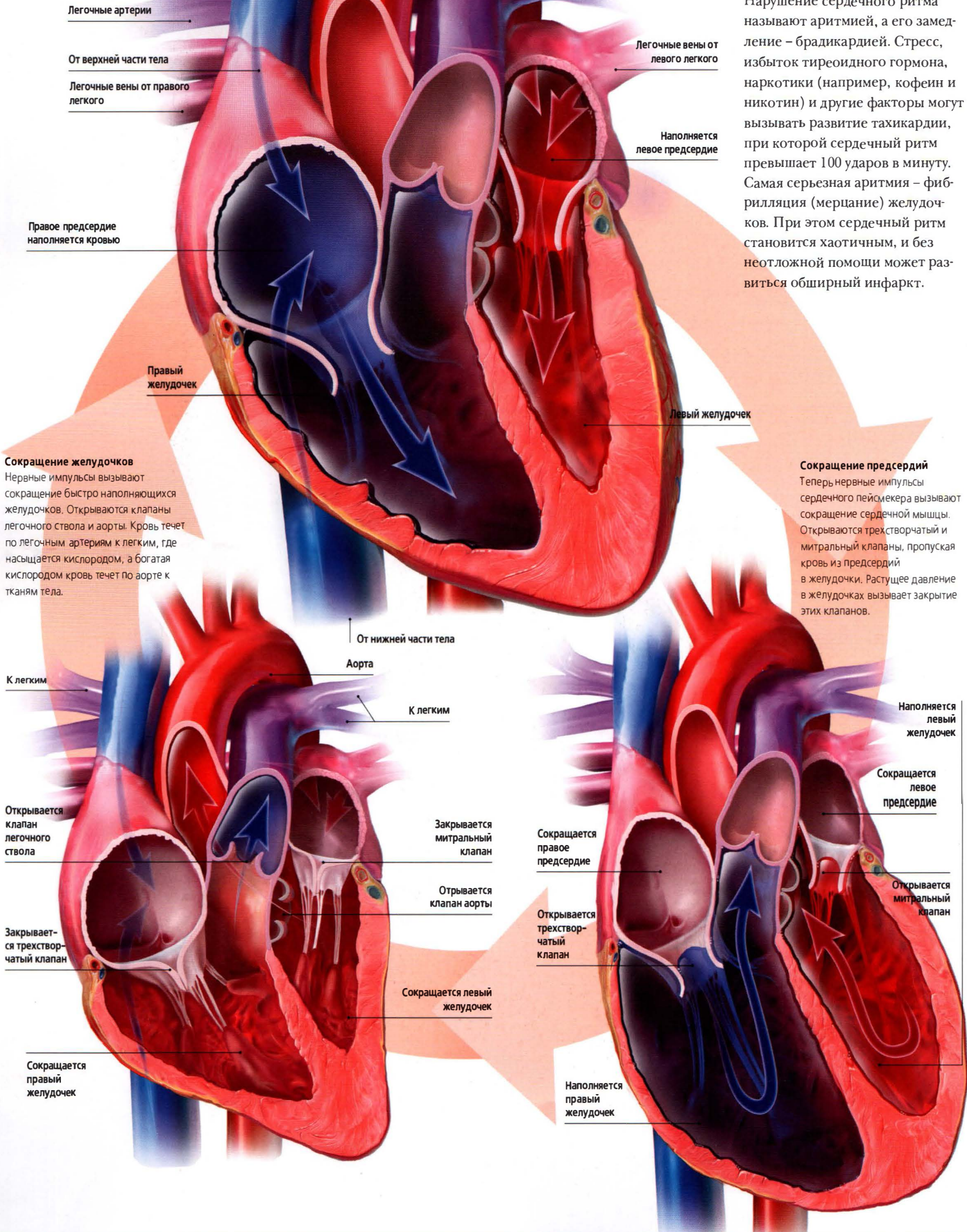
Кластер нервных клеток, называемый синусным узлом, является внутренним пейсмекером – его электрические импульсы координируют работу сердца. При нарушениях работы пейсмекера пациенту имплантируют кардиостимулятор. Он имеет размер карманных часов и помогает нормализовать сердечный ритм.

Релаксация камер сердца

На фазе релаксации сердце на некоторое время расслабляется. Богатая кислородом кровь течет из легких в левое предсердие, а кровь от органов и тканей поступает в правое предсердие. По мере наполнения кровью предсердия расширяются, и кровь начинает течь в желудочки.

Сердечный ритм

Хотя существуют индивидуальные различия, нормальный сердечный ритм взрослого человека составляет 70–80 ударов в минуту. У тренированных спортсменов сердечный ритм может быть медленнее, менее 60 ударов в минуту. Нарушение сердечного ритма называют аритмией, а его замедление – брадикардией. Стресс, избыток тиреоидного гормона, наркотики (например, кофеин и никотин) и другие факторы могут вызывать развитие тахикардии, при которой сердечный ритм превышает 100 ударов в минуту. Самая серьезная аритмия – фибрилляция (мерцание) желудочков. При этом сердечный ритм становится хаотичным, и без неотложной помощи может развиться обширный инфаркт.



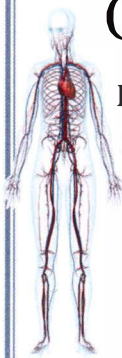
Сокращение желудочков

Нервные импульсы вызывают сокращение быстро наполняющихся желудочков. Открываются клапаны легочного ствола и аорты. Кровь течет по легочным артериям к легким, где насыщается кислородом, а богатая кислородом кровь течет по аорте к тканям тела.

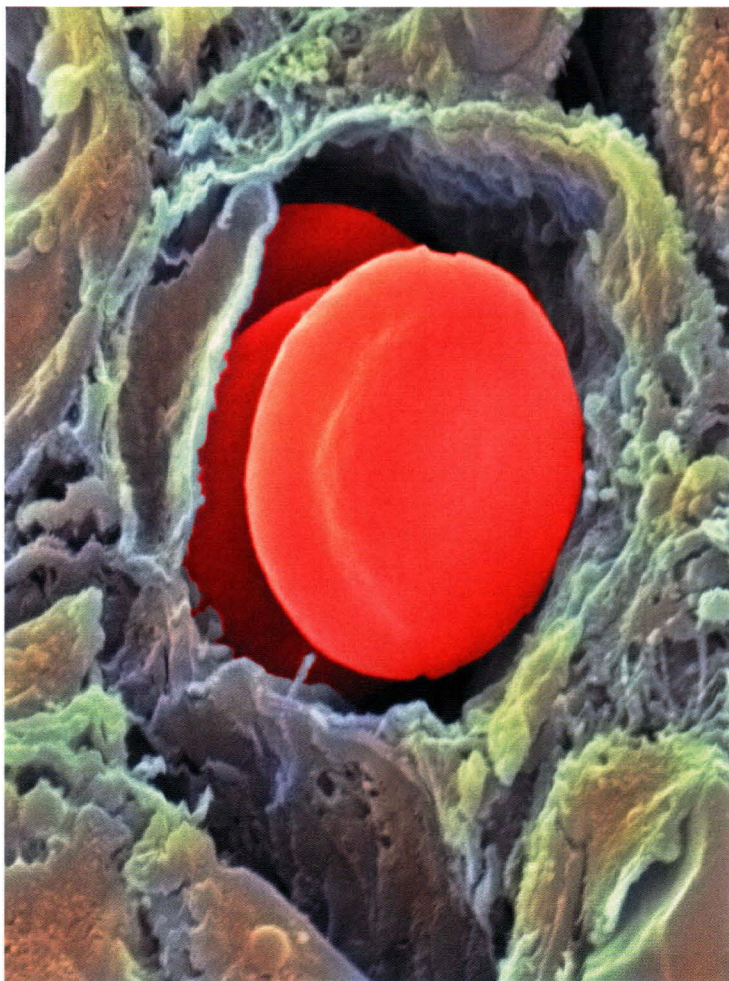
Сокращение предсердий

Теперь нервные импульсы сердечного пейсмекера вызывают сокращение сердечной мышцы. Открываются трехстворчатый и митральный клапаны, пропуская кровь из предсердий в желудочки. Растущее давление в желудочках вызывает закрытие этих клапанов.

КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ

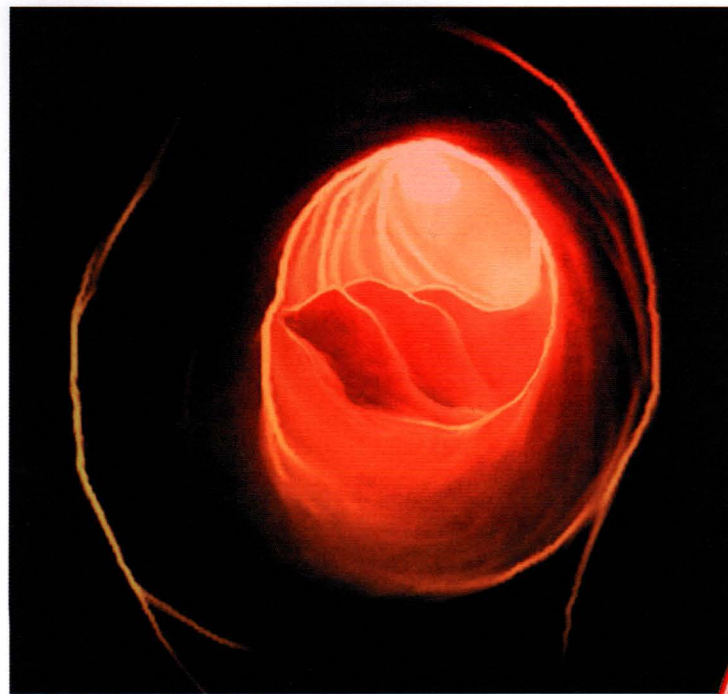


Кровеносные сосуды бывают пяти видов, строение каждого из которых приспособлено для выполнения определенных функций. К самым крупным артериям относится аорта, плечевые и бедренные артерии. Эти сосуды имеют толстую слегка растяжимую стенку, обеспечивающую гибкость и позволяющую выдерживать давление выкачиваемой из сердца крови. Артерии разветвляются на более мелкие артериолы. Артериолы имеют тонкие стенки и поэтому легче сокращаются. Они являются основной группой сосудов тела, их диаметр изменяется в зависимости от объема протекающей крови (который, в свою очередь, зависит от потребностей данной ткани). Из артериол кровь переходит в капилляры, подходящие ко всем клеткам тела и осуществляющие обмен субстанциями между кровью и тканями. Из капилляров кровь переходит в узкие венулы, которые постепенно сливаются, образуя вены, по которым кровь оттекает обратно к сердцу.



Нитеподобные капилляры

Капилляры – самые мелкие и многочисленные кровеносные сосуды. Они имеют тонкие проницаемые стенки, через которые могут проходить различные субстанции. Диаметр капилляров столь мал, что красные кровяные клетки часто вынуждены проходить по одной, как показано на этом рисунке.



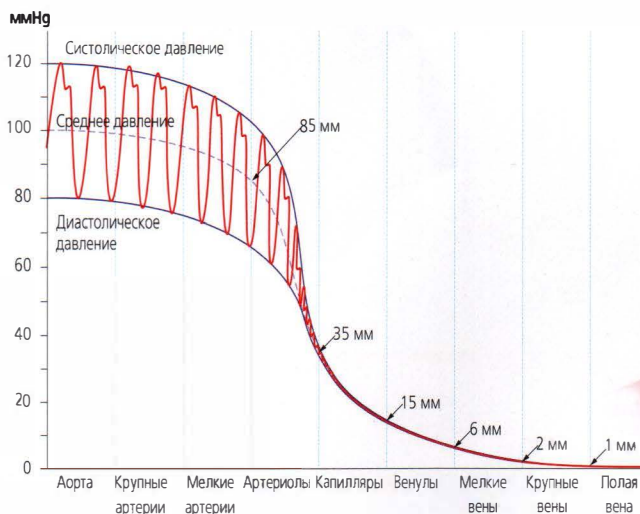
Атеросклеротические бляшки, блокирующие сосуды

На внутренней оболочке артерий могут образовываться холестериновые бляшки, вступающие в просвет сосуда. Одной из причин их образования может быть воспаление. При закупорке атеросклеротическими бляшками коронарных артерий развивается инфаркт миокарда.



Нарушение работы клапанов

При ослаблении венозных клапанов кровь застаивается в венах, растягивая их стенки. В результате развивается варикозная болезнь вен. Причиной может быть избыточный вес тела при беременности или ожирении, усиливающий давление на ноги. Среди других причин – длительное стояние на ногах и ходьба или бег по твердой поверхности.

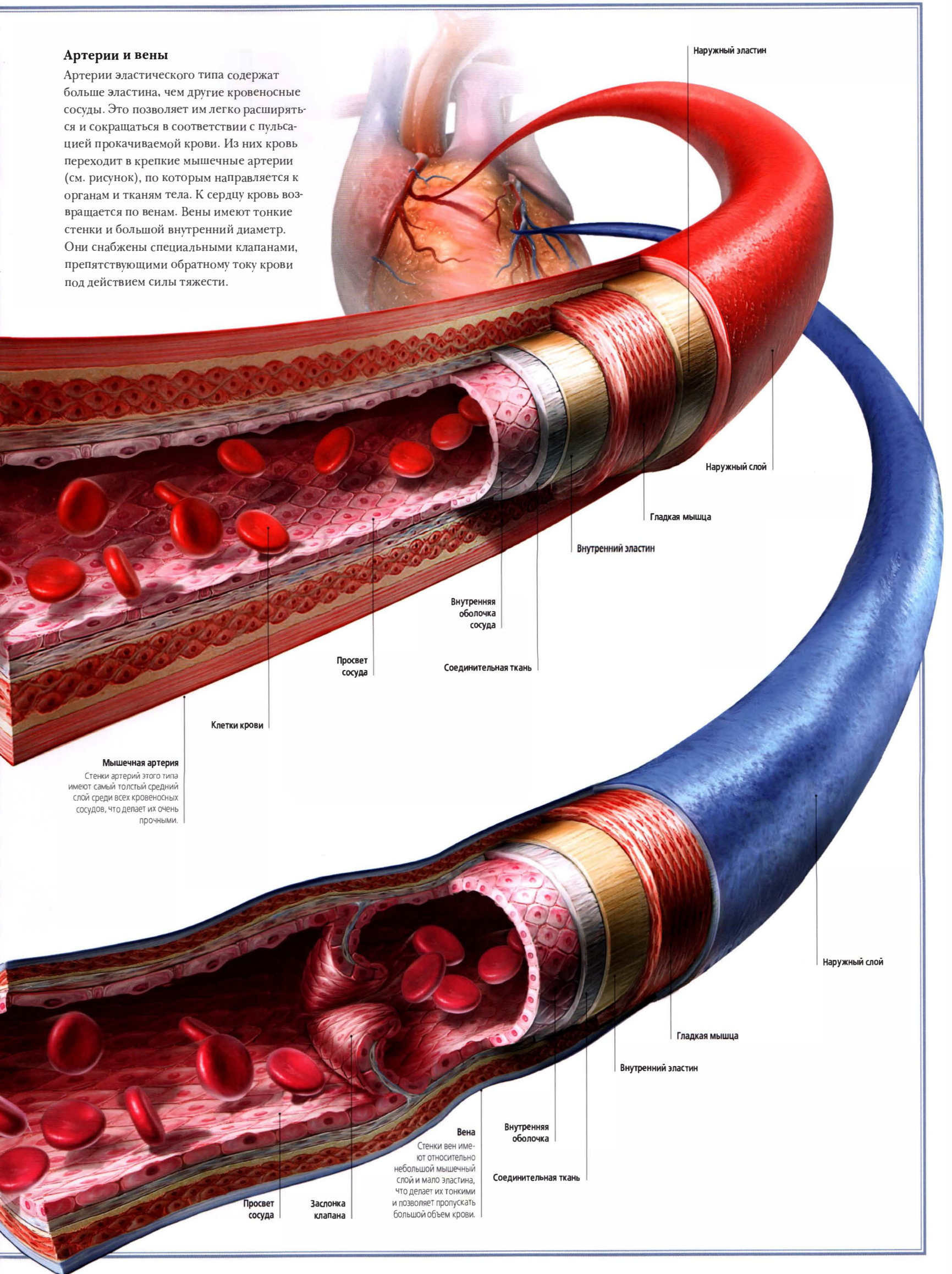


Изменение давления крови

Артериальное давление имеет максимальное значение в аорте, а ближе к артериолам и капилляром оно падает. В венах, несущих кровь обратно к сердцу, давление составляет лишь малую долю от давления в аорте.

Артерии и вены

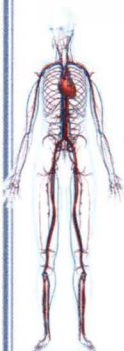
Артерии эластического типа содержат больше эластина, чем другие кровеносные сосуды. Это позволяет им легко расширяться и сжиматься в соответствии с пульсацией прокачиваемой крови. Из них кровь переходит в крепкие мышечные артерии (см. рисунок), по которым направляется к органам и тканям тела. К сердцу кровь возвращается по венам. Вены имеют тонкие стенки и большой внутренний диаметр. Они снабжены специальными клапанами, препятствующими обратному току крови под действием силы тяжести.



Мышечная артерия
Стенки артерий этого типа имеют самый толстый средний слой среди всех кровеносных сосудов, что делает их очень прочными.

Вена
Стенки вен имеют относительно небольшой мышечный слой и мало эластина, что делает их тонкими и позволяет пропускать большой объем крови.

СОСТАВ КРОВИ

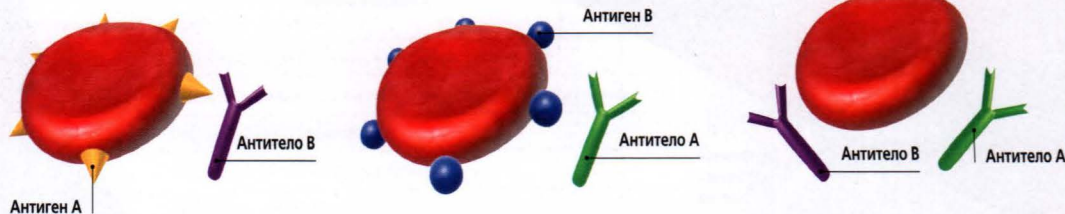


В среднем в организме взрослого человека содержится 5,6 л крови, циркулирующей со скоростью три полных круга в минуту. Циркуляция больших объемов крови очень важна, т.к. кровь переносит к клеткам необходимый им кислород, питательные вещества, гормоны и другие субстанции, а также удаляет образующиеся в процессе метаболизма продукты распада. Кроме того, кровь участвует в терморегуляции, отводя тепло от внутренних органов. Почти половина объема крови приходится на плазму – смесь воды и различных белков. Самыми многочисленными клетками крови являются эритроциты (красные кровяные клетки), переносящие кислород.

Кровь также содержит тромбоциты, обеспечивающие свертывание крови, и разные виды лейкоцитов (белых кровяных клеток).

Группы крови

Человек наследует одну из нескольких форм гена, отвечающего за белки-маркеры (антигены) красных кровяных клеток. Это может быть маркер А, В, АВ или ни одного из них (группа крови О). Если в кровь попадут чужеродные маркеры, запустится иммунная реакция, и антитела плазмы будут атаковать эти маркеры.



Группа крови А

У людей с группой крови А красные кровяные клетки имеют маркеры А, и в плазме содержатся антитела против маркеров В.

Группа крови В

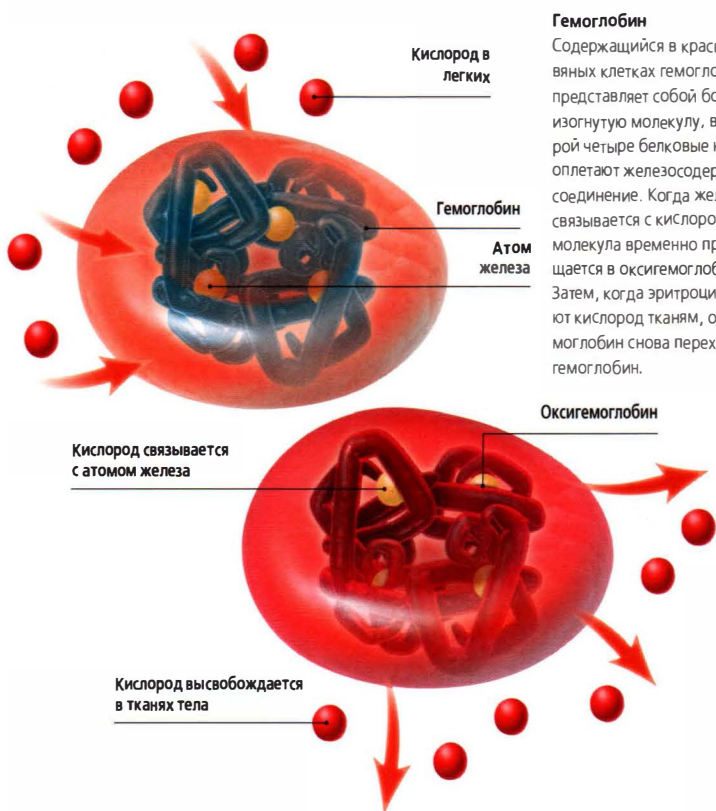
У людей с группой крови В красные кровяные клетки имеют маркеры В, и в плазме содержатся антитела против маркеров А.

Группа крови О

У людей с группой крови О красные кровяные клетки не имеют маркеров, и плазма содержит антитела и против маркеров А, и против маркеров В.

Группа крови АВ

Эта группа крови означает, что в крови присутствуют и маркеры А, и маркеры В, а значит, антитела к обоим этим маркерам отсутствуют.



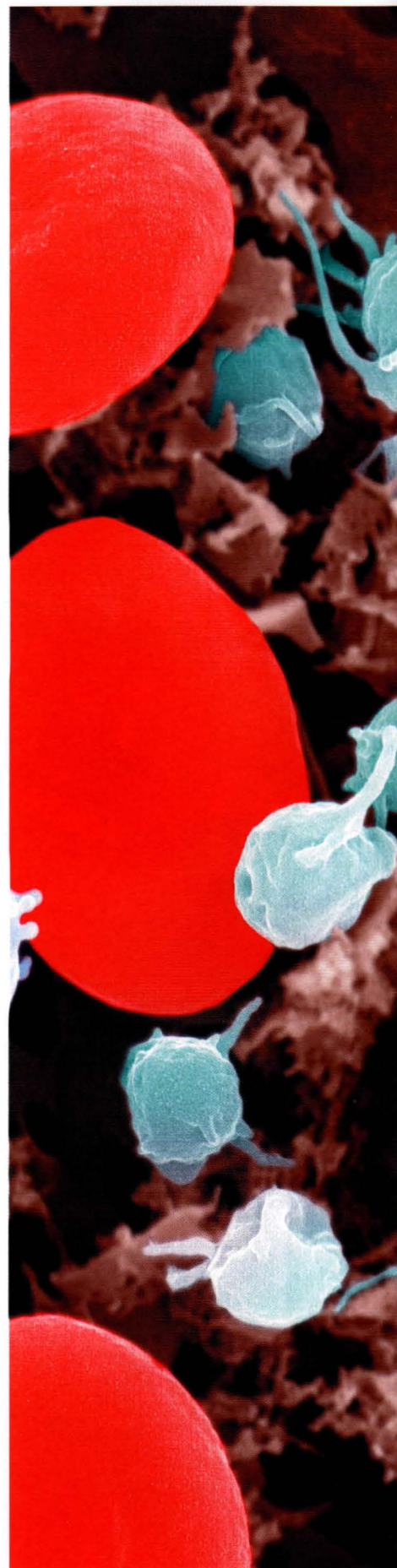
Гемоглобин

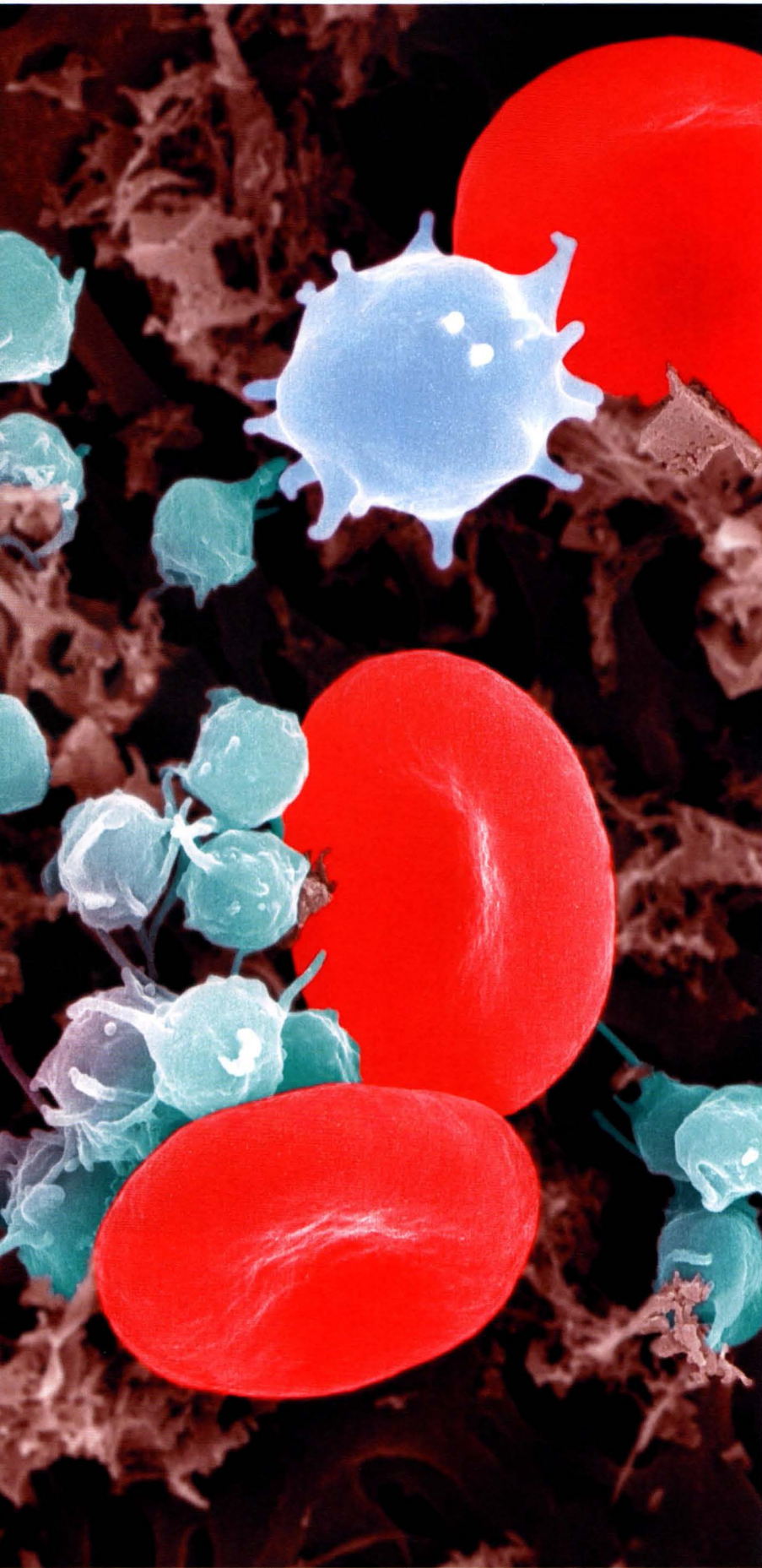
Содержащийся в красных кровяных клетках гемоглобин представляет собой большую изогнутую молекулу, в которой четыре белковые нити оплетают железосодержащее соединение. Когда железо связывается с кислородом, молекула временно превращается в оксигемоглобин. Затем, когда эритроциты отдают кислород тканям, оксигемоглобин снова переходит в гемоглобин.



Разделение крови на составляющие

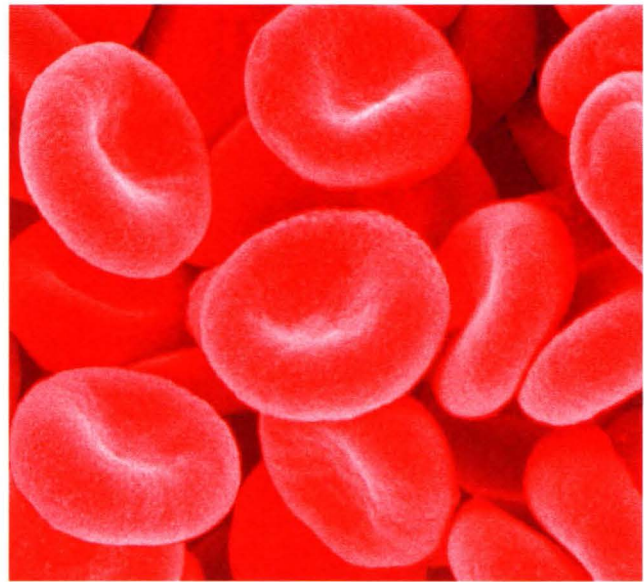
Если в лаборатории обработать пробу крови антикоагулянтом и отцентрифугировать ее на большой скорости, то кровь в пробирке разделится на составляющие. При этом в верхней части будет светло-желтая плазма, а темно-красные эритроциты и тромбоциты опустятся вниз. Посередине будет тонкий слой белых кровяных клеток.





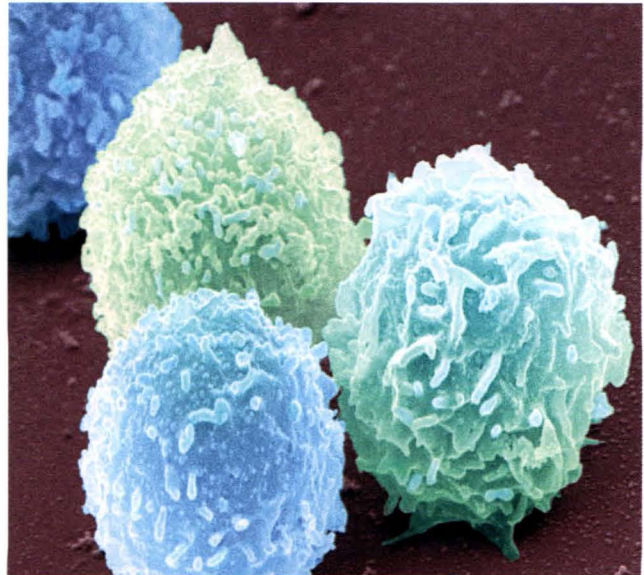
Красная кровь

Кровь имеет красный цвет и представляет собой смесь плазмы, клеток и тромбоцитов. Цвет крови изменяется по мере ее прохождения по организму. На выходе из легких кровь ярко-красная, т.к. гемоглобин эритроцитов полностью насытился кислородом. По мере того как эритроциты отдают кислород тканям, цвет крови темнеет, поэтому вены (например, на запястьях) имеют синеватый оттенок.



Красные кровяные клетки

Красные кровяные клетки имеют вид двояковогнутых малиновых дисков. Они содержат большое количество белка гемоглобина, богатого железом. Гемоглобин обладает способностью связывать кислород, и основной функцией эритроцитов является связывание кислорода в легких и перенос его к тканям тела. Продолжительность жизни красных кровяных клеток составляет около четырех месяцев.



Белые кровяные клетки

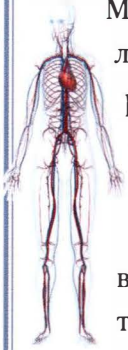
Белые кровяные клетки выполняют защитные функции. Некоторые из них (лимфоциты) борются с бактериями, вирусами и паразитами. Другие удаляют продукты распада и чужеродные материалы. Продолжительность жизни некоторых белых кровяных клеток составляет всего несколько дней, другие живут и функционируют в течение многих лет.



Тромбоциты

Тромбоциты имеют неправильную форму и образуются из клеток-предшественников в костном мозге. Они затыкают мелкие разрывы сосудистых стенок и обеспечивают свертывание крови. Срок жизни тромбоцитов составляет всего около недели, но они постоянно заменяются новыми, и в любой момент времени в крови их миллионы.

СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ



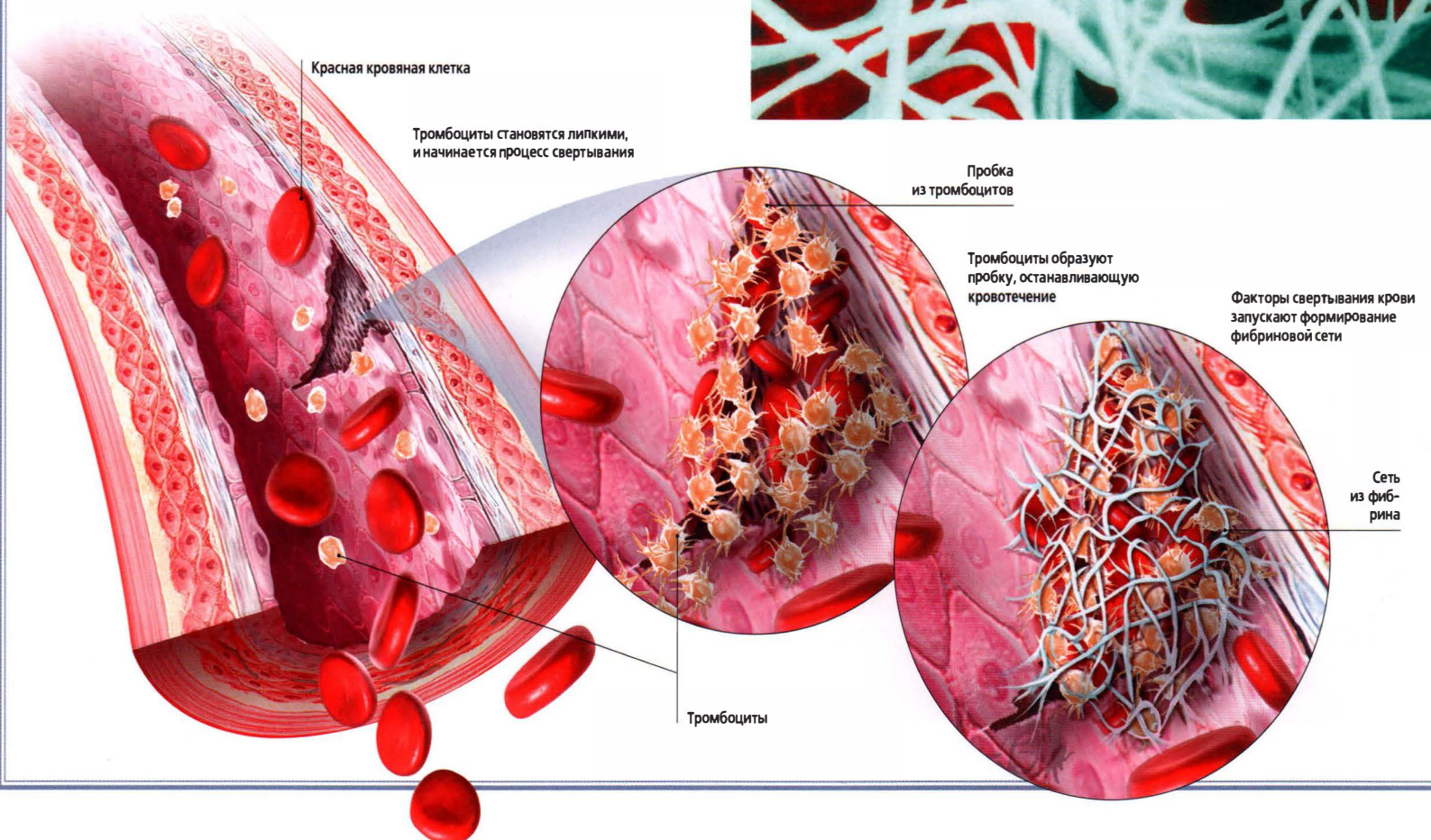
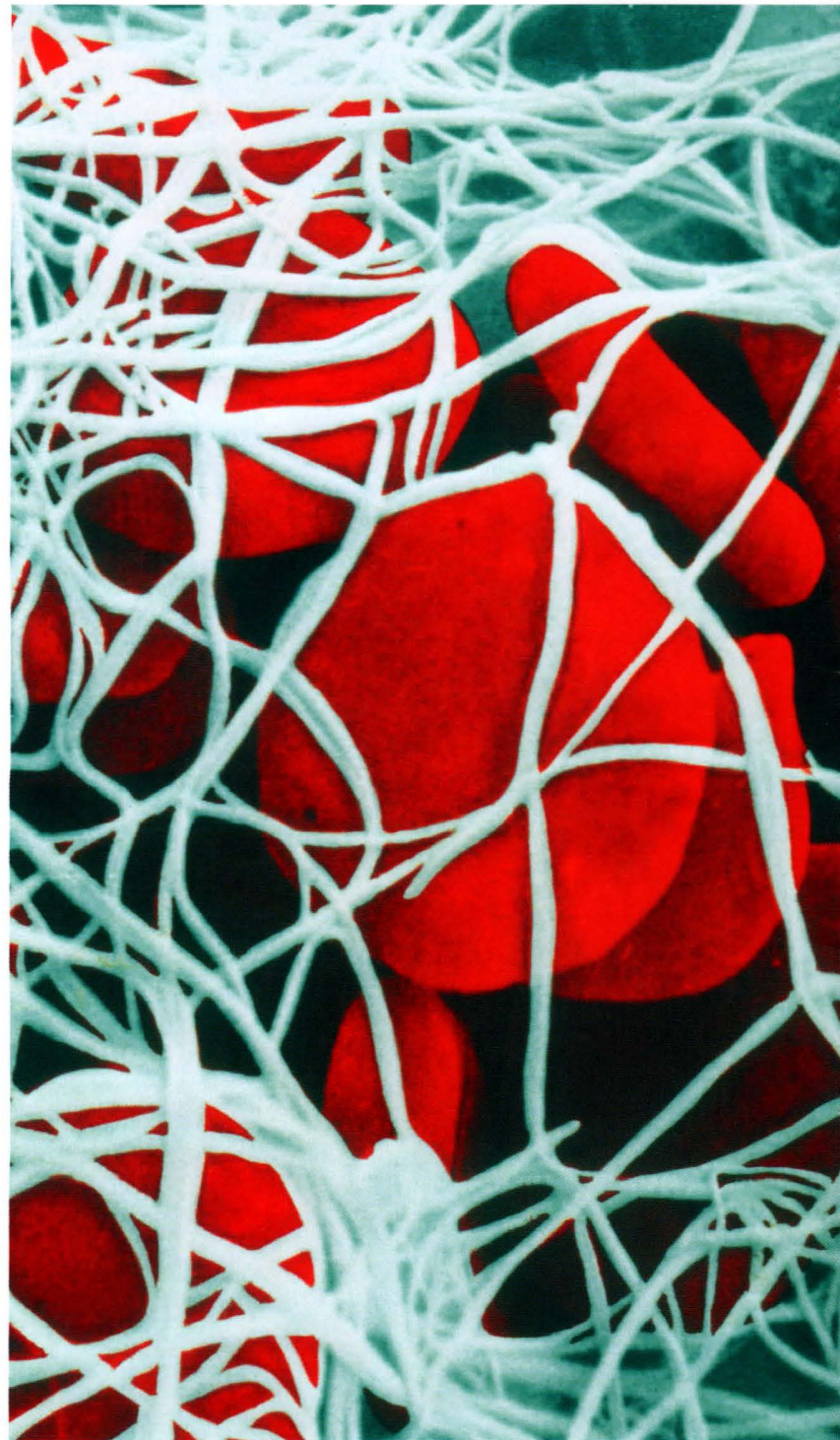
Мелкие кровеносные сосуды очень хрупкие и легко рвутся в результате порезов, царапин, ударов, избыточной нагрузки и даже в ходе нормальной каждодневной активности. Но даже мелкие травмы несут угрозу, т.к. сколь угодно значительная кровопотеря может привести к повреждению и даже смерти органов и тканей. К счастью, организм имеет несколько механизмов (т.н. «гомеостаз»), которые быстро останавливают кровотечения из мелких глубоких и поверхностных сосудов, формируя естественную «пробку», называемую тромбом (крывяным сгустком). При разрыве крупного кровеносного сосуда или сразу нескольких сосудов тромбы не способны остановить кровотечение. В таких случаях требуется наложение хирургических швов и повязки, и со временем рана заживает.

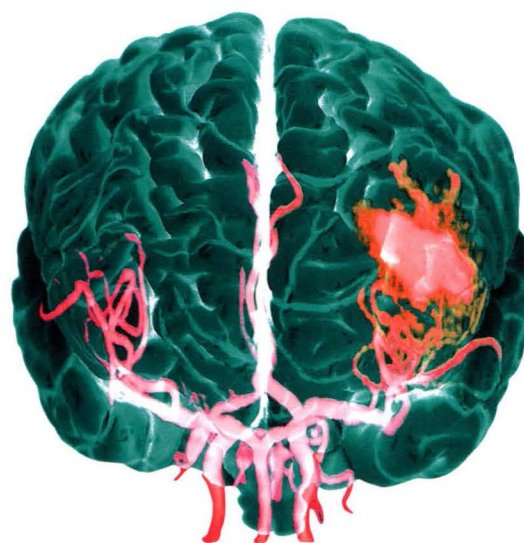
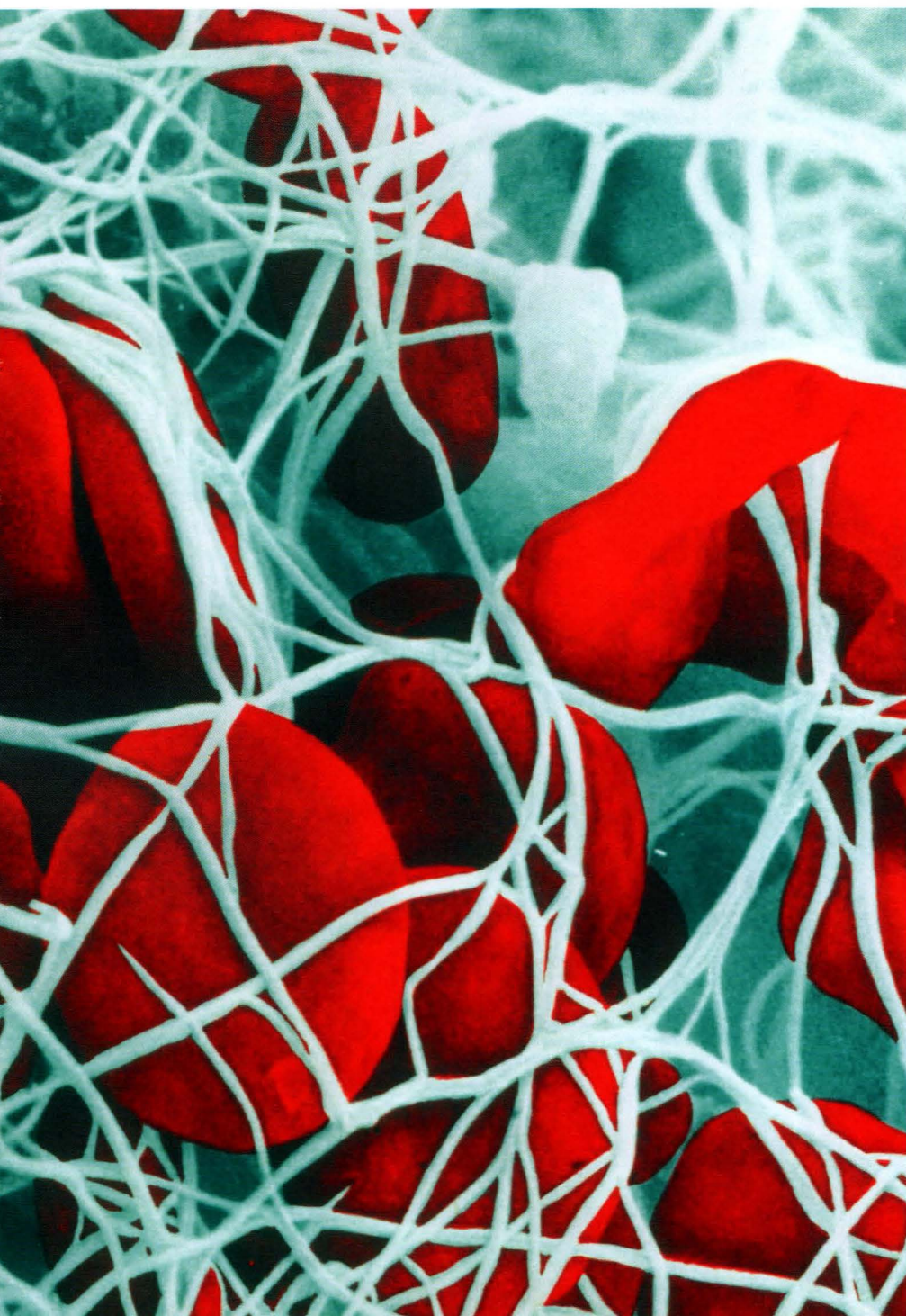
Как свертывается кровь

Тромб является конечным продуктом серии сложных и хорошо скоординированных химических реакций. В крови содержатся белки, называемые факторами свертывания крови. Другие факторы свертывания высвобождаются из травмированных клеток. При повреждении или разрыве стенки мелкого кровеносного сосуда различные факторы свертывания вызывают взаимодействия между ферментом тромбином и белком крови фибриногеном, в результате чего образуется сгусток крови.

Стадии свертывания крови

При разрыве мелкого сосуда его стенки сокращаются, чтобы уменьшить кровотечение, и тромбоциты образуют пробку. Далее фермент тромбин воздействует на белок крови фибриноген. Молекулы фибриногена образуют сеть, связывающую тромбоциты и клетки крови в одну толстую липкую субстанцию.





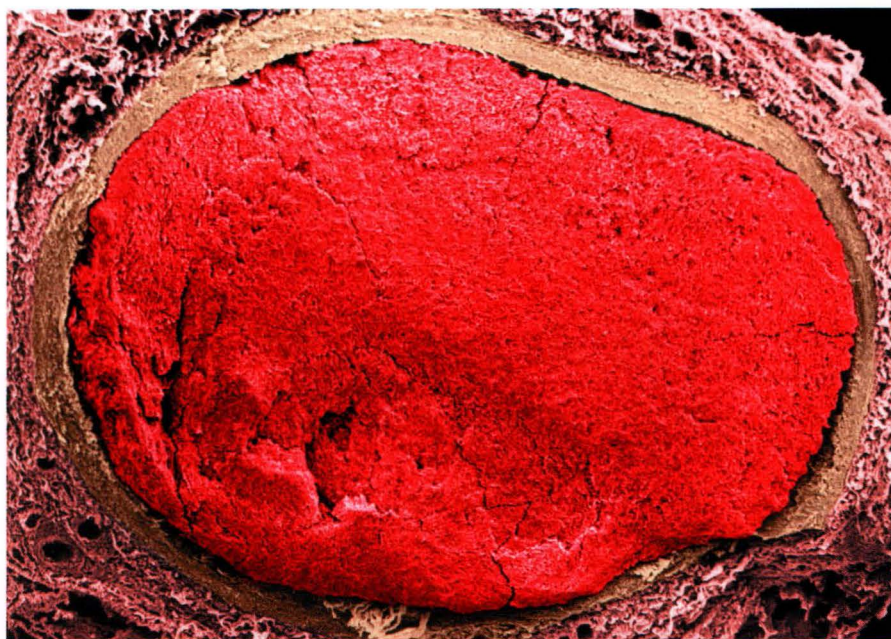
Кровоизлияние в головной мозг

Повреждение сосудов головного мозга может привести к кровоизлиянию. На рисунке показано кровоизлияние в левом полушарии. Подобное кровоизлияние, равно как и противоположный процесс – аномальное тромбообразование, – может приводить к развитию инсульта.



Витамин К

Некоторые факторы свертывания крови синтезируются в печени с использованием витамина К. Обычно нормальная флора кишечника синтезирует достаточно витамина К, но при некоторых заболеваниях печени, а также при гемофилии и других нарушениях, врач может порекомендовать прием пищевых добавок с витамином К. Этот витамин содержится в зеленых овощах, таких как брокколи.



Тромбоз

Сгусток крови, образующийся в неповрежденном кровеносном сосуде, называют тромбом. Тромб может блокировать кровообращение, вызывая развитие тромбоза. Уменьшение кровоснабжения может привести к нарушению функции или гибели ткани. Тромбоз сосудов, обеспечивающих кровью сердечную мышцу, часто оказывается причиной инфаркта миокарда.

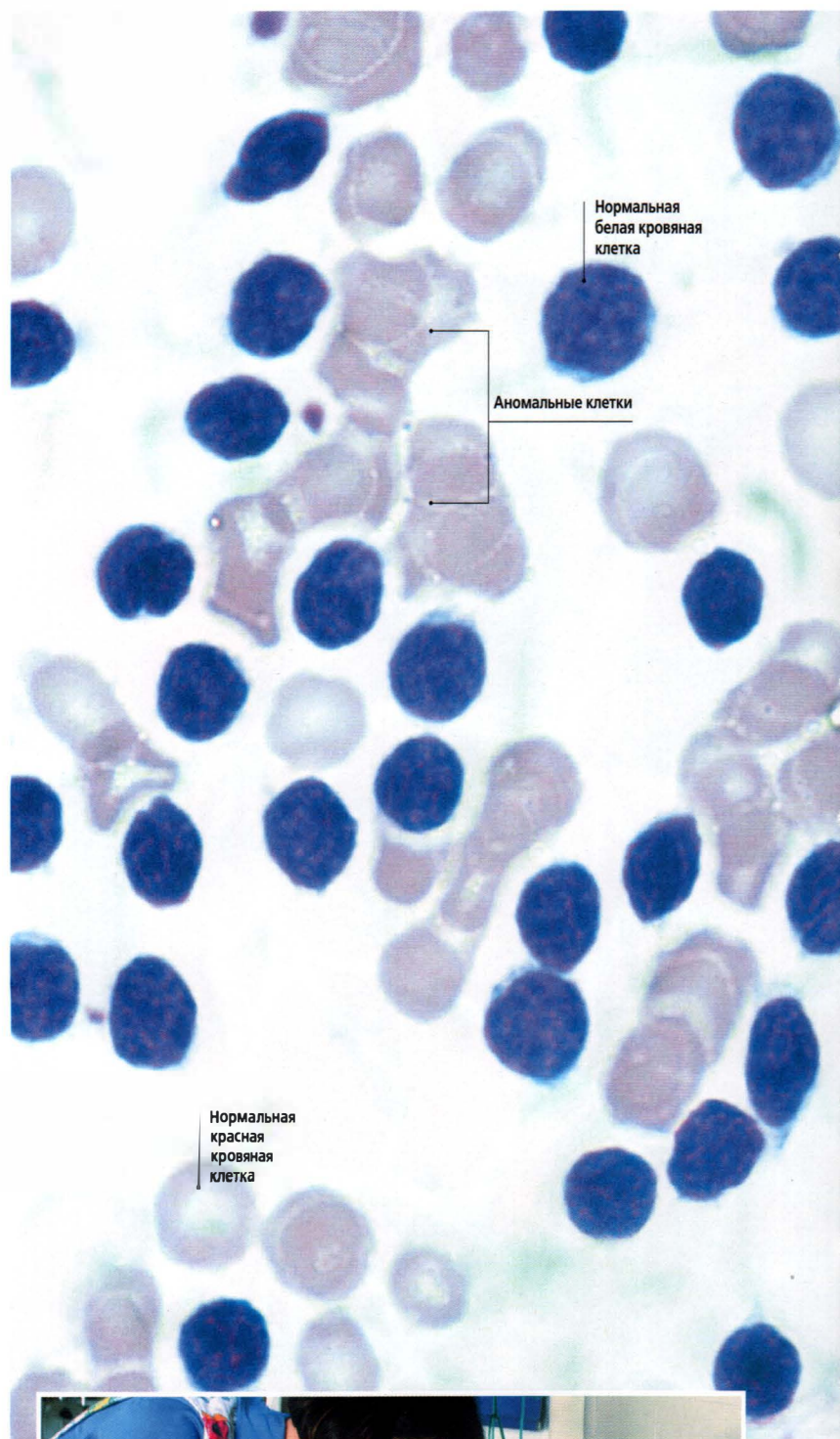
ЗАБОЛЕВАНИЯ КРОВИ



Кровь циркулирует по всему телу, перенося кислород, питательные вещества и другие субстанции. Нарушение работы красных кровяных клеток неизбежно отражается на всех органах и тканях. Два распространенных нарушения крови – желездефицитная анемия и пернициозная (злокачественная) анемия – связаны с недостаточным потреблением витамина В₁₂. Некоторые заболевания затрагивают все клетки крови и тромбоциты. Злокачественные новообразования (лейкозы) нарушают способность костного мозга производить здоровые клетки крови, что без своевременного лечения приводит к смерти. Септицемия (заражение крови) крайне опасна и требует немедленной медицинской помощи. Причиной септицемии является проникновение в кровь и быстрое размножение патогенных бактерий.

СЕРПОВИДНО-КЛЕТОЧНАЯ АНЕМИЯ

Серповидно-клеточная анемия характеризуется дефектом гемоглобина. При этом красные кровяные клетки имеют серповидную форму и быстро погибают. При ярко выраженном заболевании (что бывает, если человек унаследовал аномальные гены от обоих родителей) анемия имеет тяжелую форму и сопровождается болезненными поражениями основных органов. У пациентов, имеющих лишь одну копию аномального гена, симптомы намного легче. Полагают, что наличие одного гена серповидно-клеточной анемии вызывает у пациентов устойчивость к малярии. Наибольшее распространение серповидно-клеточная анемия имеет среди жителей Западной Африки, Средиземноморья и тропических регионов Азии, где распространена малярия.

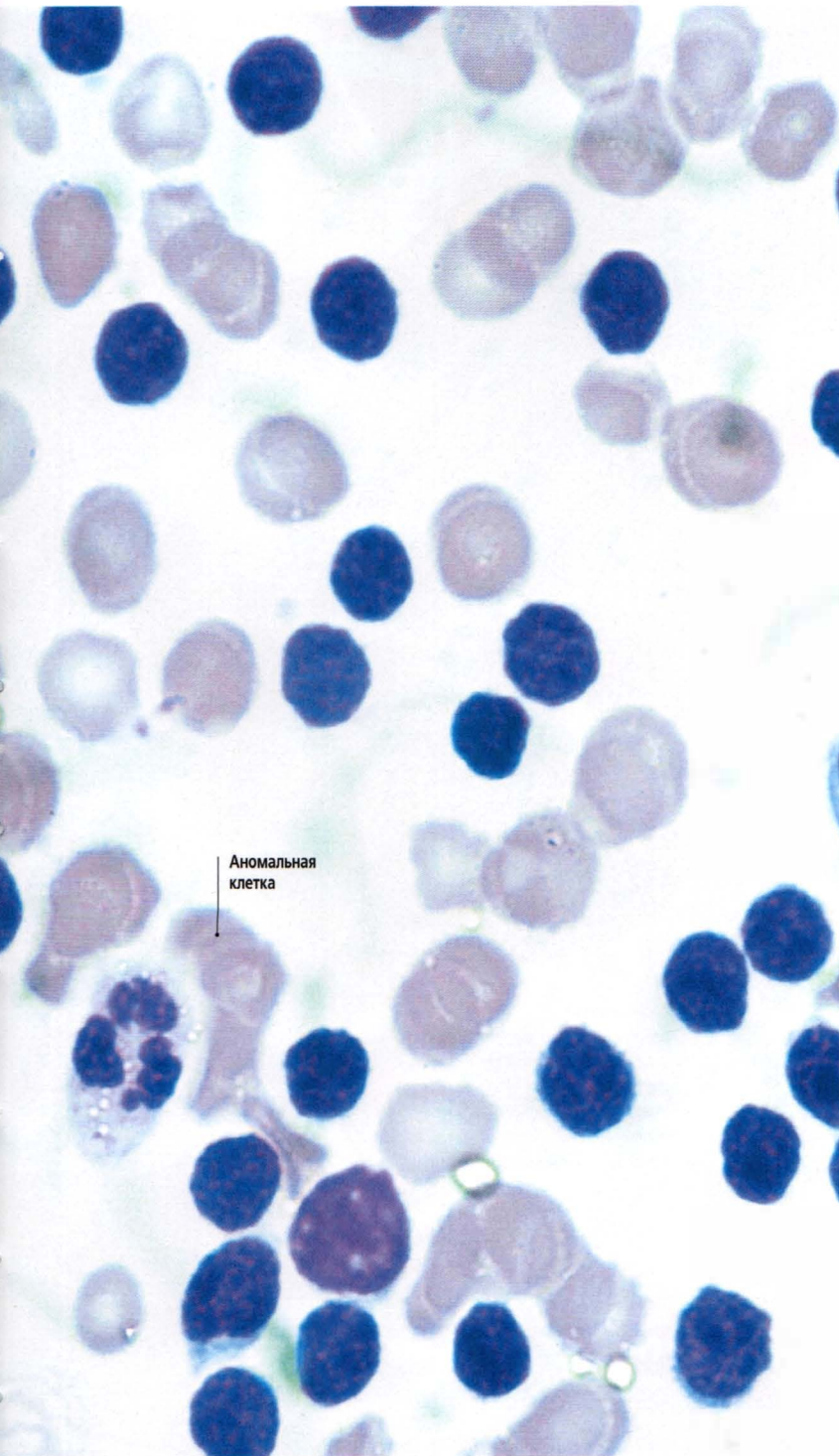


Нормальная красная кровяная клетка



Лечение лейкоза

Для лечения лейкоза используют разные подходы, от химиотерапии и лучевой терапии до пересадки костного мозга и приема лекарств, стимулирующих иммунную систему. При выборе стратегии лечения врачи учитывают возраст пациента, вид лейкоза и то, поражена ли спинномозговая жидкость.



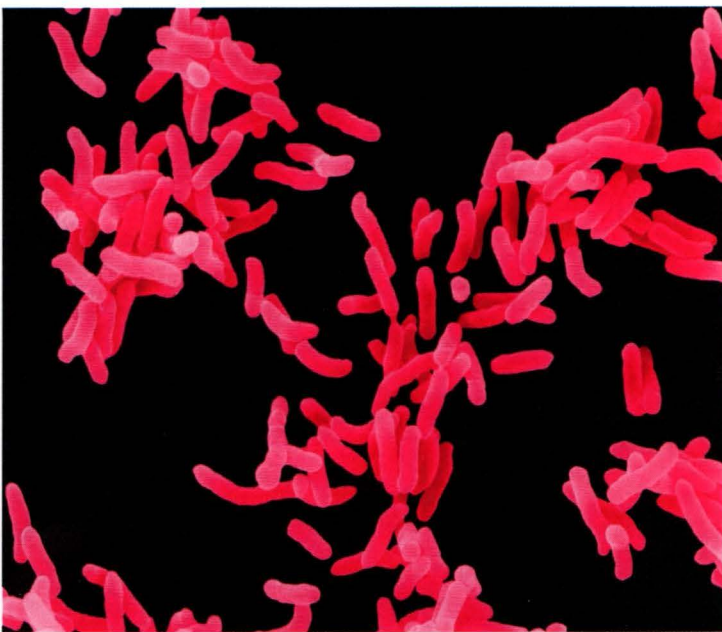
Лейкозные клетки

Лейкоз – это злокачественное перерождение белых кровяных клеток. При миелоцитарном лейкозе поражаются клетки, называемые миелобластами, а при лимфоцитарном лейкозе – лимфоциты. Злокачественные клетки быстро и неконтролируемо размножаются, и скоро их становится больше, чем здоровых клеток. Нехватка нормальных белых кровяных клеток и тромбоцитов повышает вероятность инфекций и внутренних кровотечений. Сокращение количества красных кровяных клеток вызывает развитие анемии и других проблем. Острый лейкоз развивается быстро, симптомы включают ночные потения и крайнюю утомляемость. Хронический лейкоз прогрессирует медленно.



Малярия

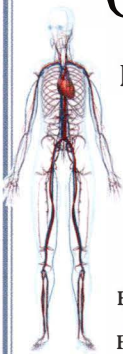
Малярию вызывает простейший паразит, передаваемый через укусы комаров. Ежегодно болезнь поражает более 100 миллионов человек. Паразит поселяется в красных кровяных клетках, вызывая их разрушение. Симптомы включают тремор, лихорадку, потение и озноб. Для многих пациентов лекарства оказываются слишком дорогими. Малярия часто сопровождается анемией и рецидивирует в течение всей жизни. Для борьбы с малярией используют противомалярийные препараты и москитные сетки.



Бактериальная инфекция крови

Бактерии (вроде показанных на рисунке) могут попасть в кровь при ранении или инфекционном заболевании, таком как бактериальный менингит, что ведет к развитию септицемии. Микробы или выделяемые ими токсины вызывают иммунную реакцию, включающую сильное воспаление и свертывание крови в капиллярах. Единственным возможным лечением – внутривенное введение сильных антибиотиков.

ПОВРЕЖДЕНИЯ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ



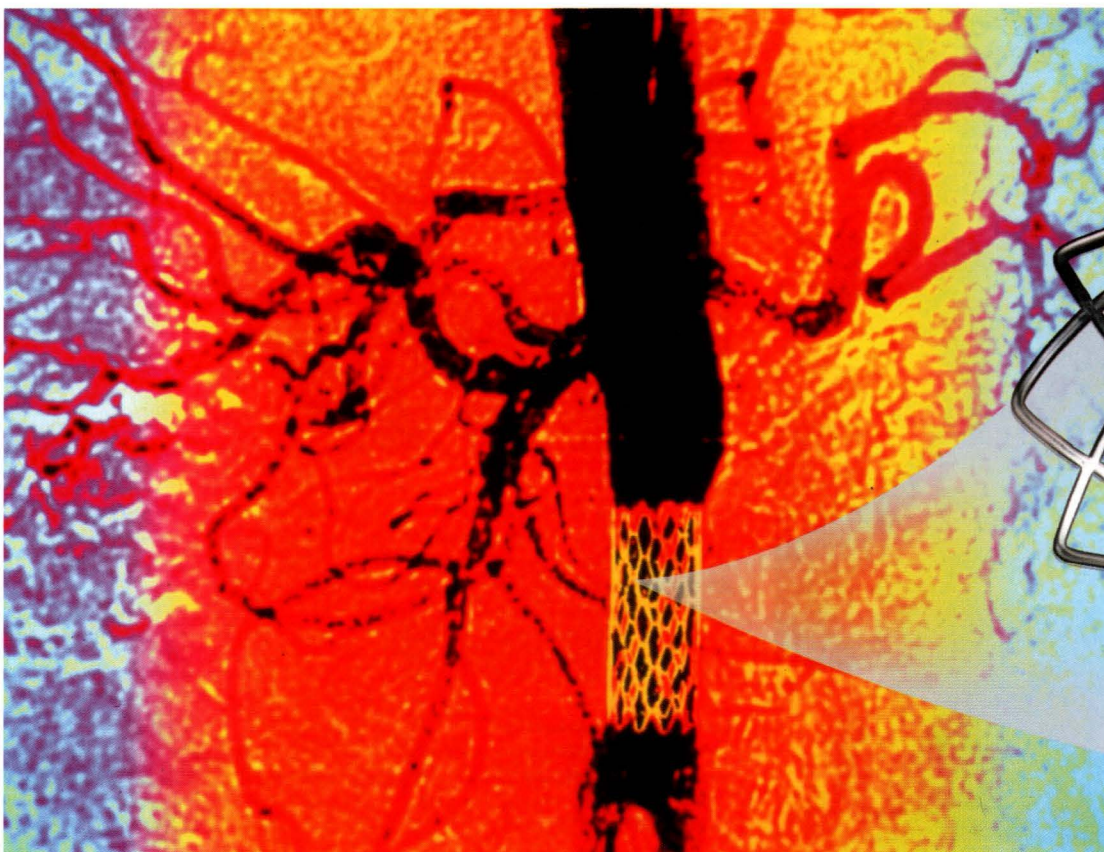
Нарушение нормального кровообращения называют болезнью периферических сосудов (БПС). Самая распространенная причина БПС – отвердение артерий или атеросклероз. При этом на стенках артерий образуются жировые бляшки, что ведет к сужению их просвета. Со временем развиваются кальцифицированные рубцовые поражения, снижающие эластичность артериальной стенки. Атеросклеротические бляшки могут образовываться в сосудах сердца, головного мозга и в других частях тела, нарушая снабжение клеток кислородом. При тяжелом поражении сосудов ног результатом может быть отмирание большого количества ткани, так что для спасения жизни пациента потребуется ампутация конечности.

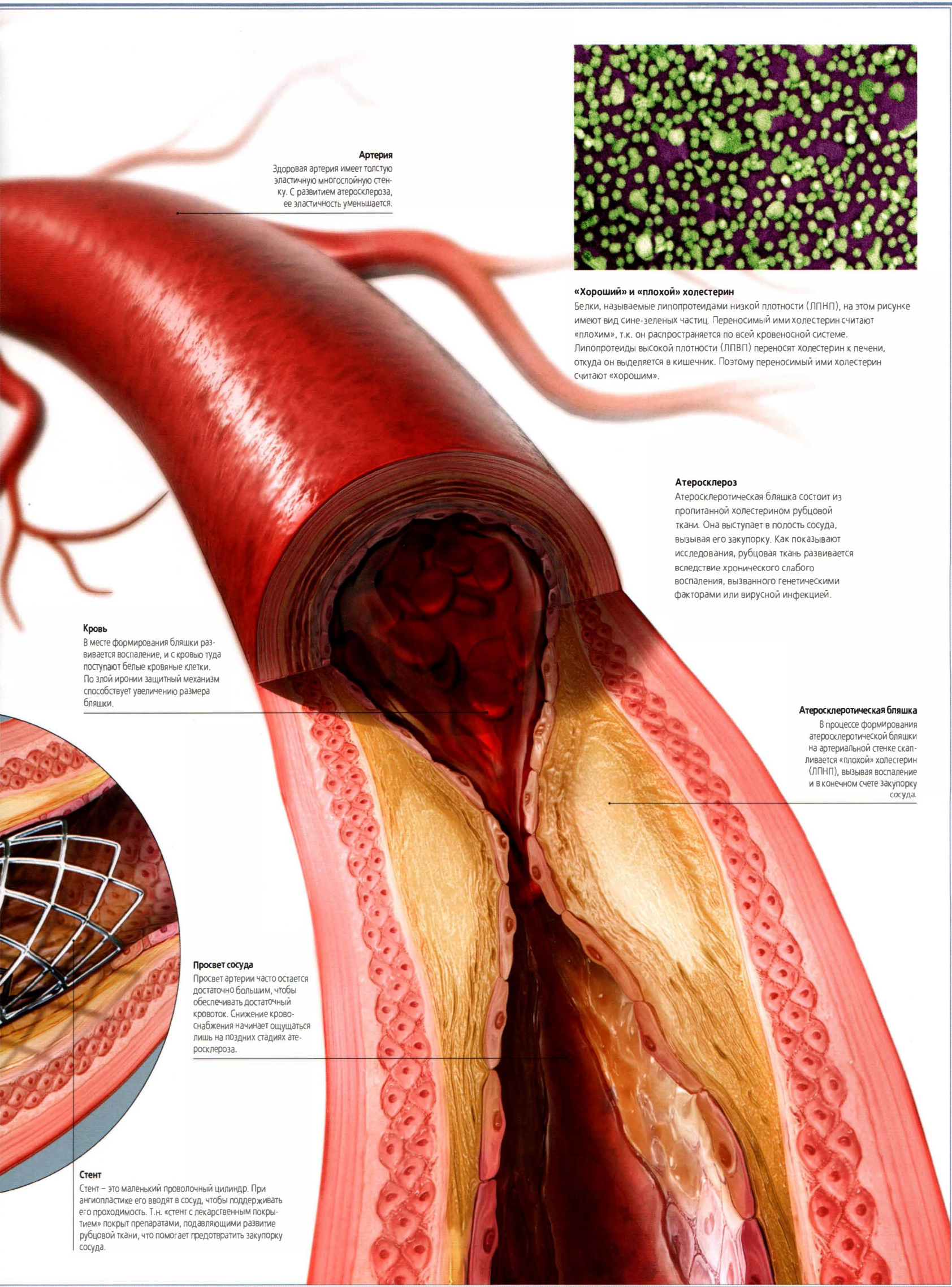
«Скрытый убийца»

Хроническое повышение артериального давления (гипертония) является «скрытым убийцей». Сначала единственным симптомом могут быть головные боли, но со временем гипертония ведет к повреждению стенок кровеносных сосудов, почек и сердечной мышцы. Она является одной из главных причин геморрагического инсульта, при котором лопаются кровеносные сосуды головного мозга. Причиной гипертонии обычно бывает совокупность многих факторов, среди которых лишний вес, курение, стресс и наследственная предрасположенность.

Ангиопластика

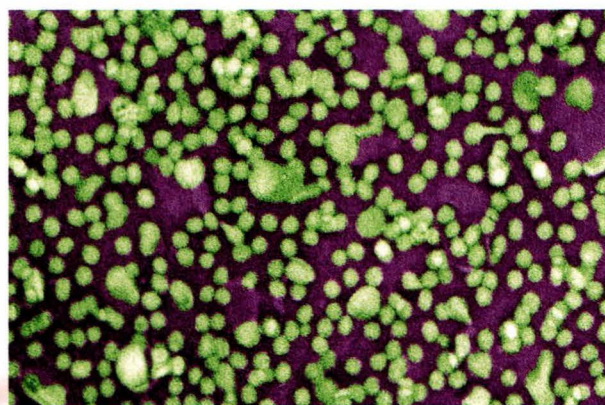
Ангиопластика – это удаление мелких атеросклеротических бляшек с помощью высокоэнергетических лучей. При баллонной ангиопластике через катетер в закупоренный сосуд вводят баллон, который затем надувают, сдавливая бляшку.





Артерия

Здоровая артерия имеет толстую эластичную многослойную стенку. С развитием атеросклероза, ее эластичность уменьшается.



«Хороший» и «плохой» холестерин

Белки, называемые липопротеидами низкой плотности (ЛПНП), на этом рисунке имеют вид сине-зеленых частиц. Переносимый ими холестерин считают «плохим», т.к. он распространяется по всей кровеносной системе. Липопротеиды высокой плотности (ЛПВП) переносят холестерин к печени, откуда он выделяется в кишечник. Поэтому переносимый ими холестерин считают «хорошим».

Атеросклероз

Атеросклеротическая бляшка состоит из пропитанной холестерином рубцовой ткани. Она выступает в полость сосуда, вызывая его закупорку. Как показывают исследования, рубцовая ткань развивается вследствие хронического слабого воспаления, вызванного генетическими факторами или вирусной инфекцией.

Кровь

В месте формирования бляшки развивается воспаление, и с кровью туда поступают белые кровяные клетки. По злой иронии защитный механизм способствует увеличению размера бляшки.

Атеросклеротическая бляшка

В процессе формирования атеросклеротической бляшки на артериальной стенке скапливается «плохой» холестерин (ЛПНП), вызывая воспаление и в конечном счете закупорку сосуда.

Просвет сосуда

Просвет артерии часто остается достаточно большим, чтобы обеспечивать достаточный кровоток. Снижение кровоснабжения начинает ощущаться лишь на поздних стадиях атеросклероза.

Стент

Стент – это маленький проволочный цилиндр. При ангиопластике его вводят в сосуд, чтобы поддерживать его проходимость. Т.н. «стенг с лекарственным покрытием» покрыт препаратами, подавляющими развитие рубцовой ткани, что помогает предотвратить закупорку сосуда.

ЗАБОЛЕВАНИЯ СЕРДЦА

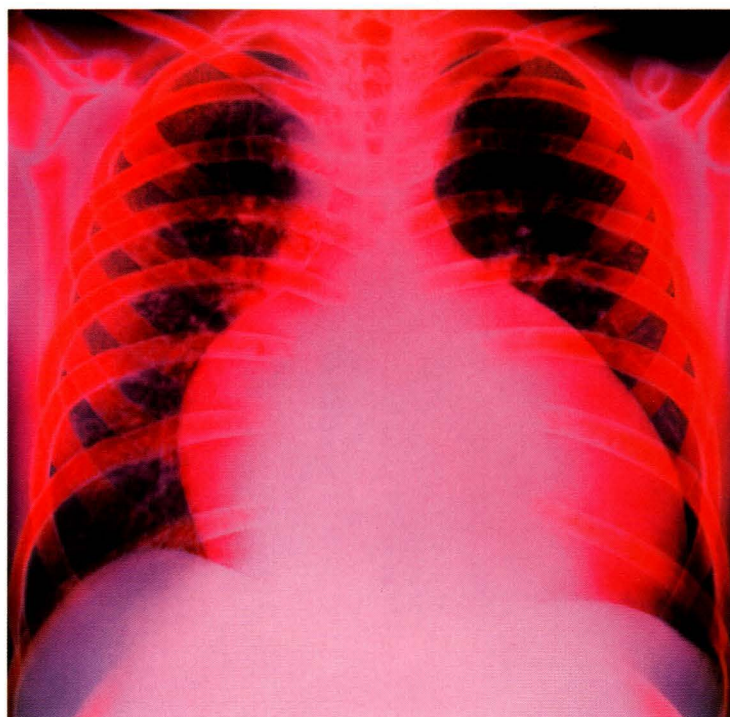
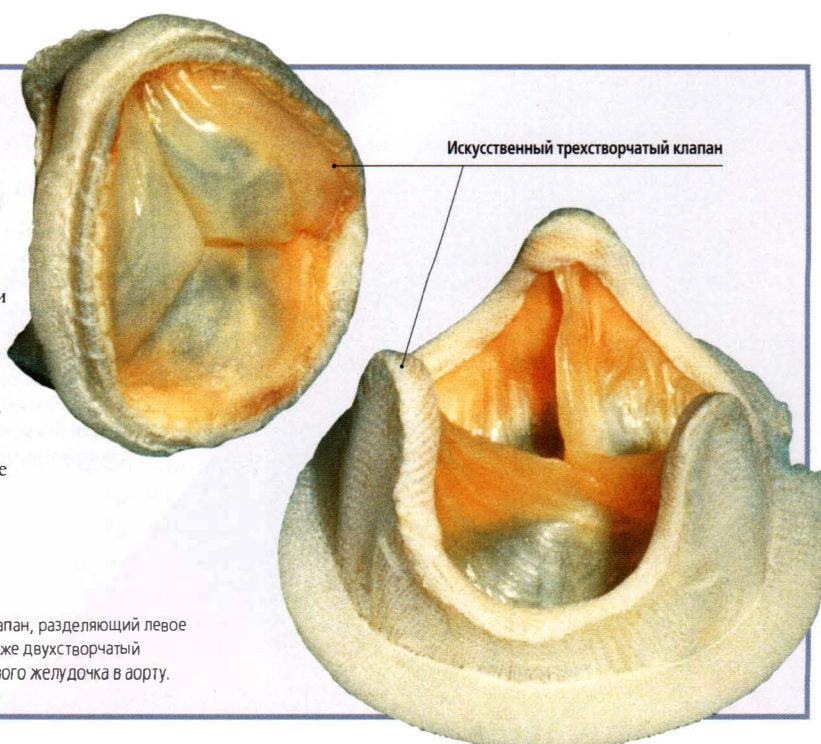
Больное или поврежденное сердце не может эффективно перекачивать кровь. Это сказывается на работе всех органов и тканей, т.к. они не получают нужного количества кислорода, питательных веществ, гормонов и других субстанций. Кровеносная система также удаляет продукты распада, такие как углекислый газ и образующаяся при метаболизме белков мочевина, перенося их к легким, почкам и другим местам, где они выводятся из организма. Кровеносная система жизненно важна, и нарушение работы сердца – одна из самых серьезных и пугающих проблем, с которыми может столкнуться человек. При нарушении кровоснабжения сердечной мышцы часть ее отмирает, т.е. развивается инфаркт миокарда.

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ СЕРДЕЧНЫХ КЛАПАНОВ

Работа сердечных клапанов может нарушаться вследствие инфаркта или врожденных или приобретенных дефектов. Дефектный клапан не может полностью закрываться, в результате чего кровь подтекает в обратном направлении. Отложения кальция или другие факторы могут вызывать стеноз – сужение клапана.

Замена клапана

Чаще всего заменяют митральный клапан, разделяющий левое предсердие и левый желудочек, а также двухстворчатый (аортальный) клапан, ведущий из левого желудочка в аорту.

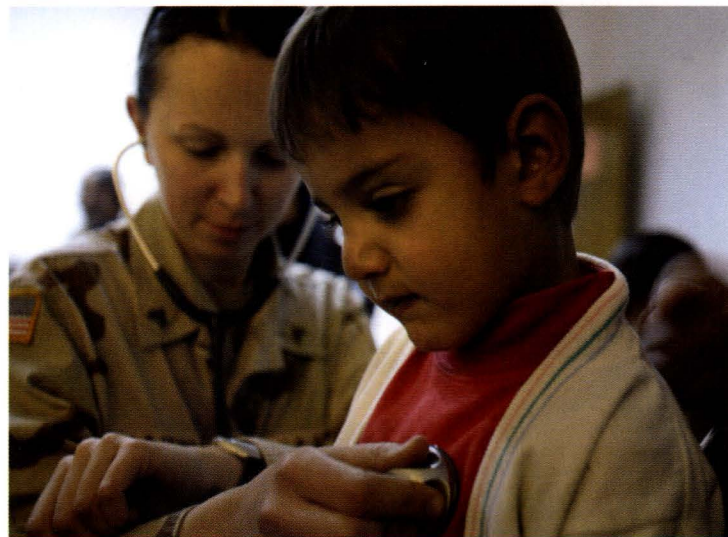


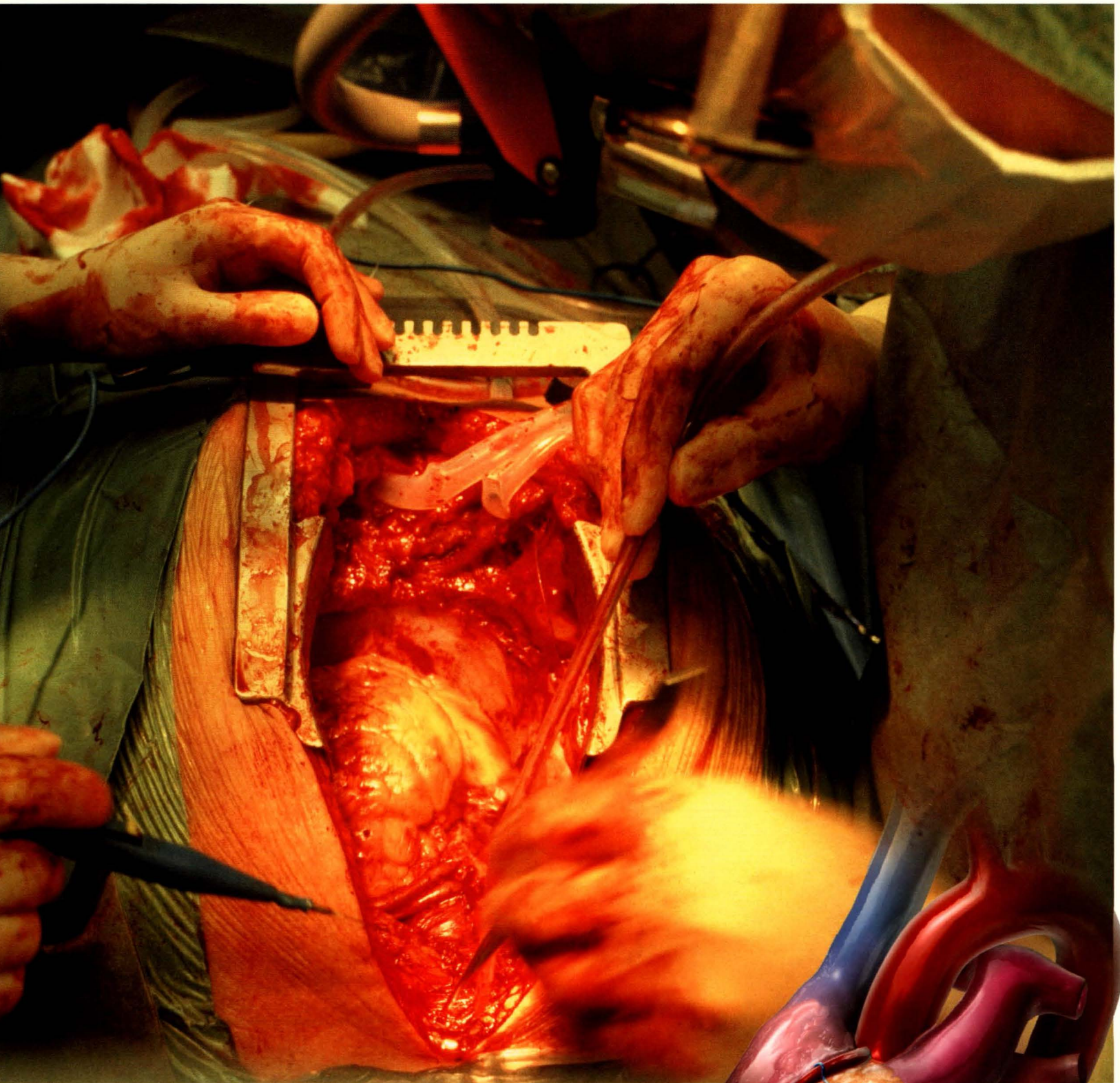
Сердечная недостаточность

Причиной сердечной недостаточности является ослабление сердечной мышцы вследствие ожирения, заболевания легких, хронической гипертонии или инфаркта. В результате сердце утрачивает способность эффективно качать кровь. Это ведет к гипертрофии, как видно на этом рентгеновском снимке (раздутая область справа).

Врожденные пороки сердца

Распространенным врожденным пороком сердца является наличие аномальных отверстий, соединяющих в норме разделенные части сердца. В результате появляются «шумы», которые врач может услышать с помощью стетоскопа. В некоторых случаях врожденный порок не сильно мешает пациенту, но при наличии отверстия между желудочками сердца требуется операция.





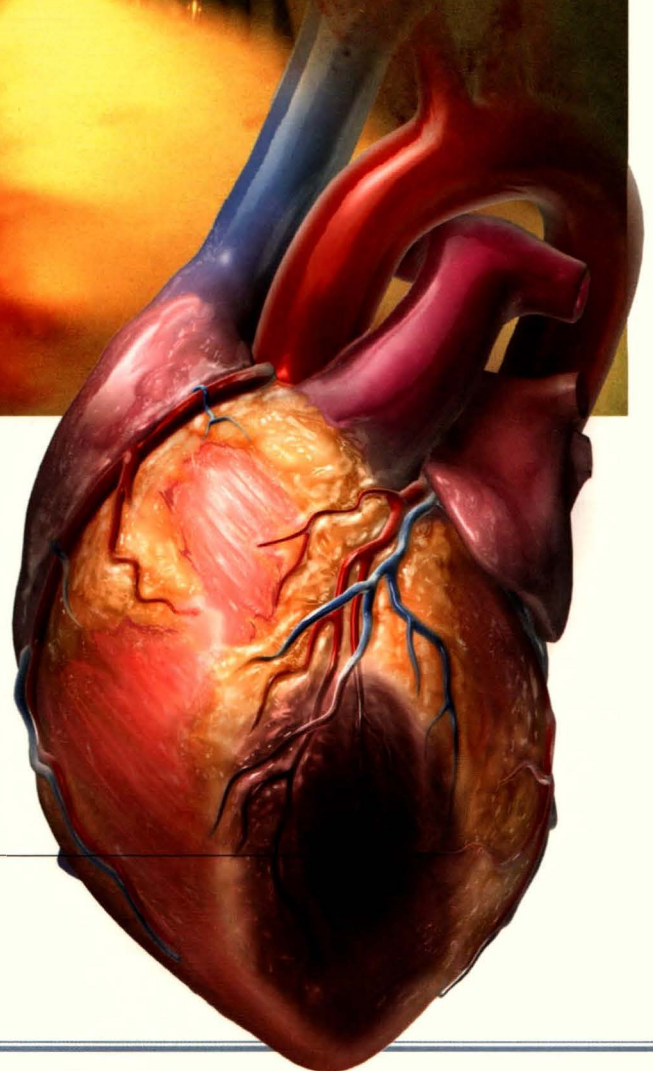
Операция на открытом сердце

Операция на открытом сердце требуется для аортокоронарного шунтирования, при котором удаляют поврежденный участок коронарного сосуда, сшивая здоровые части. При операции на неподвижном сердце кровеносную систему подключают к аппарату «сердце-легкие», который перекачивает кровь во время операции. При минимально инвазивной процедуре хирург работает на бьющемся сердце.

Инфаркт миокарда

Инфаркт миокарда характеризуется отмиранием участка сердечной мышцы вследствие закупорки коронарного сосуда, обеспечивающего кровью этот участок. Причиной может быть тромб или другие факторы. Тревожным признаком, указывающим на недостаточное кровоснабжение сердечной мышцы, является стенокардия – боль и ощущение сдавленности в грудной клетке. Среди других симптомов – боль в левом плече или руке. У женщин может развиваться боль между лопатками и необычная утомляемость.

Инфаркт миокарда



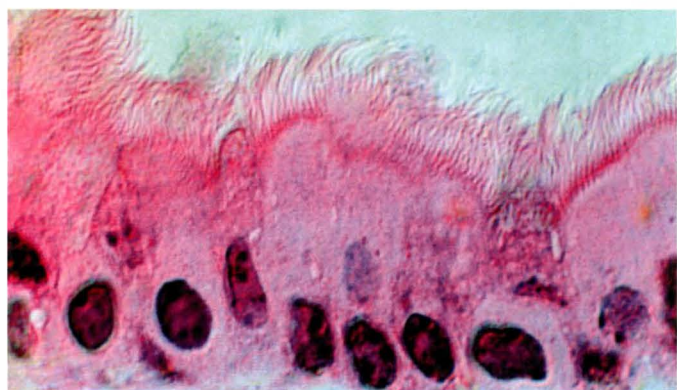
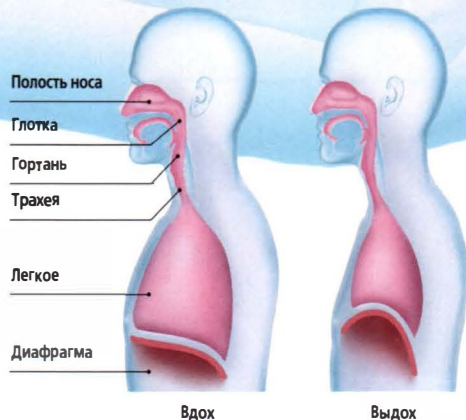
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Задачей дыхательной системы является наполнение воздухом губчатых растяжимых легких. Верхние дыхательные пути – нос, глотка и гортань – обеспечивают прохождение воздуха к трахее. Стенка трахеи укреплена хрящами, благодаря чему ее просвет поддерживается открытым. Трахея разветвляется на два бронха, по которым воздух попадает в легкие. Далее бронхи ветвятся, образуя «бронхиальное дерево», разделяясь на все более мелкие бронхиолы. Самые мелкие из них подходят к микроскопическим мешочкам – альвеолам. В альвеолах происходит газообмен – кислород переходит в кровь, а углекислый газ выходит из крови и изгоняется из организма с выдыхаемым воздухом.

ВОСЕМЬ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	
Полость носа	Принимает вдыхаемый воздух
Глотка	Пропускает воздух к трахее, а пищу – к пищеводу
Гортань	Место расположения голосового аппарата, производящего звуки
ТРАХЕЯ	Воздушный путь, ведущий к бронхам
ГЛАВНЫЕ БРОНХИ	Два бронха, несущие воздух в легкие
БРОНХИОЛА	Небольшой дыхательный путь в легких
ЛЕГКИЕ	Органы, где происходит газообмен кислорода и углекислого газа
АЛЬВЕОЛЫ	Воздушные мешочки, в которых кислород переходит в кровь, а углекислый газ выходит из крови

Многофункциональная диафрагма

Диафрагма – это куполообразная скелетная мышца, разделяющая плевральную и брюшную полости. Она ритмично сокращается, что задает ритм нормальному дыханию. Во время рвоты, сокращения диафрагмы выталкивают желудочное содержимое вверх и наружу, а в некоторых случаях ее сокращения помогают дефекации и мочеиспусканию.

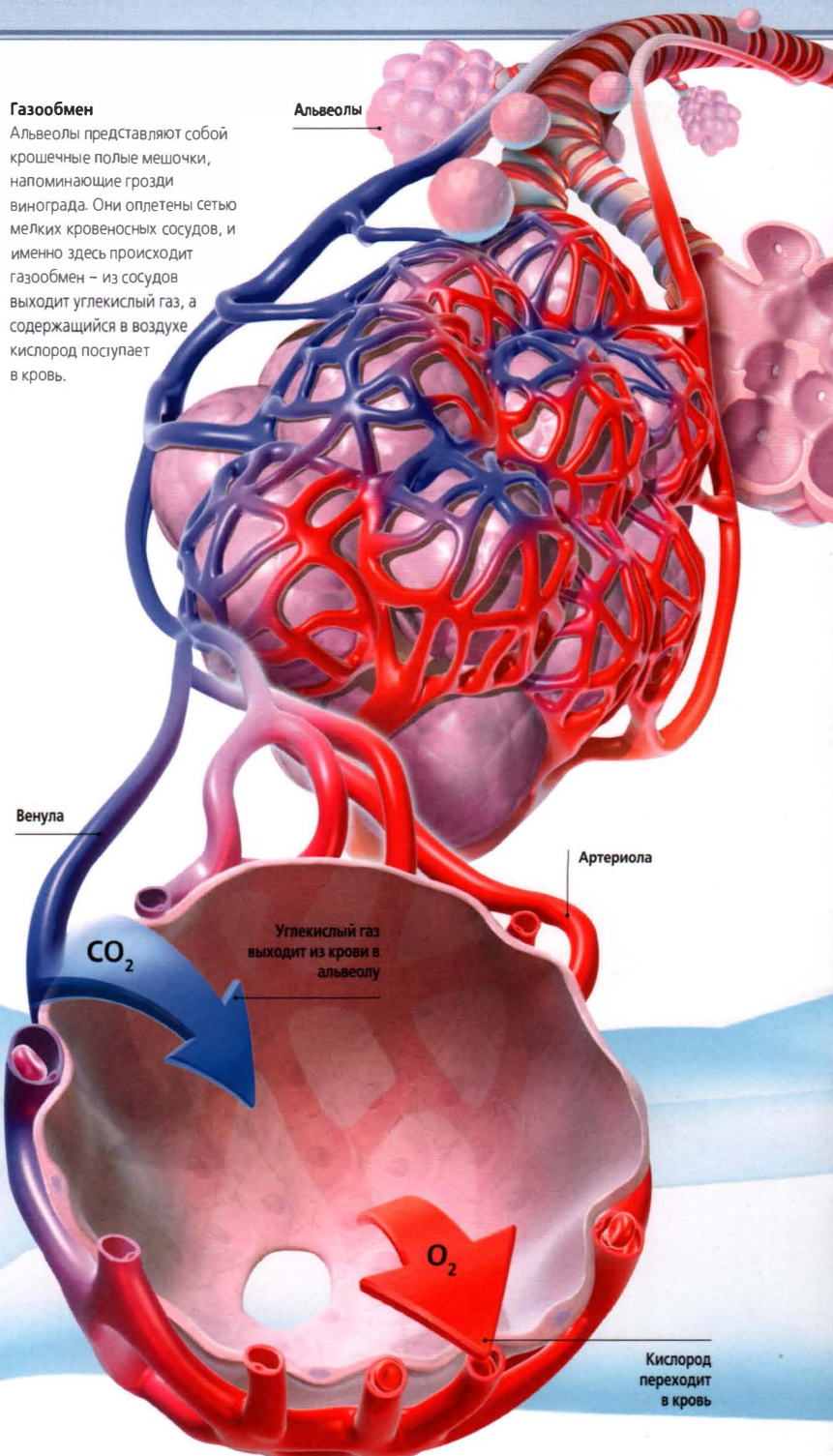


Поверхность дыхательных путей

Дыхательные пути выстланы эпителием, содержащим клетки с крошечными волоскообразными выростами, называемыми ресничками. На рисунке показаны реснитчатые (мерцательные) клетки бронхов.

Газообмен

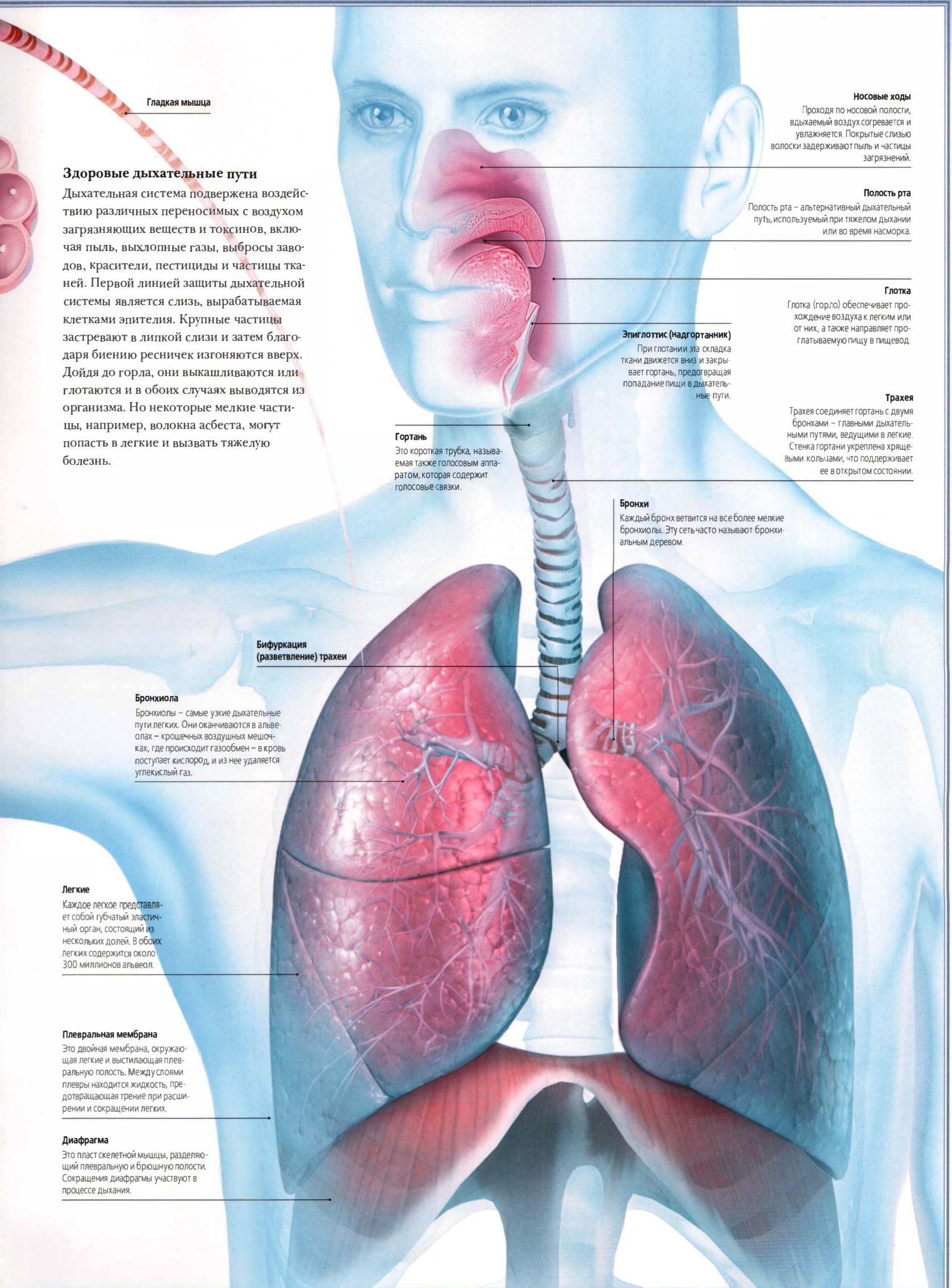
Альвеолы представляют собой крошечные полые мешочки, напоминающие грозди винограда. Они оплетены сетью мелких кровеносных сосудов, и именно здесь происходит газообмен – из сосудов выходит углекислый газ, а содержащийся в воздухе кислород поступает в кровь.



ЗВУКООБРАЗОВАНИЕ И РЕЧЬ

Звуки человеческой речи образуются в гортани благодаря наличию там парных голосовых связок. Выдыхаемый из легких воздух проходит через отверстие между связками, называемое голосовой щелью. Размер этой щели контролируется скелетными мышцами. Когда голосовая щель полностью открыта, воздух проходит свободно, но когда голосовые связки сужают или перекрывают щель, проходящий воздух заставляет их вибрировать, в результате чего возникают звуковые волны. Благодаря движениям языка, неба, зубов и губ звуки складываются в слова.





Гладкая мышца

Здоровые дыхательные пути

Дыхательная система подвержена воздействию различных переносимых с воздухом загрязняющих веществ и токсинов, включая пыль, выхлопные газы, выбросы заводов, красители, пестициды и частицы тканей. Первой линией защиты дыхательной системы является слизь, вырабатываемая клетками эпителия. Крупные частицы застревают в липкой слизи и затем благодаря биению ресничек изгоняются вверх. Дойдя до горла, они выкашливаются или глотаются и в обоих случаях выводятся из организма. Но некоторые мелкие частицы, например, волокна асбеста, могут попасть в легкие и вызвать тяжелую болезнь.

Носовые ходы

Проходя по носовой полости, вдыхаемый воздух согревается и увлажняется. Покрытые слизью волоски задерживают пыль и частицы загрязнений.

Полость рта

Полость рта – альтернативный дыхательный путь, используемый при тяжелом дыхании или во время насморка.

Глотка

Глотка (горло) обеспечивает прохождение воздуха к легким или от них, а также направляет проглатываемую пищу в пищевод.

Эпиглоттис (надгортанник)

При глотании эта складка ткани движется вниз и закрывает гортань, предотвращая попадание пищи в дыхательные пути.

Трахея

Трахея соединяет гортань с двумя бронхами – главными дыхательными путями, ведущими в легкие. Стенка гортани укреплена хрящевыми кольцами, что поддерживает ее в открытом состоянии.

Гортань

Это короткая трубка, называемая также голосовым аппаратом, которая содержит голосовые связки.

Бронхи

Каждый бронх ветвится на все более мелкие бронхиолы. Эту сеть часто называют бронхиальным деревом.

Бифуркация (разветвление) трахеи

Бронхиола

Бронхиолы – самые узкие дыхательные пути легких. Они оканчиваются в альвеолах – крошечных воздушных мешочках, где происходит газообмен – в кровь поступает кислород, и из нее удаляется углекислый газ.

Легкие

Каждое легкое представляет собой губчатый эластичный орган, состоящий из нескольких долей. В обоих легких содержится около 300 миллионов альвеол.

Плевральная мембрана

Это двойная мембрана, окружающая легкие и выстилающая плевральную полость. Между слоями плевры находится жидкость, предотвращающая трение при расширении и сокращении легких.

Диафрагма

Это пласт скелетной мышцы, разделяющий плевральную и брюшную полости. Сокращения диафрагмы участвуют в процессе дыхания.

ГАЗООБМЕН

За всю жизнь человек совершает более полумиллиарда вдохов, каждый из которых сопровождается газообменом – кислород входит в кровь, а углекислый газ из нее выходит. Для обеспечения газообмена дыхательная система использует простое физическое правило. Газ движется под действием давления. Когда легкие расширяются, давление в них падает, и свежий воздух засасывается внутрь. Когда легкие сжимаются, они выталкивают углекислый газ. Разница давления в легких заставляет кислород заходить в кровь, а углекислый газ выходить из крови. Для этого необходимо, чтобы оба газа были растворены в воде, покрывающей тонкие стенки альвеол (воздушных мешочков). Согласно подсчетам, в легких их около 300 миллионов.



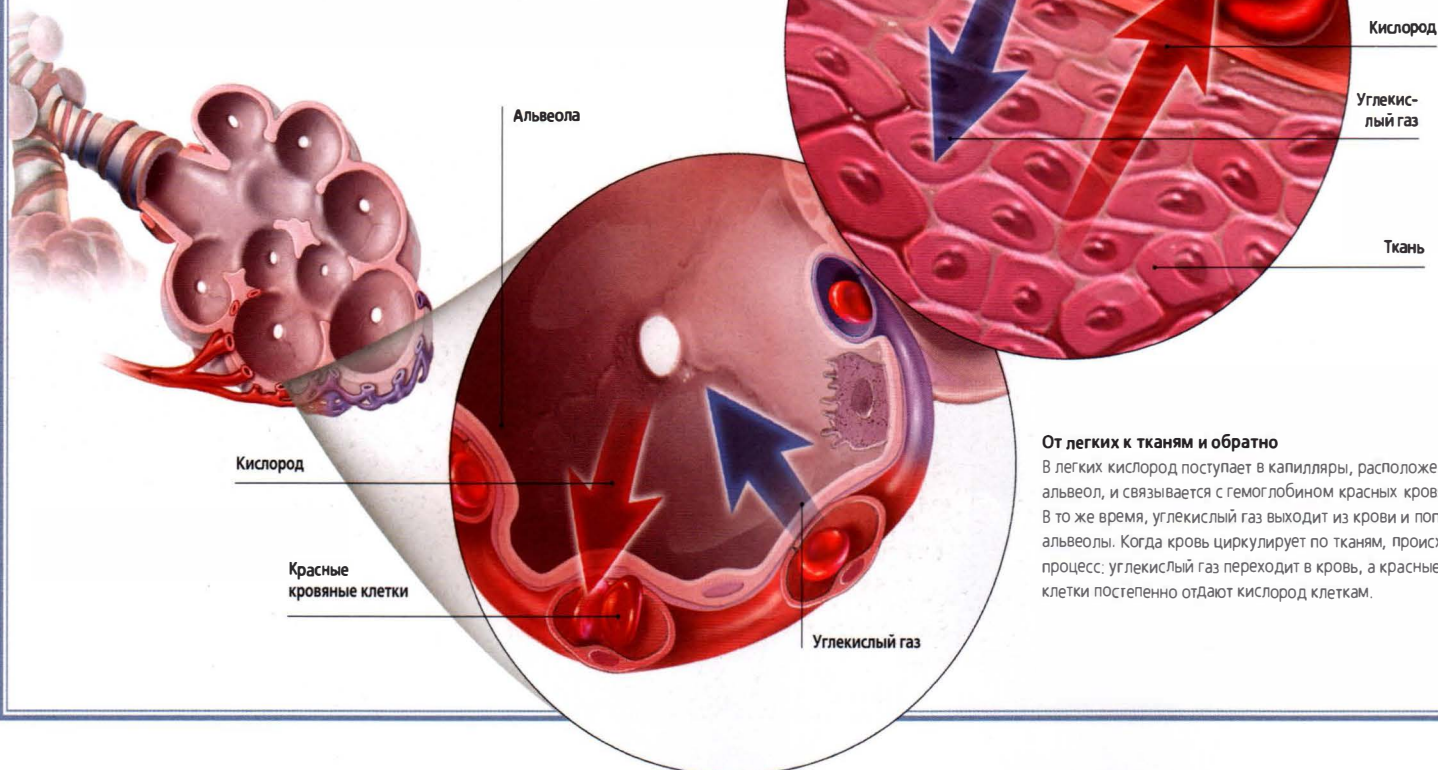
Подъем на высоту

На уровне моря воздух содержит 21 % кислорода, но на высоте 2500 м над уровнем моря его содержание значительно снижается. Без кислородной маски альпинисты рискуют развитием гипоксии – недостатка кислорода, который может вызывать горную болезнь. Симптомы включают головную боль, рвоту и опасное скопление жидкости в легких и головном мозге.



Сколько воздуха в одном вдохе?

При нормальном дыхании с каждым вдохом в легкие поступает около 2 чашек (475 мл) воздуха и выходит столько же углекислого газа. Можно произвольно увеличить объем вдоха, если вдохнуть полной грудью – например, чтобы надуть воздушный шарик.



От легких к тканям и обратно

В легких кислород поступает в капилляры, расположенные вокруг альвеол, и связывается с гемоглобином красных кровяных клеток. В то же время, углекислый газ выходит из крови и попадает в альвеолы. Когда кровь циркулирует по тканям, происходит обратный процесс: углекислый газ переходит в кровь, а красные кровяные клетки постепенно отдают кислород клеткам.

Газообмен в альвеолах

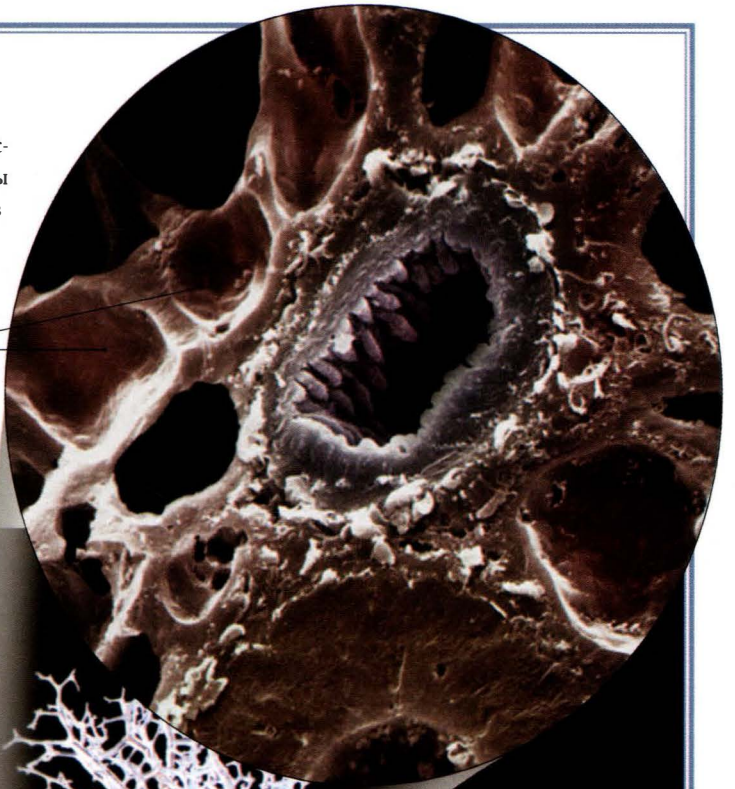
Поступающий в легкие воздух содержит больше кислорода и намного меньше углекислого газа, чем кровь в капиллярах альвеол. Эта разница способствует газообмену, газы просто движутся по градиенту давления. Разница давлений кислорода загоняет его из воздуха в капилляры, где он связывается с гемоглобином красных кровяных клеток. А разница давлений углекислого газа заставляет его выходить из крови в легкие, откуда он изгоняется с выдыхаемым воздухом.

Бронхиолы, самые мелкие дыхательные пути

Начиная от основания трахеи, дыхательные пути многократно ветвятся, образуя «бронхиальное дерево». Глубоко в легких расположены самые мелкие и нежные ветви – бронхиолы, передающие воздух в альвеолы. Стенки альвеол имеют тонкий слой гладких мышц, благодаря чему могут сокращаться и расслабляться, регулируя количество проходящего через них воздуха.

Альвеолы

Большая часть легких состоит из тонкостенных альвеол, в которых происходит газообмен.



КОНТРОЛЬ НАД ДЫХАНИЕМ



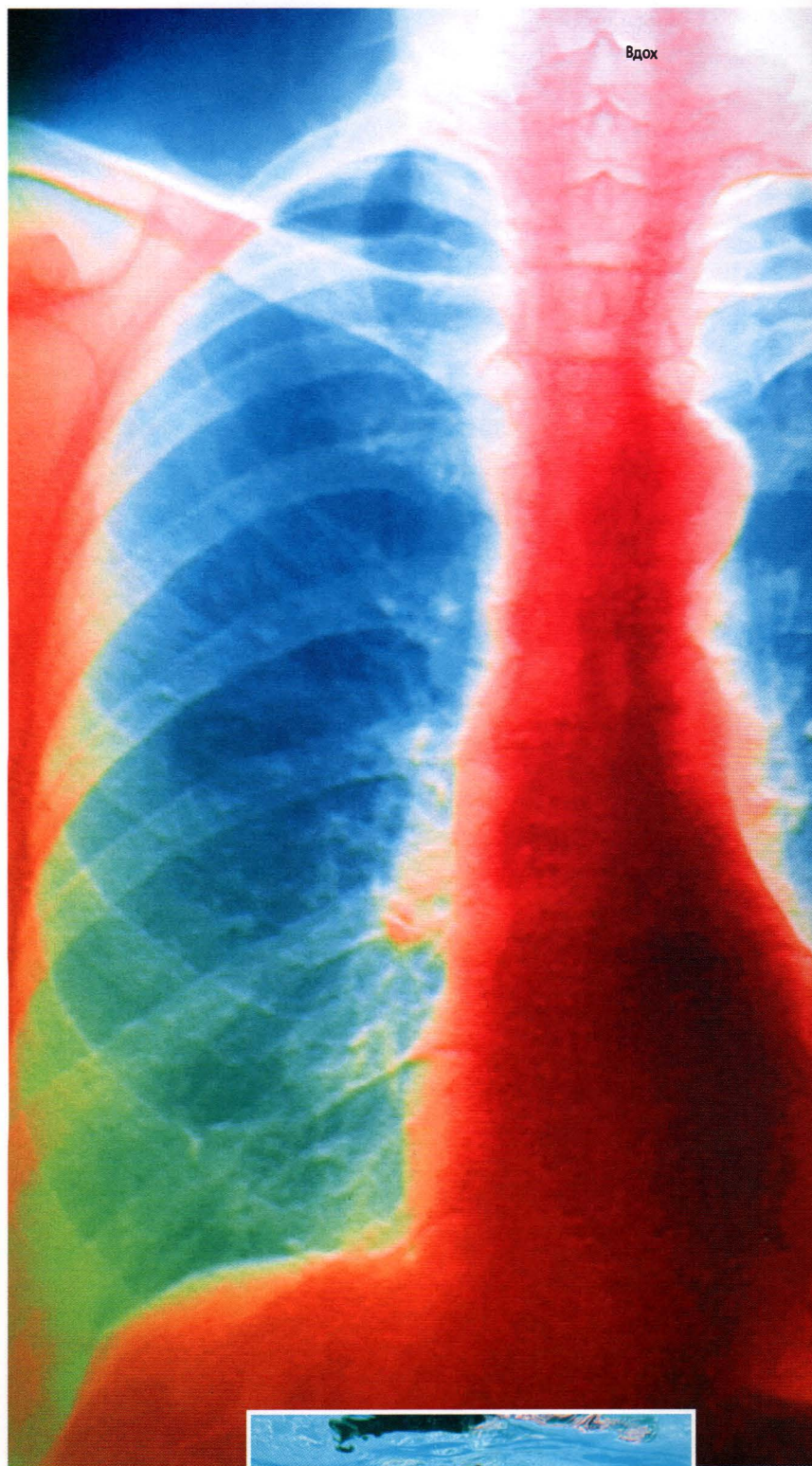
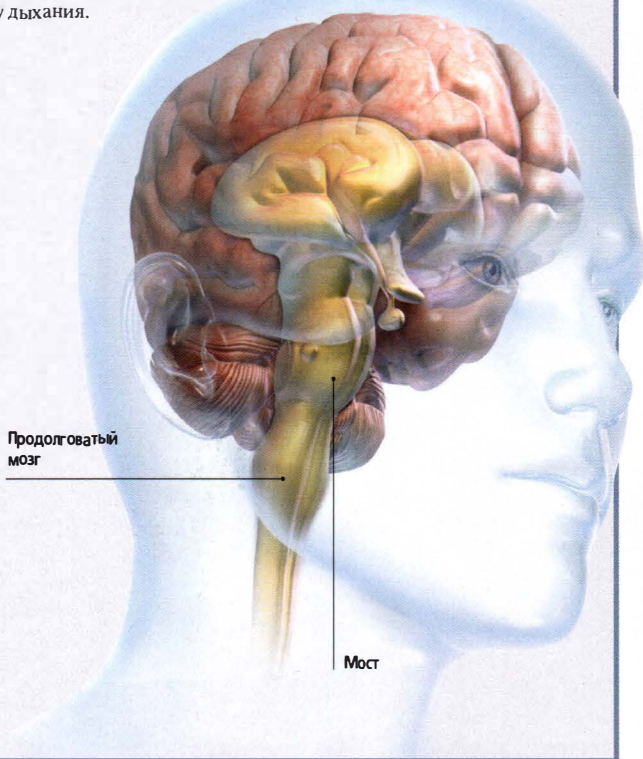
Непрерывное дыхание в течение всей жизни зависит от контролирующих механизмов, в которых участвуют головной мозг, легкие и другие структуры. В общем, люди не сосредотачивают внимание на дыхании. Оно контролируется автоматически стволом мозга. В аорте и сонных артериях шеи расположены специальные сенсоры, регистрирующие содержание углекислого газа в крови. Сами легкие тоже чувствительны к изменению концентрации CO_2 . Если его выходит слишком мало, мышечные стенки бронхиол расширяются, увеличивая приток воздуха. Капилляры легких расширяются или сокращаются, регулируя кровоток в зависимости от уровня кислорода во вдыхаемом воздухе.

Мышцы, движущие воздух

Когда диафрагма сокращается, а грудная клетка расширяется, это вызывает расширение легких. Увеличение объема легких ведет к падению в них давления, и воздух засасывается внутрь. Когда межреберные мышцы сокращаются, грудная клетка сжимается, давление возрастает, и углекислый газ выходит из легких. Когда человек смеется или плачет, вдох сопровождается серией коротких выдохов. Икота – это периодические спазмы диафрагмы.

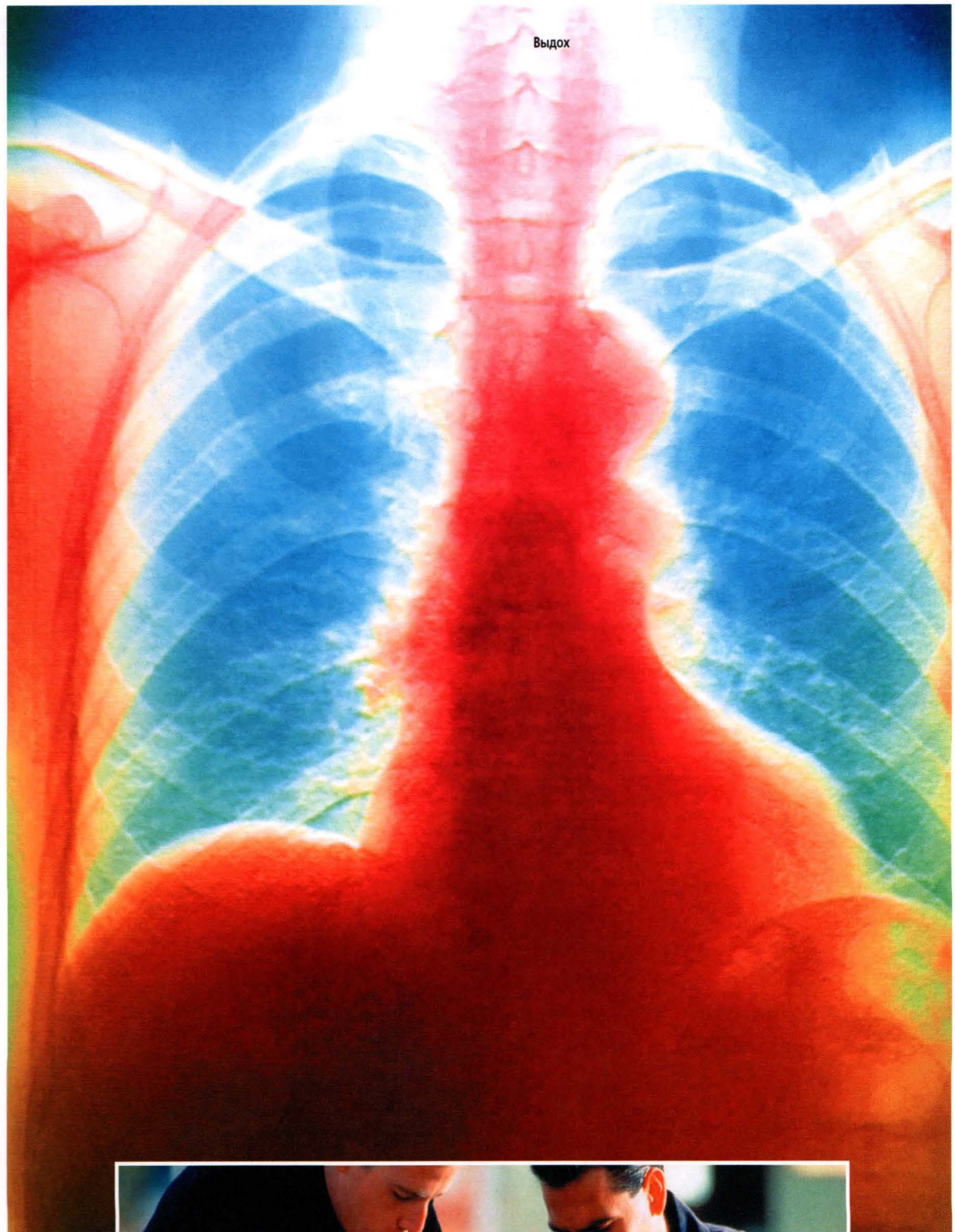
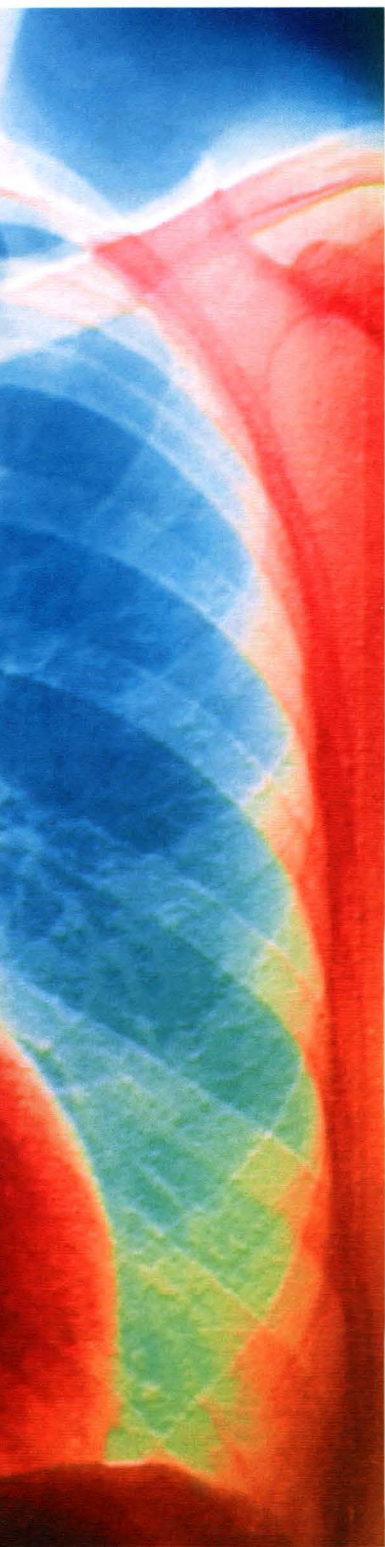
ДЫХАНИЕ И МОЗГ

Травма ствола мозга требует незамедлительной помощи, т.к. может привести к удушью. Возникающее в результате движение воздуха в легкие и из них физиологи называют внешним дыханием. Кроме того, мозг отслеживает содержание углекислого газа в спинномозговой жидкости и при повышении уровня CO_2 повышает частоту и глубину дыхания.



Задержка дыхания

Большинство людей могут задержать дыхание не более чем на пару минут. Когда дыхательные центры головного мозга регистрируют опасное увеличение концентрации углекислого газа в крови, их команды вдохнуть становятся непреодолимыми.



Реанимация

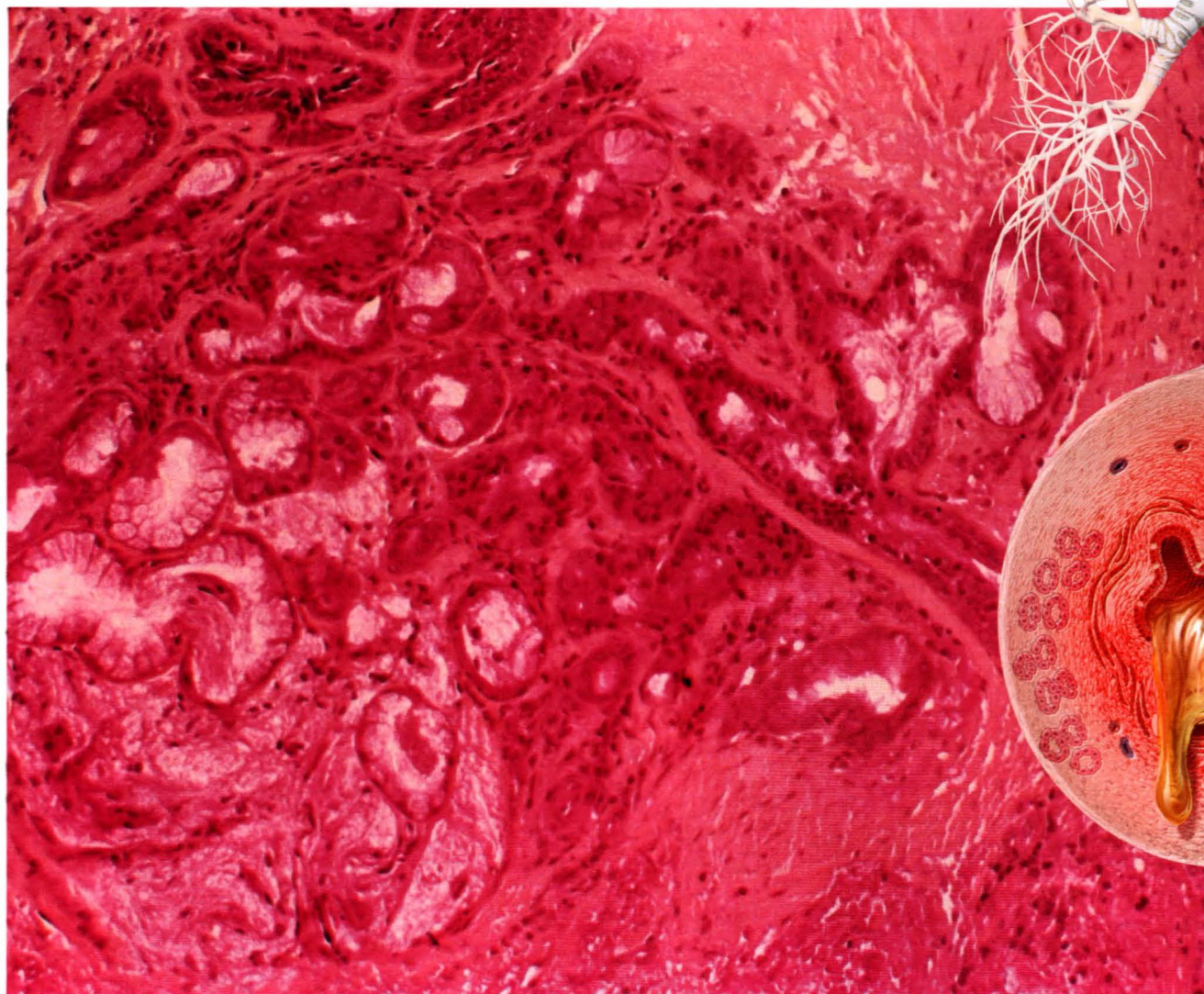
При остановке дыхания жизнь человека может зависеть от искусственного дыхания «рот в рот» или использования кислородной маски. Если повезет, это поможет наполнить легкие пострадавшего кислородом, пока не восстановится самостоятельное дыхание.

ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В нормальных условиях мы вдыхаем свежий воздух (и выдыхаем отработанный) 12–15 раз в минуту. Это происходит автоматически, пока вследствие инфекции или заболевания ни произойдет сбой. Проникновение вирусов или бактерий вызывает защитные реакции, включая конгестию и отек носовых ходов (при простуде), раздражение (при ларингите) и кашель и свистящее дыхание (при бронхите). У курящих воспаление бронхов может перейти в хроническую форму, вызывая постоянный кашель и проблемы с дыханием. При астме стресс или аллергические реакции на присутствующие в воздухе частицы провоцируют приступы, которые могут представлять угрозу для жизни.

Бронхит

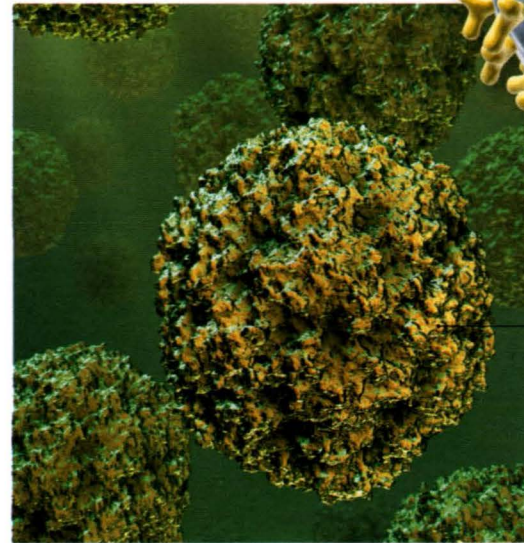
На этом микроснимке показан срез легочной ткани при хроническом бронхите – воспалении дыхательных путей. Бронхи и бронхиолы, связывающие трахею с легкими, могут воспаляться вследствие инфекции или курения, что ведет к выработке густой слизи, вызывающей приступы кашля. Для предотвращения бактериальной инфекции легких назначают антибиотики.



Бронхит
Отек и выделение слизи при бронхите

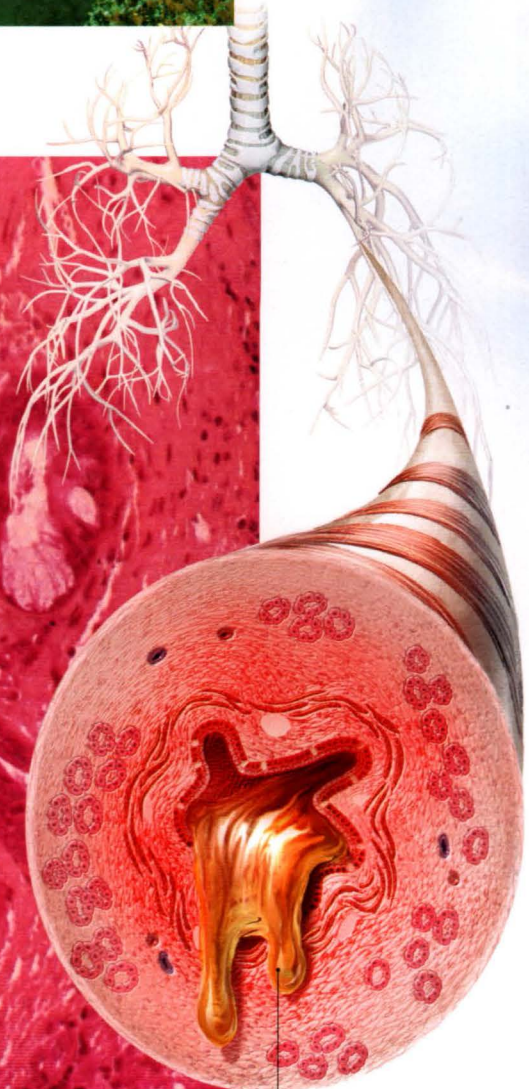
Простуда

Легкая инфекция дыхательных путей – насморк или простуда – может возникнуть при заражении различными вирусами. Примерно в половине случаев возбудителем простуды является риновирус, коронавирус или родственные им вирусы. Вирусы простуды очень заразны, они легко передаются от человека к человеку при чихании, кашле и через предметы (например, полотенца).



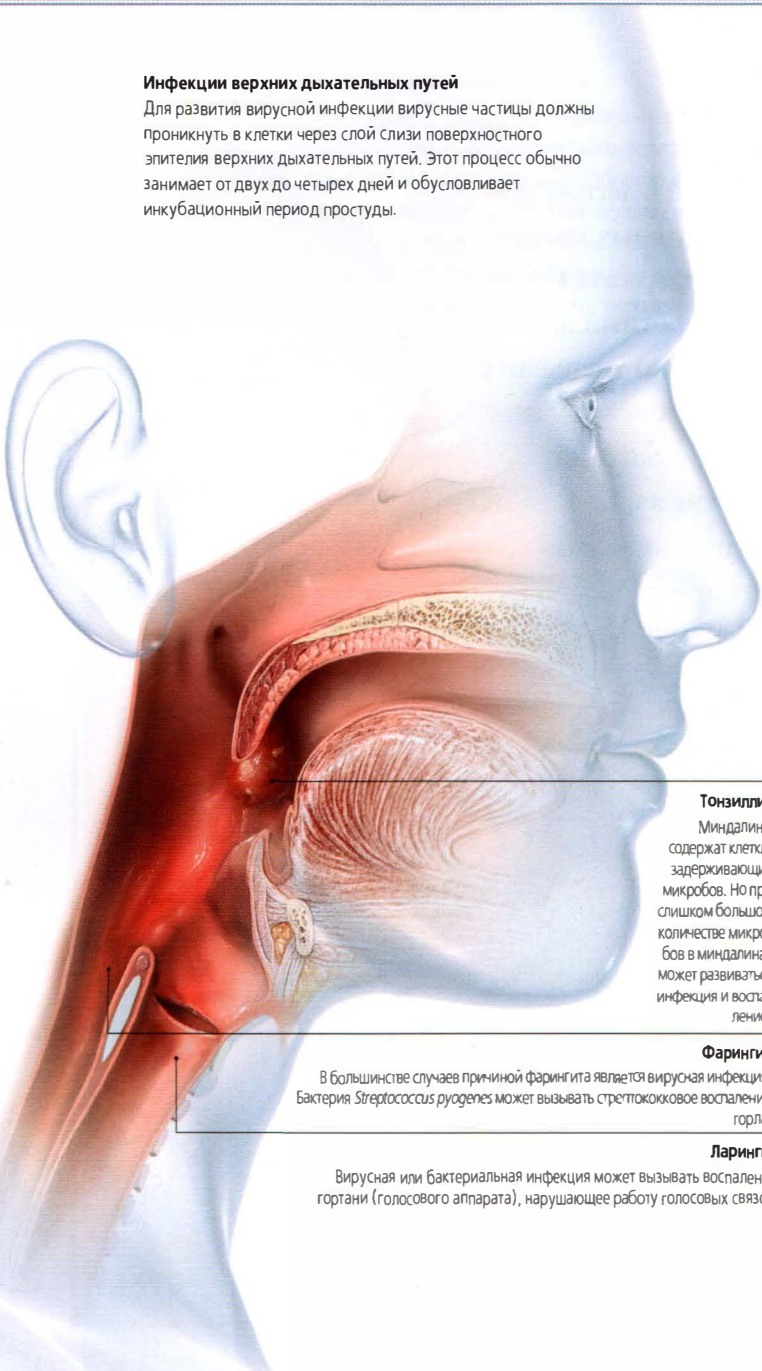
Клеточный рецептор

Типичный риновирус



Инфекции верхних дыхательных путей

Для развития вирусной инфекции вирусные частицы должны проникнуть в клетки через слой слизи поверхностного эпителия верхних дыхательных путей. Этот процесс обычно занимает от двух до четырех дней и обуславливает инкубационный период простуды.



Тонзиллит

Миндалины содержат клетки, задерживающие микробов. Но при слишком большом количестве микробов в миндалинах может развиться инфекция и воспаление.

Фарингит

В большинстве случаев причиной фарингита является вирусная инфекция. Бактерия *Streptococcus pyogenes* может вызывать стрептококковое воспаление горла.

Ларингит

Вирусная или бактериальная инфекция может вызвать воспаление гортани (голосового аппарата), нарушающее работу голосовых связок.

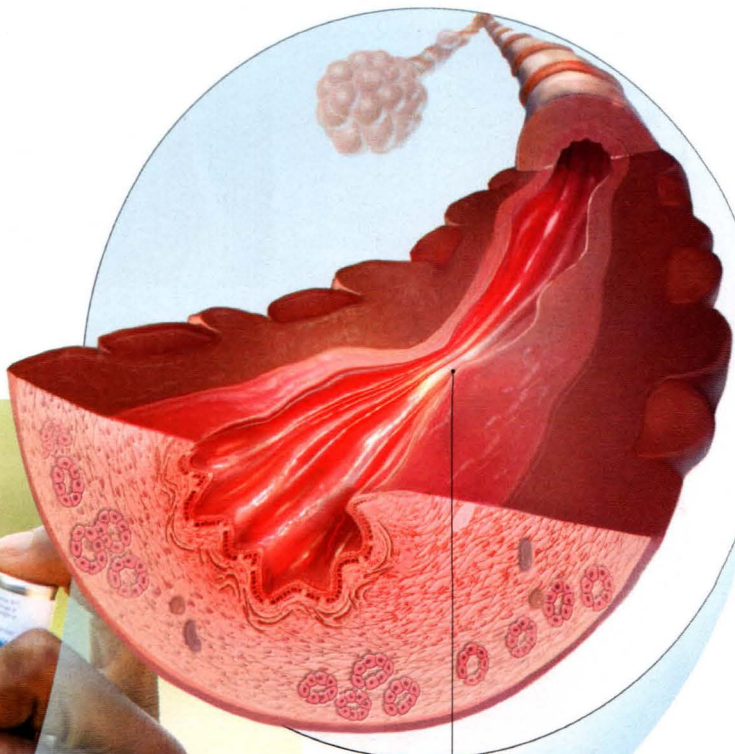
Муковисцидоз

Муковисцидоз – наследственное заболевание. Одним из симптомов является нарушение работы слизистых клеток и выработка густой слизи, закупоривающей дыхательные пути. При бактериальном заражении слизи развивается тяжелая инфекция. Муковисцидоз неизлечим и ведет к разрушению легких, но антибиотики помогают контролировать инфекции, и в настоящее время ведется разработка стратегий лечения.



Муковисцидоз

Эта молодая пациентка, страдающая муковисцидозом, принимает участие в экспериментальной программе, в ходе которой проверяют терапевтический потенциал белка «альфа-1» для лечения воспаления легочной ткани.



Воспаление бронхиол



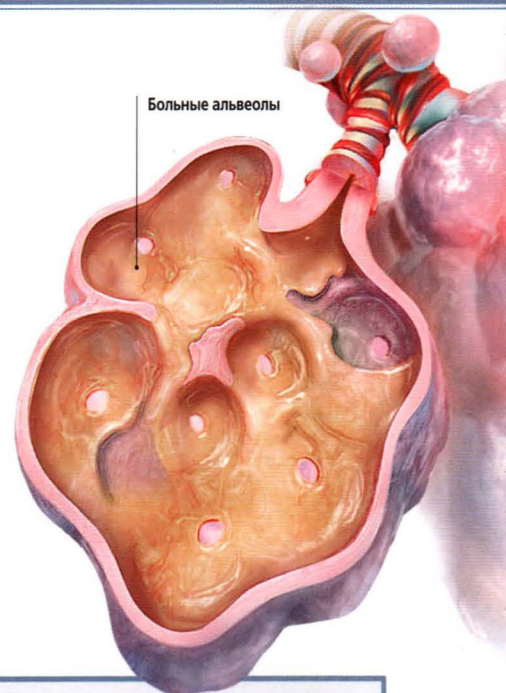
Астма

При астме ингалятор может буквально спасти жизнь. При отсутствии лечения приступ может привести к перекрытию дыхательных путей и остановке дыхания.

УГРОЗЫ ДЛЯ ЛЕГКИХ



Человек делает около 17 000 вдохов в день, при этом входящий в легкие воздух наполняет десятки миллионов альвеол – крошечных воздушных мешочков. Кроме кислорода, азота и других газов, воздух может содержать бактерии, вирусы, грибы, загрязняющие вещества, токсины, сигаретный дым и т.д. Все эти субстанции раздражают легкие и могут значительно уменьшить количество здоровых альвеол, вызывая острые или хронические заболевания. Уменьшение количества альвеол снижает способность легких усваивать кислород и выделять углекислый газ. Заболевания легких варьируют от вполне излечимых, таких как пневмония и туберкулез, до потенциально смертельных злокачественных новообразований, необратимой эмфиземы и мезотелиомы.

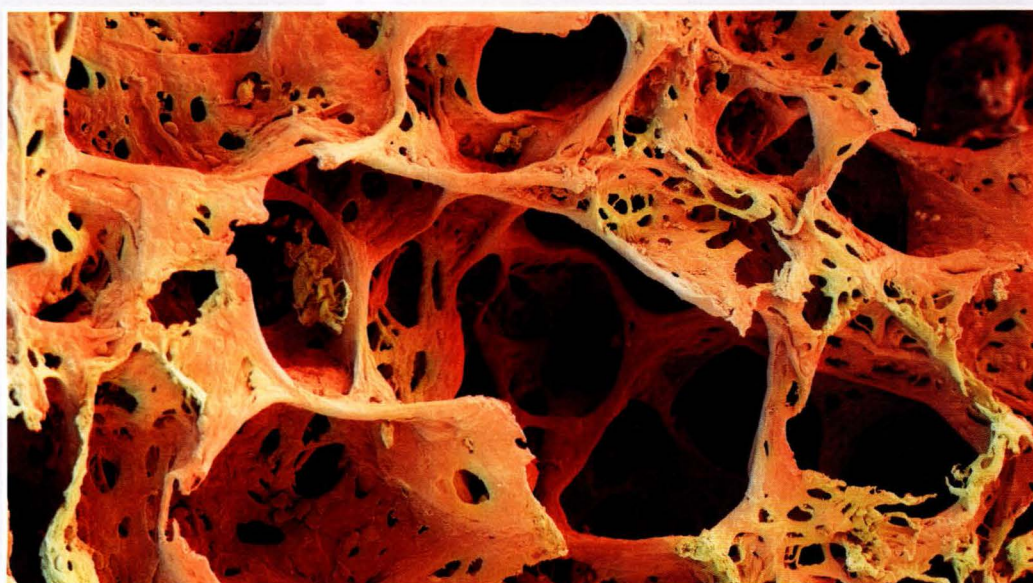


ОПАСНОСТЬ КУРЕНИЯ

Сигаретный дым содержит смесь канцерогенов и токсинов. Активное и пассивное курение – основная причина развития злокачественных новообразований легких, эмфиземы, болезней сердца, хронического бронхита и хронического обструктивного заболевания легких (ХОЗЛ). Вдыхаемый дым нарушает работу иммунной системы и подавляет процессы заживления. Как подсчитали ученые-медики, к 2030 г. связанные с курением заболевания будут убивать ежегодно по всему миру десять миллионов человек.

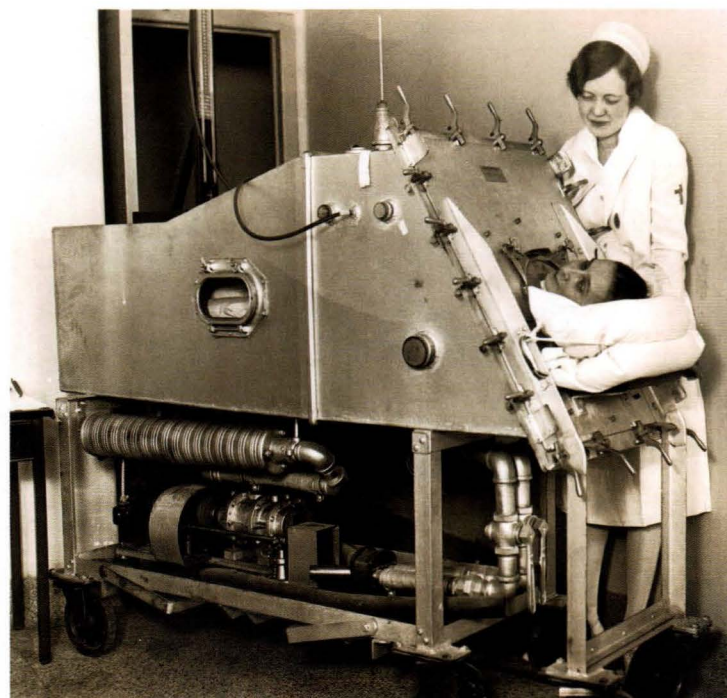
Эмфизема

На этой электронной микрофотографии можно видеть поврежденную эмфиземой ткань легкого. При эмфиземе альвеолы увеличиваются, что ведет к разрушению их стенок.



Туберкулез

Туберкулез – инфекционное заболевание, вызываемое бактерией *Mycobacterium tuberculosis*. Бактерии становятся все более устойчивыми к лекарствам, и антибиотики, которые раньше применяли для лечения туберкулеза, сегодня неэффективны. В результате на всех континентах туберкулез становится большой медицинской проблемой.



«Железные легкие»

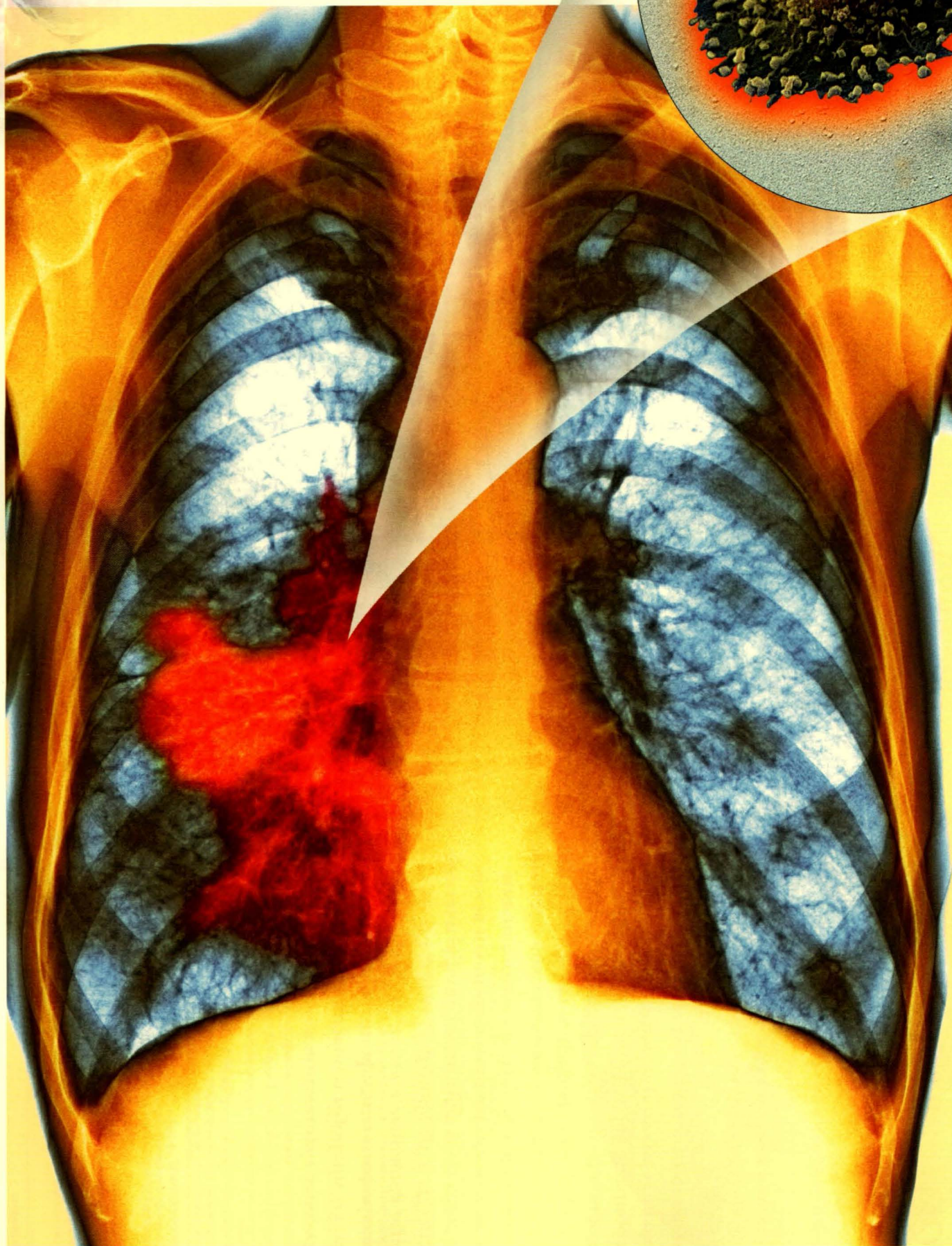
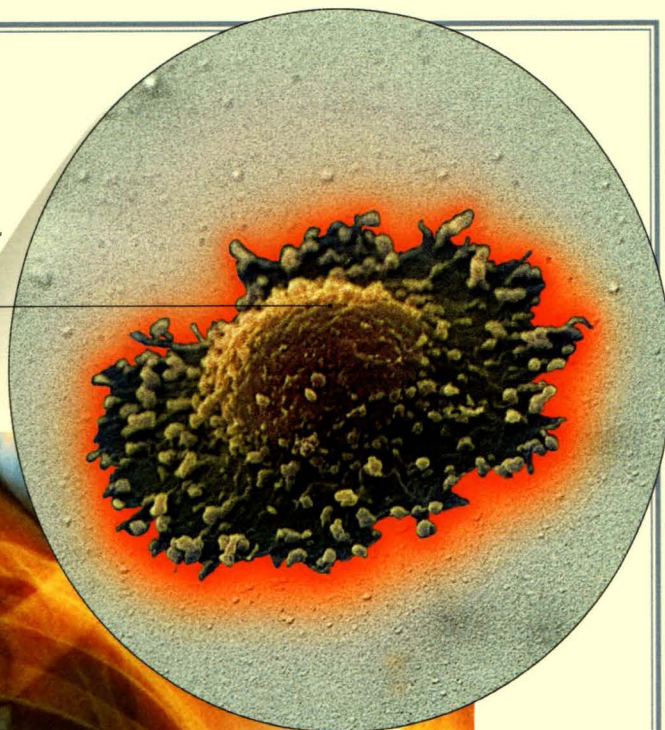
Аппарат «железные легкие» когда-то спасал жизнь пациентов с полиомиелитом, у которых развивался паралич дыхательных мышц. Пациента помещали в закрытую камеру, в которой изменяли давление воздуха, что заставляло легкие расширяться и сжиматься, как при нормальном дыхании. Позже на смену этой технологии пришла искусственная вентиляция легких.

Злокачественные новообразования легких

Злокачественные опухоли легких – самые смертоносные злокачественные новообразования. Очень немногие пациенты проживают больше 2–3 лет после постановки диагноза. Обычно опухоль появляется в бронхах и затем распространяется в легкие, на лимфатические узлы, кости и другие области. На рисунке красным отмечена большая опухоль легких. Первые симптомы напоминают симптомы других респираторных заболеваний, поэтому диагноз часто ставят слишком поздно.

Злокачественная клетка легкого

Злокачественные клетки имеют характерные выросты, позволяющие им передвигаться и распространяться на другие ткани.



ЛИМФАТИЧЕСКАЯ И ИММУННАЯ СИСТЕМЫ

Лимфатическая система включает некоторые малоизвестные органы – лимфатические сосуды, селезенку, миндалины, тимус и скопления лимфатической ткани в тонком кишечнике и аппендиксе. Сеть лимфатических сосудов оплетает все ткани тела, кроме центральной нервной системы, костей, костного мозга и зубов. Лимфатические сосуды собирают вышедшие из капилляров жидкость и белки и возвращают их вместе с лимфой в кровеносную систему. Кроме этого, органы лимфатической системы служат ареной битвы с патогенными микробами. На пути к крупным венам лимфа проходит через лимфатические сосуды и лимфоидную ткань, где белые кровяные клетки, такие как макрофаги и лимфоциты, уничтожают микробы и опасные чужеродные субстанции.

Тимус

В этой железе происходит созревание Т-клеток, в ходе которого они приобретают способность запускать иммунную реакцию, называемую клеточным иммунитетом.

Меленные сосуды

Эти лимфатические капилляры тонкого кишечника впитывают переваренные жиры и переносят их в кровь.

Пейеровы бляшки

Классеры лимфоидной ткани в нижних отделах тонкого кишечника. Содержащиеся здесь защитные клетки борются с патогенами в желудочно-кишечном тракте.

Аппендикс

Аппендикс – лимфоидный орган, имеющий один недостаток. Его структура оказывается идеальным местом для накопления бактерий, которые могут вызвать воспаление.

Миндалины

У человека имеется четыре миндалины, расположенные в гортани и языке. Они улавливают микробов, попавших с вдыхаемым воздухом или с пищей.

Левый яремный ствол

В этот проток поступает лимфа с левой половины головы и шеи.

Левый подключичный ствол

Этот проток собирает лимфу от левой руки и груди.

Шейные лимфатические узлы

Эти лимфатические узлы получают лимфу от тканей головы и шеи.

Правый лимфатический проток

Этот проток собирает лимфу от правой руки и правой половины грудной клетки, шеи и головы.

Подмышечные лимфатические узлы

Эта система из 20–30 крупных лимфатических узлов фильтрует лимфу, поступающую от тканей рук и груди.

Грудной лимфатический проток

В этот проток впадают почти все лимфатические протоки.

Селезенка

Это большой лимфатический орган, очищающий кровь от отработанных кровяных клеток, бактерий и инородных веществ. Кроме того, в селезенке В-клеток развивается способность продуцировать антитела.

Кишечный лимфатический ствол

Этот проток принимает лимфу от селезенки, желудка, кишечника, поджелудочной железы и большей части печени.

Поясничный лимфатический ствол

В этот проток стекает лимфа от нижних конечностей, органов таза и близлежащих структур.

Красный костный мозг

В красном костном мозге из стволовых клеток образуются клетки крови, включая В- и Т-клетки.

Подвздошные лимфатические узлы

Эти узлы фильтруют лимфу, поступающую от паховых лимфатических узлов.

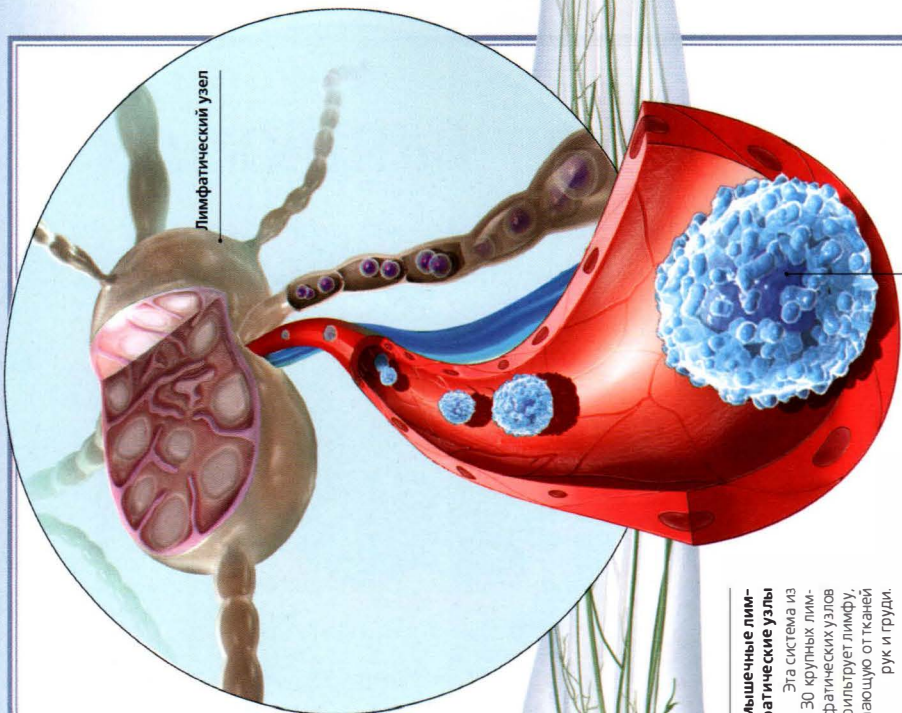
Паховые лимфатические узлы

Здесь фильтруется кровь, пришедшая от половых органов и нижних конечностей.

Фильтры: лимфатические узлы

Лимфатические узлы имеют размер примерно с фасоль. Они расположены вдоль лимфатических сосудов и отвечают за очищение лимфы от микробов и других нежелательных материалов. Лимфа входит в узел, просачивается через него и выходит с другой стороны, снова попадая в лимфатический сосуд. При развитии инфекции, лимфатические узлы, обслуживающие пораженную область, увеличиваются и становятся чувствительными при прикосновении. Т.к. наполняются бактериями и большим количеством лимфоцитов.

Макрофаг



Лимфатический узел

Путь лимфы по телу

Из межклеточного пространства лимфа поступает в лимфатические капилляры. Затем капилляры сливаются в более крупные сосуды и проходят через несколько лимфатических узлов.

Сосуды, несущие очищенную лимфу, объединяются в лимфатические стволы, которые сливаются в лимфатические протоки и затем впадают в крупные вены около сердца.

Лимфатические сосуды

Слепоаканчивающиеся лимфатические капилляры берут свое начало в тканях, располагаясь около кровеносных капилляров и венул. Далее они сливаются с образованием лимфатических сосудов. Эти сосуды имеют клапаны, препятствующие обратному току лимфы. В отличие от кровеносной системы, лимфа по сосудам течет только в одном направлении, к сердцу. Поверхностные лимфатические сосуды обычно пролегают вдоль вен, а глубокие – вдоль артерий.

Лимфатический сосуд

Километры лимфатических сосудов собирают лимфу из лимфатических капилляров.

Подколенные лимфатические узлы

Полость костного мозга таза и кости

РАСПОЗНАВАНИЕ ЧУЖЕРОДНОГО ТЕЛА

Для выполнения своих функций иммунная система должна отличать свои клетки и эндогенные субстанции от чужеродных и потенциально опасных материалов. Лимфоциты могут распознавать особые химические маркеры поверхности клеток. Эти маркеры определяют генетически и позволяют отличить «свое» от «чужого». При развитии аутоиммунных нарушений, иммунная система ошибочно принимает собственные клетки тела за чужеродный материал.



Атаки макрофагов

Макрофаги (синий цвет) окружают и переваривают чужеродное тело. Разрушив патоген, они «подают» антиген другим клеткам иммунной системы, чтобы те его запомнили и быстро узнавали в будущем.

Лимфатический капилляр

Слепоаканчивающийся (глухой) конец лимфатического капилляра

Артериола

Венула

ИММУННЫЕ РЕАКЦИИ

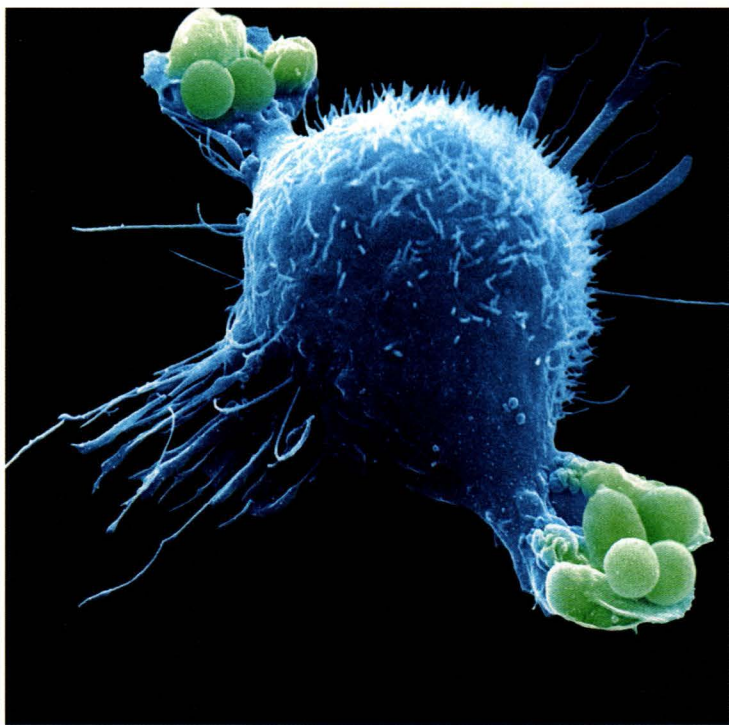


Защитные реакции, называемые иммунитетом, обеспечиваются лимфоцитами. Лимфоциты – это специализированные белые кровяные клетки, входящие в состав лимфатической системы (которая также включает красный костный мозг и тимус). Лимфоциты бывают разных типов. Т- и В-клетки расположены в лимфатических узлах и другой лимфатической ткани.

Т-клетки отвечают за клеточный иммунитет. Они также контролируют работу других клеток, разрушающих чужеродные частицы и аномальные клетки тела. В-клетки отвечают за гуморальный иммунитет: они вырабатывают антитела – защитные белки, противодействующие различным возбудителям, таким как бактерии, вирусы, простейшие и токсины.

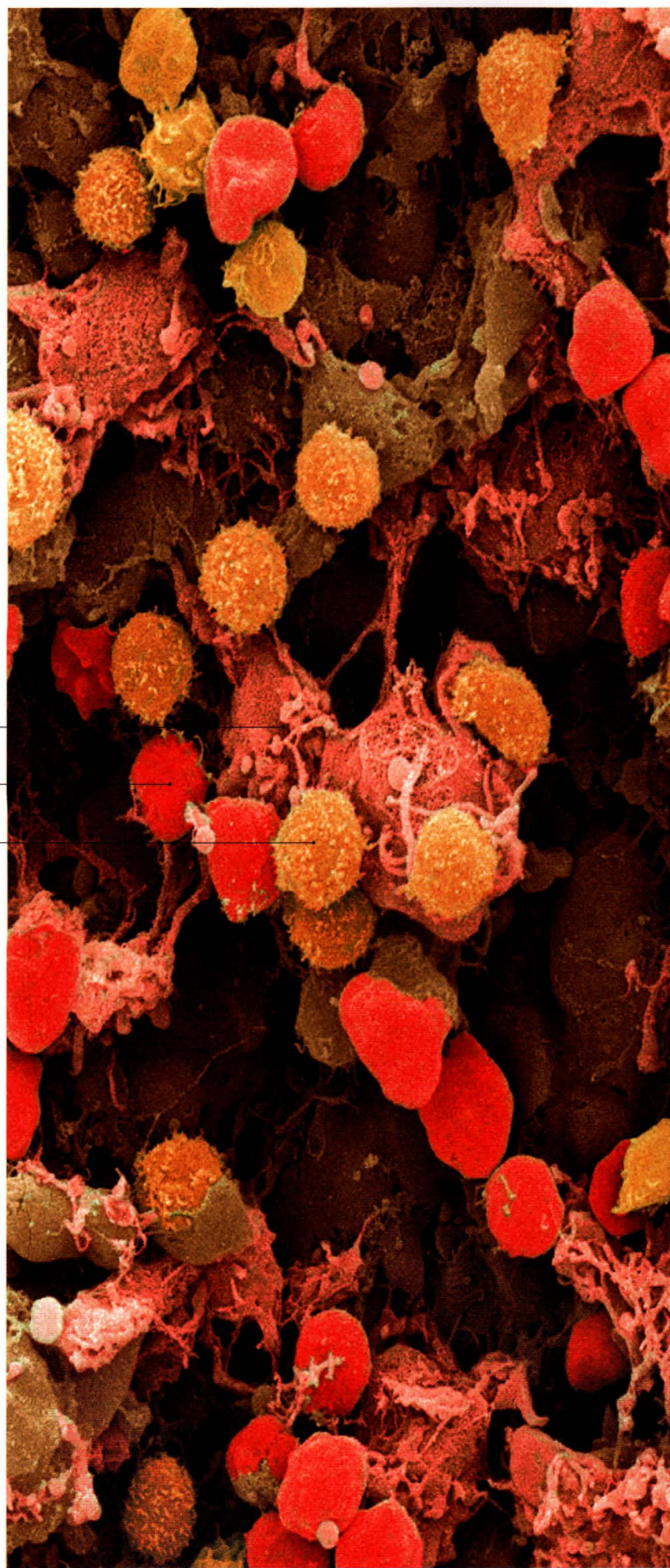
«Свое» и «чужое»

Все клетки тела имеют на поверхности специальные белки (маркеры), которые указывают, что это клетка «своя», т.е. принадлежит данному организму. Клетки и субстанции, не принадлежащие телу, являются чужеродными и имеют антигены – субстанции, которые распознаются иммунной системой и вызывают иммунные реакции. Нормальная работа защитных механизмов зависит от способности лимфоцитов отличить нормальные составляющие тела от чужеродных частиц и злокачественных клеток.



Макрофаги

Макрофаги (синий цвет) и белые кровяные клетки поглощают и разрушают бактерии и других возбудителей. Они также поглощают отмершие клетки и другие остатки органических веществ. Большинство макрофагов функционируют в лимфатических узлах или тканях, выпуская длинные выросты и убирая с их помощью «мусор». В головном мозге имеются специализированные макрофаги, удаляющие ненужный материал.



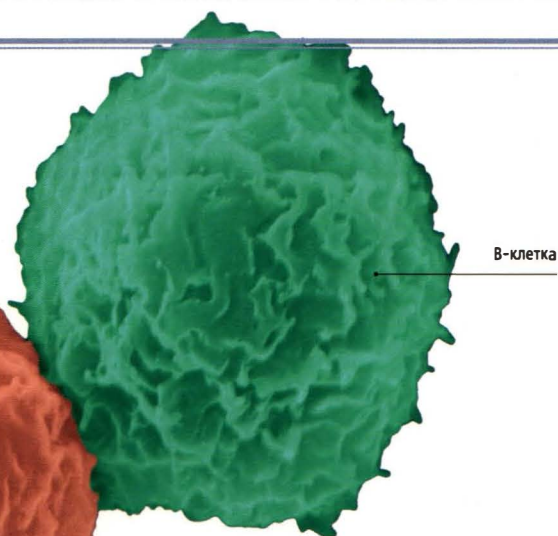
Макрофаг

Красные кровяные клетки

Лимфоциты

Внутри лимфатического узла

Лимфатический узел содержит кластеры белых кровяных клеток, включая лимфоциты и макрофаги. По мере прохождения лимфы эти клетки атакуют и разрушают бактерии и другие антиген-несущие частицы. Лимфатические узлы расположены вдоль лимфатических сосудов в паху, животе, под мышками, на шее и в других местах.

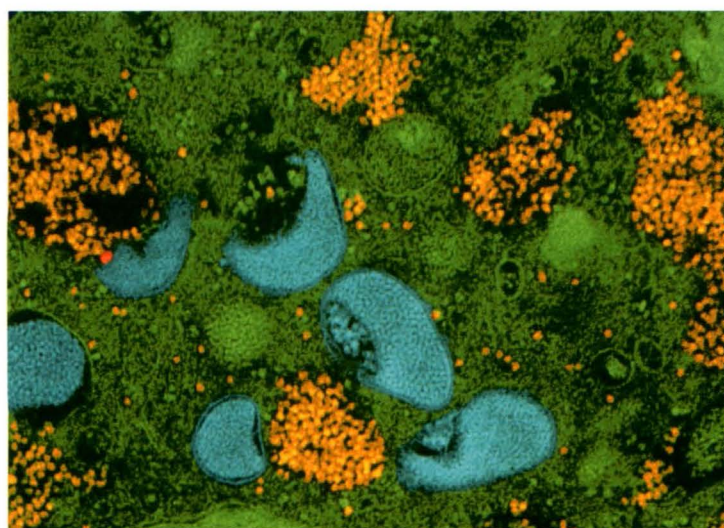


B-клетка

Лимфоциты

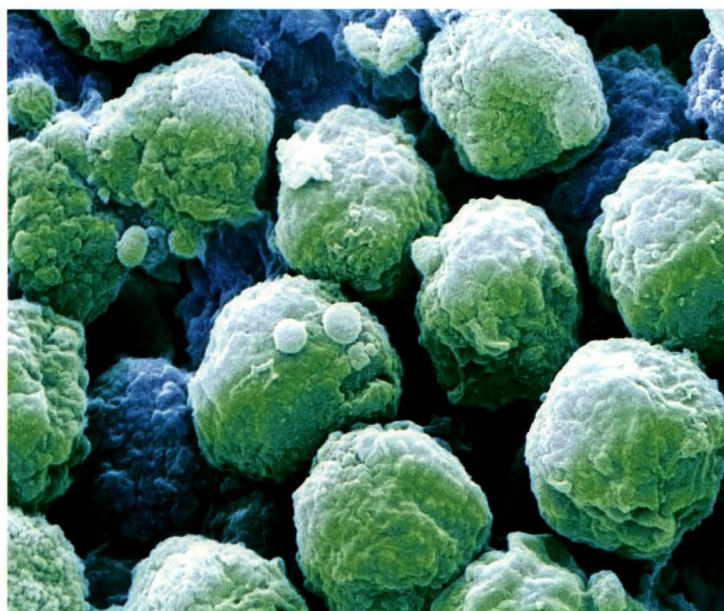
Как и другие белые кровяные клетки, лимфоциты образуются из стволовых клеток в костном мозге. В- и Т-клетки играют важную роль в развитии и поддержании приобретенного иммунитета, направленного против определенных возбудителей. Третий тип лимфоцитов – т.н. «естественные киллеры». Они играют важную роль во врожденном иммунитете, разрушая злокачественные или зараженные вирусом клетки организма.

T-лимфоцит-помощник



Базофилы и эозинофилы

Базофилы – немногочисленные белые кровяные клетки, высвобождающие гистамин и вызывающие воспалительные реакции. Они циркулируют в крови, но функционируют в соединительной ткани. Базофилы имеют гранулы (синий цвет), содержащие гистамин и другие вещества.



Нейтрофилы

Нейтрофилы (зеленый цвет) – самые многочисленные белые кровяные клетки. Как и макрофаги, они являются фагоцитами («клетками-пожирателями»), которые химически разрушают и переваривают чужеродные материалы. Нейтрофилы скапливаются в воспаленной, инфицированной или поврежденной ткани, привлекаемые химическими веществами, высвобождаемыми ранеными клетками.

ВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ

Приобретенный иммунитет, обеспечиваемый Т-клетками и антителами, является мощным средством, но для развития защитных реакций требуется время. Помимо приобретенного, организм имеет врожденный иммунитет – неспецифические и быстро развивающиеся реакции, моментально запускаемые при любом повреждении тканей. Первым защитным механизмом в этом списке является воспаление, мобилизующее компоненты крови и белые кровяные клетки на немедленную атаку. Хотя некоторые аспекты этой реакции вызывают дискомфорт, острое воспаление при повреждении ткани необходимо для последующего заживления. Иначе рана не заживет, и даже самые слабые инфекции будут неконтролируемо развиваться. Не менее важен и врожденный механизм, регулирующий и подавляющий воспалительную реакцию. Неконтролируемое хроническое воспаление является причиной многих болезней, включая ишемическую болезнь сердца.

Усиление кровотока

Когда циркулирующие в крови цитокины запускают воспалительную реакцию, начинается высвобождение защитных веществ, в т.ч. гистамина. Это ведет к расширению мелких кровеносных сосудов и ослаблению связи между клетками сосудистой стенки, в результате чего из сосудов начинает выходить жидкость и разные субстанции. По мере усиления притока крови к пораженной области, к ней поступает все больше белых кровяных клеток, выходящих из сосудов в поврежденную ткань. Здесь защитные клетки, включая нейтрофилы и макрофаги, связывают и разрушают бактерии, поглощая органические остатки.

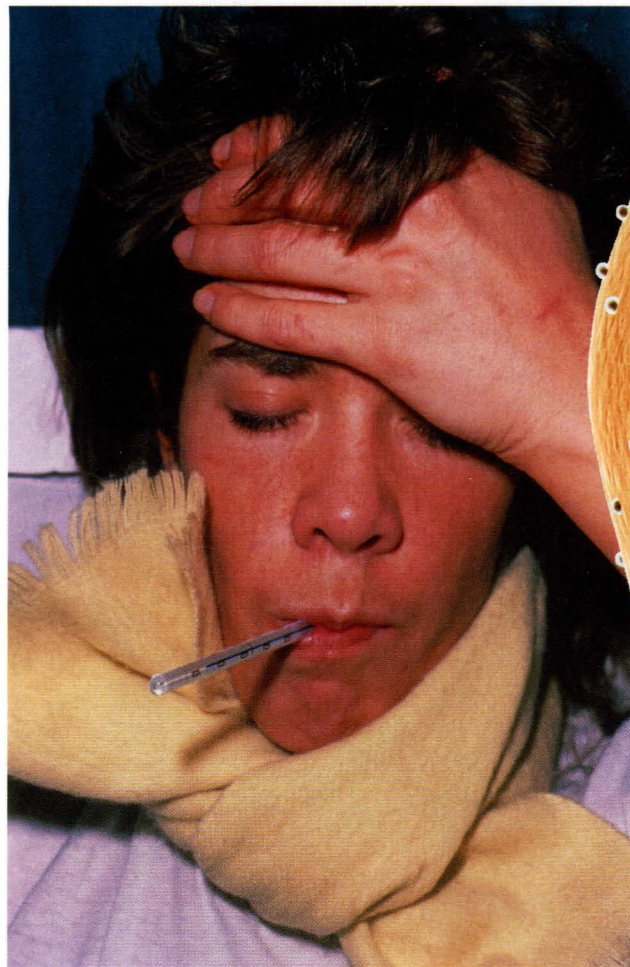


Признаки воспаления

Четыре признака острого воспаления включают покраснение, местное повышение температуры пораженного участка, отек и боль. Эти классические признаки вызваны сосудистыми изменениями. Усиление кровотока окрашивает ткань в красноватый цвет и вызывает местное повышение температуры, а истечение жидкости из сосудов вызывает отек, который, в свою очередь, вызывает боль.

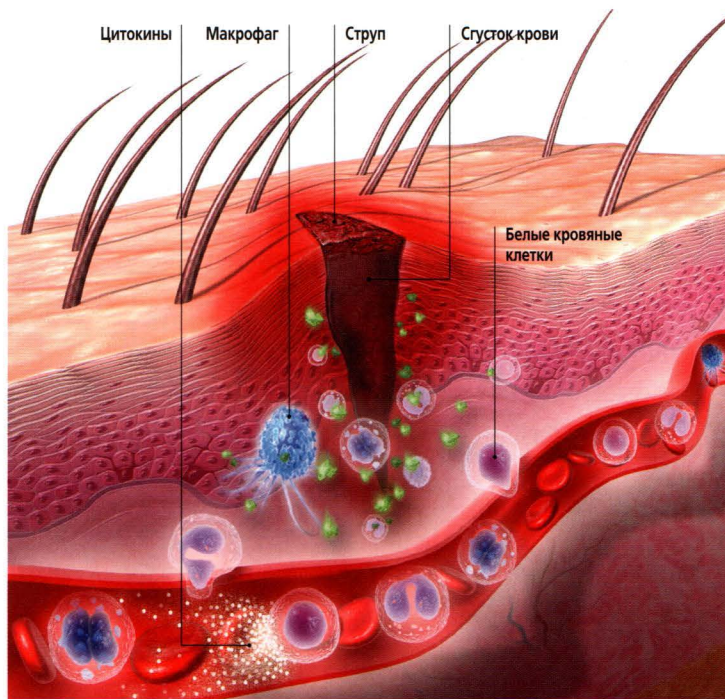
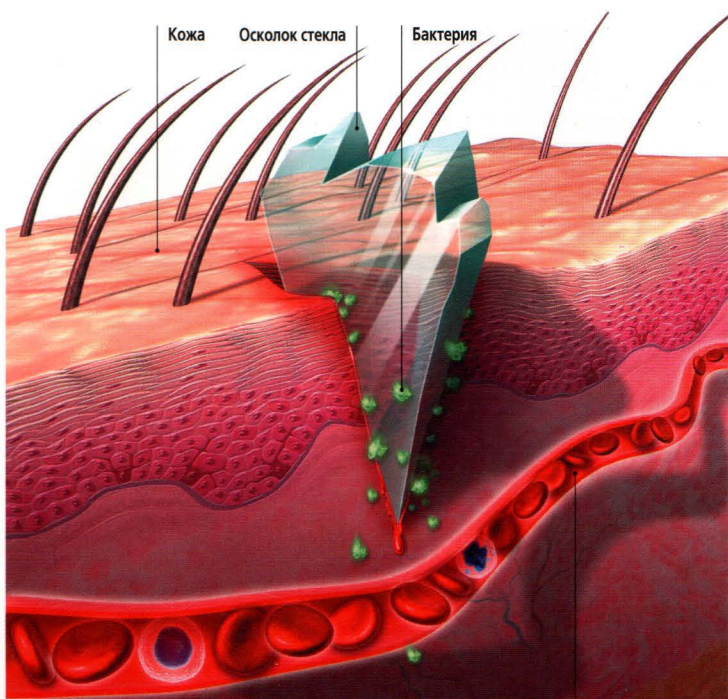
ВРЕД ВОСПАЛЕНИЯ

Воспаление играет важную роль в развитии разных форм артрита и других нарушений. Как показали недавние исследования, хроническое воспаление способствует развитию многочисленных болезней и нарушений, включая формирование атеросклеротических бляшек, закупоривающих коронарные артерии, поражение головного мозга при болезни Альцгеймера и разрушение инсулин-вырабатывающих клеток при диабете 1-го типа. Отдельное внимание уделяют изучению роли жировых отложений (особенно в области живота), т.к. жировые клетки вырабатывают цитокины, запускающие воспалительную реакцию.



Лихорадка

Инфекция может вызывать развитие лихорадки – аномального повышения температуры тела. Лихорадка обусловлена пирогенами – химическими веществами, выделяемыми макрофагами и другими белыми кровяными клетками. Пирогены воздействуют на гипоталамус и заставляют его изменить работу центров терморегуляции головного мозга. Небольшая лихорадка ускоряет процессы регенерации ткани.



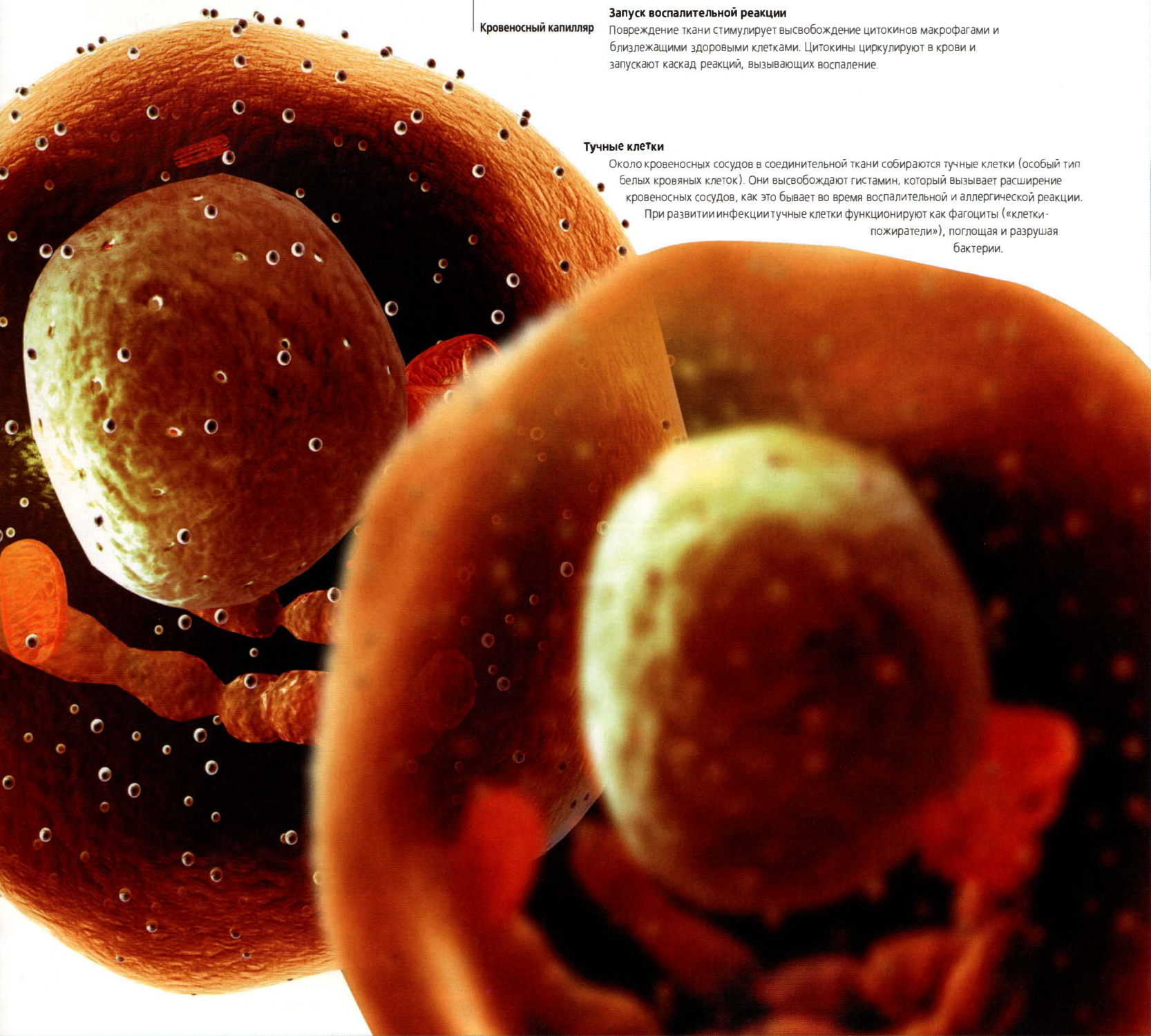
Кровеносный капилляр

Запуск воспалительной реакции

Повреждение ткани стимулирует высвобождение цитокинов макрофагами и близлежащими здоровыми клетками. Цитокины циркулируют в крови и запускают каскад реакций, вызывающих воспаление.

Тучные клетки

Около кровеносных сосудов в соединительной ткани собираются тучные клетки (особый тип белых кровяных клеток). Они высвобождают гистамин, который вызывает расширение кровеносных сосудов, как это бывает во время воспалительной и аллергической реакции. При развитии инфекции тучные клетки функционируют как фагоциты («клетки-пожиратели»), поглощая и разрушая бактерии.



ИММУННЫЙ ОТВЕТ В ДЕЙСТВИИ

Достигнув зрелости, Т- и В-лимфоциты переходят в лимфатические сосуды, селезенку и другие лимфатические органы, где проверяют лимфу на наличие бактерий, вирусов, аномальных или злокачественных клеток и других чужеродных субстанций. Если проникшая бактерия не была уничтожена в процессе воспалительной реакции, активируются Т- и/или В-клетки. Т-клетки-помощники высвобождают цитокины, стимулирующие цитотоксические Т-клетки и естественные киллеры к размножению. В результате появляется армия защитников, нацеленная на разрушение инфицированных клеток. Активированные В-клетки образуют полчища плазматических клеток, продуцирующих антитела – защитные белки, направленные на уничтожение циркулирующих в крови или тканях возбудителей. Армия Т- и В-клеток также включает клетки памяти, остающиеся в крови и способные организовать быструю контратаку при повторном появлении такого же патогена.

Физкультура и иммунитет

Физическая нагрузка укрепляет иммунную систему. В одном исследовании было установлено, что люди, регулярно занимающиеся физкультурой, имеют больше антител к вирусам, вызывающим распространенные респираторные инфекции. Однако слишком интенсивные занятия оказывают противоположный эффект – количество защитных клеток падает.

Паразиты

При паразитарной инфекции эозинофилы (вид белых кровяных клеток) прикрепляются к глистам и выделяют токсичные для них химические вещества. На этом рисунке показана голова анкилостомы, паразитирующей в тонком кишечнике. Взрослый паразит прикрепляется к кишечной стенке и сосет кровь. В тропических регионах анкилостома поражает миллионы человек.



Вирусная атака

Инфицируя клетку, вирус быстро размножается и ее разрушает. Дендритные клетки иммунной системы связывают и «представляют» остатки погибших клеток Т-клеткам в лимфатических узлах или селезенке. Это взаимодействие стимулирует размножение цитотоксических Т-клеток-киллеров, которые поступают в кровь и убивают зараженные данным вирусом клетки тела.

Вирус вводит свою ДНК в клетку



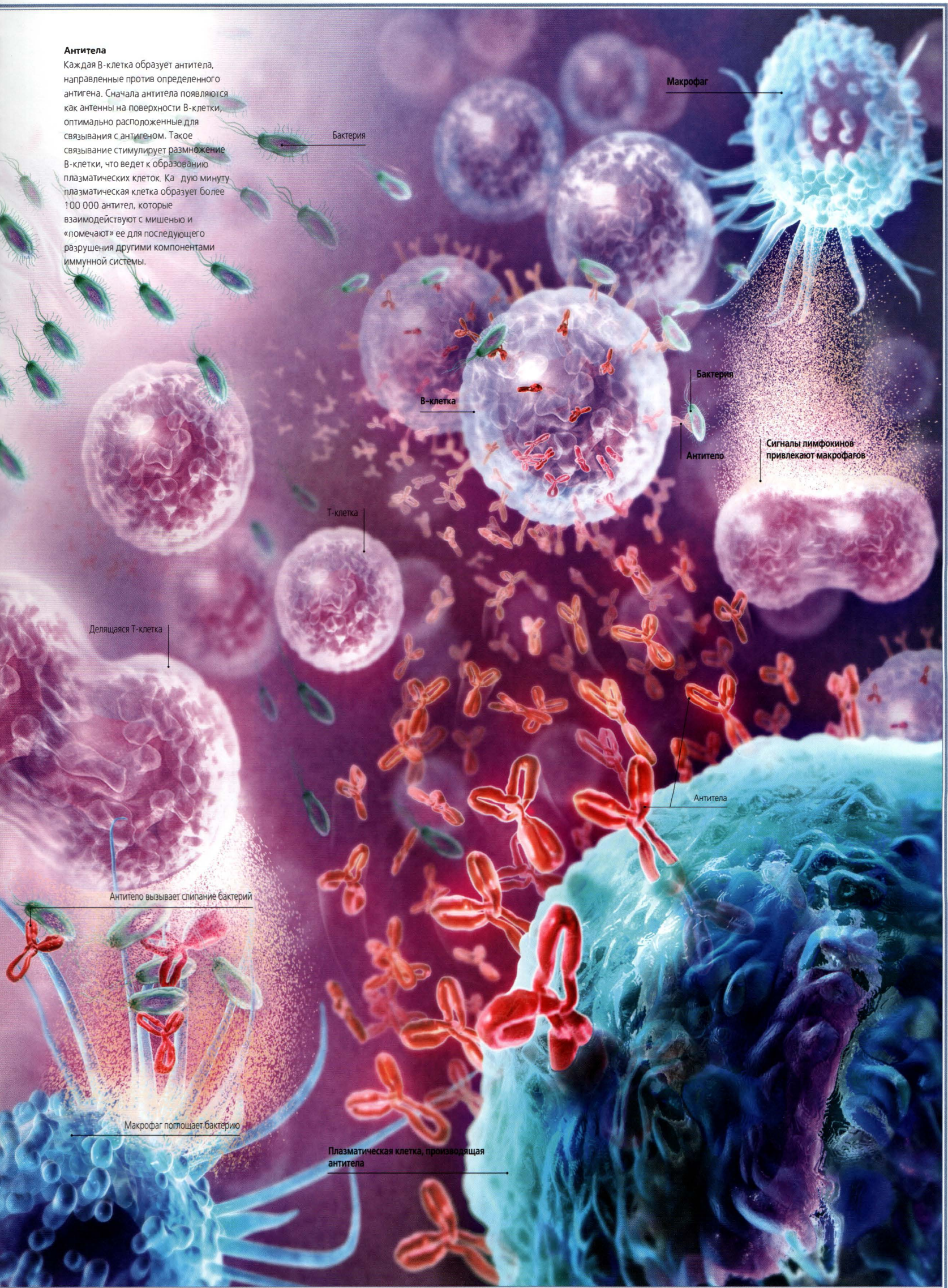
Ветряная оспа

Ветряная оспа – распространенное детское заболевание, вызываемое вирусом ветряной оспы. Сегодня во многих регионах дети получают прививку против этого заболевания. Т.к. вакцинация ведет к появлению Т-клеток памяти, ветрянкой можно переболеть только один раз.



Интерлейкины и интерфероны

Интерлейкины и интерфероны – это белки, участвующие в работе иммунной системы после развития инфекции. Интерлейкины способствуют пролиферации Т- и В-клеток. Интерфероны высвобождаются из убитых вирусом клеток и помогают здоровым клеткам создать химический барьер, препятствующий размножению вируса. Интерфероны синтезируют и в лабораториях для исследовательских и медицинских целей.



Антитела

Каждая В-клетка образует антитела, направленные против определенного антигена. Сначала антитела появляются как антенны на поверхности В-клетки, оптимально расположенные для связывания с антигеном. Такое связывание стимулирует размножение В-клетки, что ведет к образованию плазматических клеток. Каждую минуту плазматическая клетка образует более 100 000 антител, которые взаимодействуют с мишенью и «помечают» ее для последующего разрушения другими компонентами иммунной системы.

Бактерия

Макрофаг

В-клетка

Бактерия

Антитело

Сигналы лимфокинов привлекают макрофагов

Т-клетка

Делящаяся Т-клетка

Антитела

Антитело вызывает слипание бактерий

Макрофаг поглотит бактерию

Плазматическая клетка, производящая антитела

АЛЛЕРГИИ И АЛЛЕРГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ



Иммунная система постоянно проверяет кровь и тканевую жидкость на наличие признаков потенциально опасных инфекций. Но иногда защитные механизмы могут давать сбой, вызывая реакции гиперчувствительности, известные как аллергии. Аллергические реакции – это иммунные ответы, запущенные против безвредных субстанций – частиц или веществ, содержащихся в воздухе или пище. Разные раздражители, такие как живущие повсюду пылевые клещи, пыльца растений, споры плесени и перхоть животных могут вызывать аллергический ринит – истечения из носа и зуд в глазах. Физиологические последствия аллергических реакций различаются у разных людей, и симптомы варьируют от легкого нарушения пищеварения, сыпи и крапивницы или свистящего дыхания до крайне опасного анафилактического шока.



Ангионевротический отек (отек Квинке)

Ангионевротический отек характеризуется развитием похожего на крапивницу отека глубоко под кожей. Хотя обычно симптомы быстро проходят, они вызывают дискомфорт, одутловатость и ощущение сдавленности. Ангионевротический отек может развиваться где угодно, включая рот и горло. При отеке тканей в области верхних дыхательных путей необходима срочная медицинская помощь.

Аллергический ринит (сенная лихорадка)

Аллергический ринит – это аллергическая реакция на пыльцу растений или другие субстанции с развитием симптомов в области носовых ходов и глаз. При развитии сенсибилизации к аллергену В-клетки вырабатывают антитела IgE. При повторном воздействии антигена эти антитела активируют тучные клетки, которые, в свою очередь, вызывают симптомы ринита – чихание, конгестию, обильное выделение слизи в носовых ходах, слезотечение и зуд в глазах.

АНАФИЛАКСИЯ

Анафилаксия – тяжелая и опасная для жизни аллергическая реакция. Она возникает в тех случаях, когда аллергены запускают массивное высвобождение гистамина и других медиаторов воспаления. Это может привести к остановке сердца. Для подавления анафилактической реакции достаточно одной инъекции эпинефрина. Девочка на рисунке носит устройство для самостоятельной инъекции.



Моллюски





Пылевые клещи



Крапивница

Крапивница

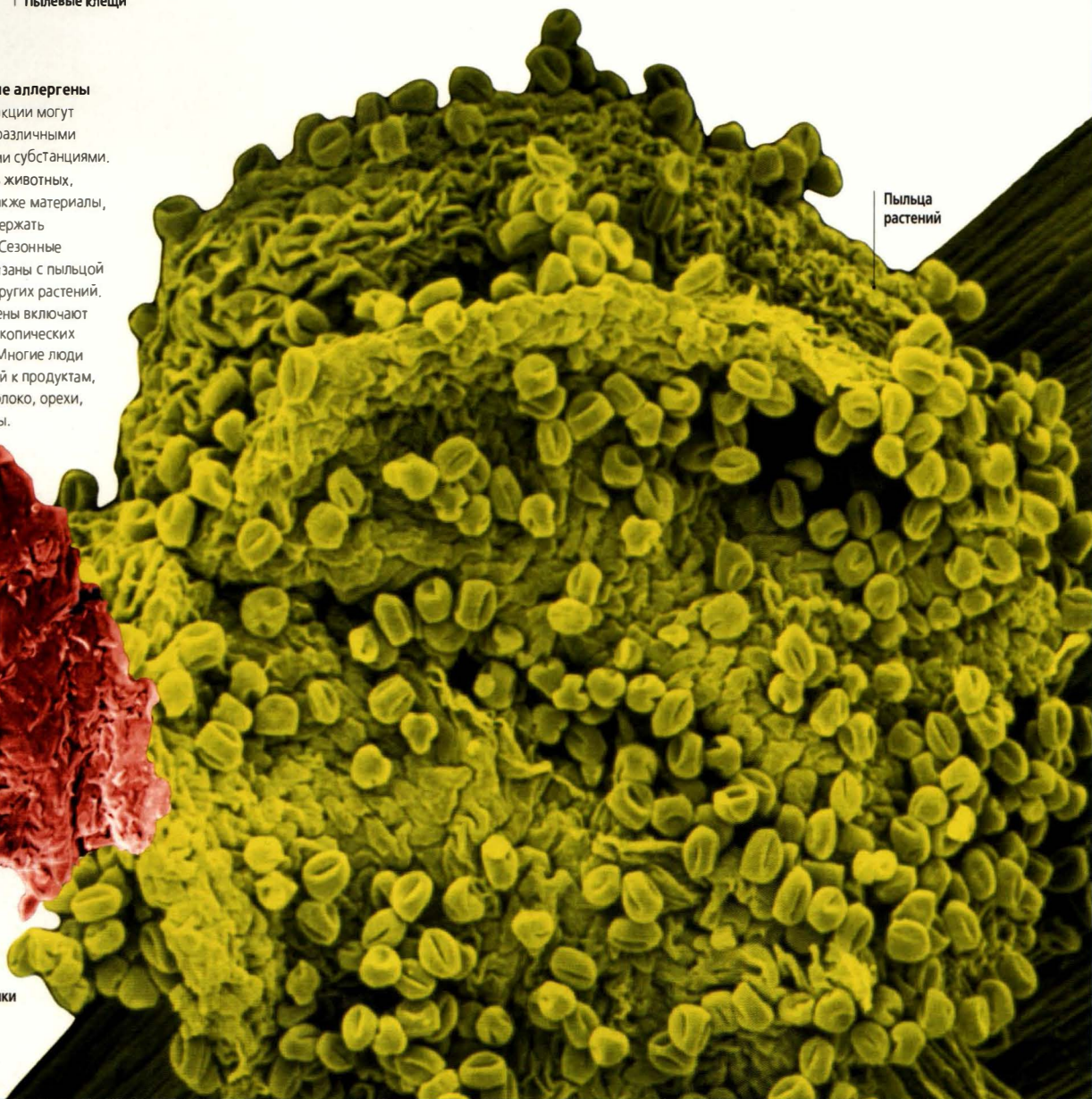
Кожные высыпания, называемые крапивницей, могут появляться в течение нескольких минут после контакта с аллергеном. Крапивница часто развивается при аллергических реакциях на продукты, яд насекомых или лекарства, например, антибиотики пенициллинового ряда. Крапивница может иметь вид отдельных пятен или обширных поражений и может возникать где угодно на коже или во рту. Высыпания сопровождаются воспалительной реакцией, вызываемой изменениями капилляров под действием гистамина. В зависимости от ситуации, симптомы могут сохраняться в течение минут, дней или недель.

Распространенные аллергены

Аллергические реакции могут провоцироваться различными распространенными субстанциями. Среди них перхоть животных, шерсть, перья, а также материалы, которые могут содержать отмершие клетки. Сезонные аллергии часто связаны с пылью деревьев, трав и других растений. Домашние аллергены включают выделения микроскопических пылевых клещей. Многие люди страдают аллергией к продуктам, таким как яйца, молоко, орехи, клубника и устрицы.



Перхоть кошки



Пыльца растений

ДРУГИЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ



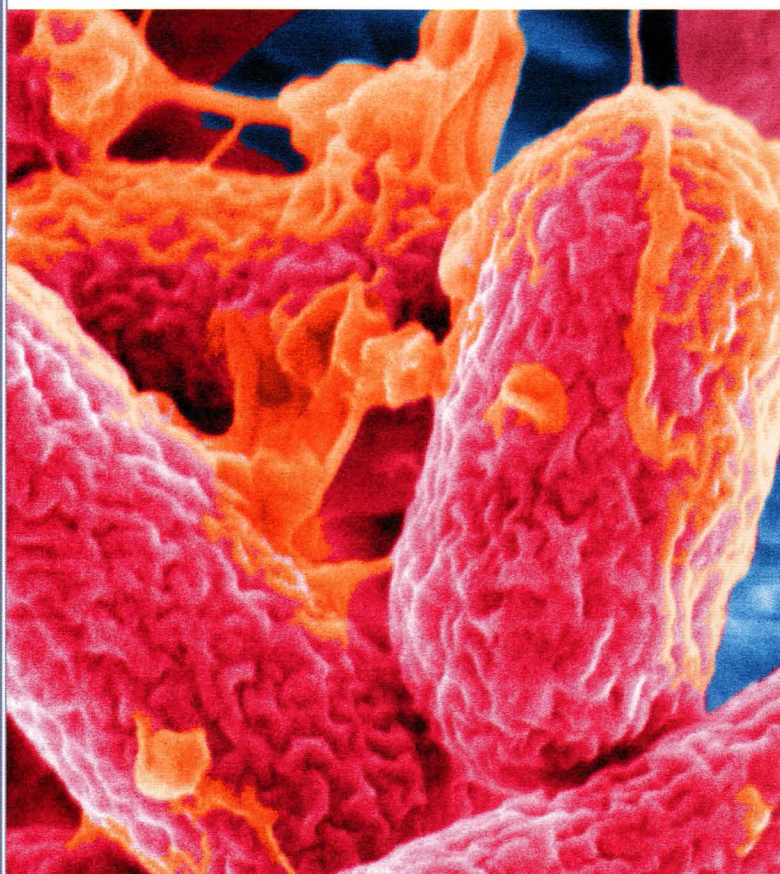
Защитные механизмы делятся на сложные и глубокие, известные в основном иммунологам, и более заметные, знакомые широкой общественности.

К первым относятся 20 белков, образующих «систему комплемента», функцией которой является усиление других защитных реакций. Эти белки циркулируют в крови, убивают встречающихся бактерий и оставляют химический след, ведущий белые кровяные клетки к местам повреждений.

Поверхность тела имеет хорошо заметную защиту от инфекций: кожу и слизистые оболочки, выстилающие полости тела (пищеварительный тракт, дыхательные пути и мочеполовое отверстие). Моча, вагинальный секрет, слезы и слюна содержат защитные субстанции, а многочисленные безопасные бактерии, в норме населяющие кишечник, подавляют размножение потенциально опасных возбудителей. Вместе эти структуры и механизмы обеспечивают удивительно эффективную биологическую защиту.

«Плюсы и минусы» бактерий

На рисунке розовым цветом показаны бактерии *E. coli*, в норме обитающие в кишечнике и производящие витамин К, необходимый для свертывания крови. Но в некоторых случаях *E. coli* вызывает болезни.



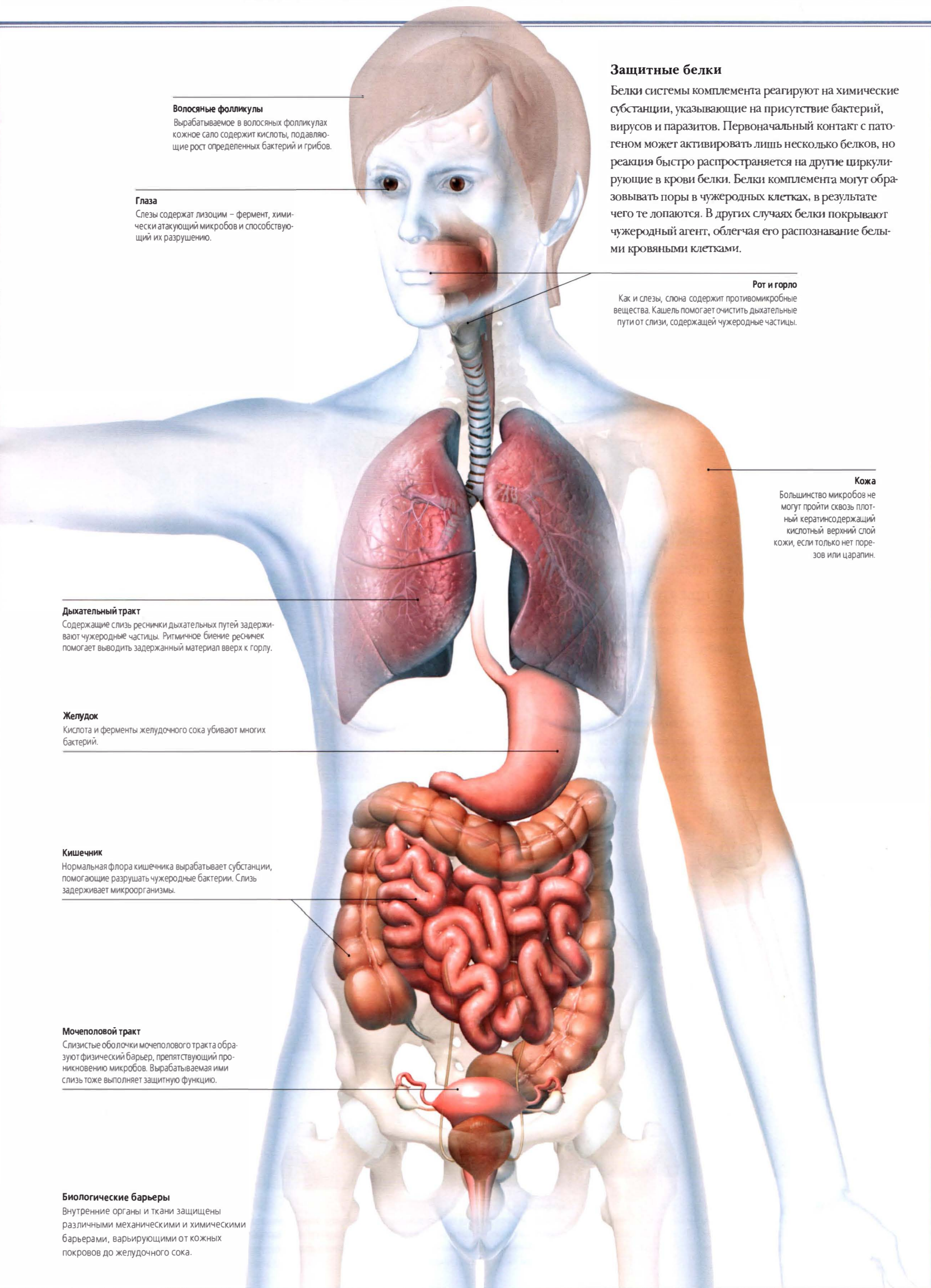
Помощь иммунитету

Антибиотики не могут убить вирусы, но они спасли бесчисленное количество жизней, помогая иммунной системе убивать бактерии, грибы и паразиты. К сожалению, неправильное использование антибиотиков привело к появлению устойчивых к ним микробов.

СМЫТЬ НЕПРИЯТЕЛЯ

Слезы содержат противомикробные субстанции, такие как лизоцим, защищающие наружную поверхность глазных яблок. Моча (как и желудочный сок) имеет высокую кислотность, что неблагоприятно для большинства микробов. При мочеиспускании моча физически смывает микробов из мочевыводящих путей. Таким же образом диарея помогает удалить микробов из кишечника, поэтому врачи рекомендуют не подавлять легкую диарею, а ждать, когда она пройдет самостоятельно.





Волосные фолликулы

Вырабатываемое в волосных фолликулах кожное сало содержит кислоты, подавляющие рост определенных бактерий и грибов.

Глаза

Слезы содержат лизоцим – фермент, химически атакующий микробов и способствующий их разрушению.

Защитные белки

Белки системы комплемента реагируют на химические субстанции, указывающие на присутствие бактерий, вирусов и паразитов. Первоначальный контакт с патогеном может активировать лишь несколько белков, но реакция быстро распространяется на другие циркулирующие в крови белки. Белки комплемента могут образовывать поры в чужеродных клетках, в результате чего те лопаются. В других случаях белки покрывают чужеродный агент, облегчая его распознавание белыми кровяными клетками.

Рот и горло

Как и слезы, слюна содержит противомикробные вещества. Кашель помогает очистить дыхательные пути от слизи, содержащей чужеродные частицы.

Кожа

Большинство микробов не могут пройти сквозь плотный кератинсодержащий кислотный верхний слой кожи, если только нет порезов или царапин.

Дыхательный тракт

Содержащие слизь реснички дыхательных путей задерживают чужеродные частицы. Ритмичное биение ресничек помогает выводить задержанный материал вверх к горлу.

Желудок

Кислота и ферменты желудочного сока убивают многих бактерий.

Кишечник

Нормальная флора кишечника вырабатывает субстанции, помогающие разрушать чужеродные бактерии. Слизь задерживает микроорганизмы.

Мочеполовой тракт

Слизистые оболочки мочеполового тракта образуют физический барьер, препятствующий проникновению микробов. Вырабатываемая ими слизь тоже выполняет защитную функцию.

Биологические барьеры

Внутренние органы и ткани защищены различными механическими и химическими барьерами, варьирующими от кожных покровов до желудочного сока.

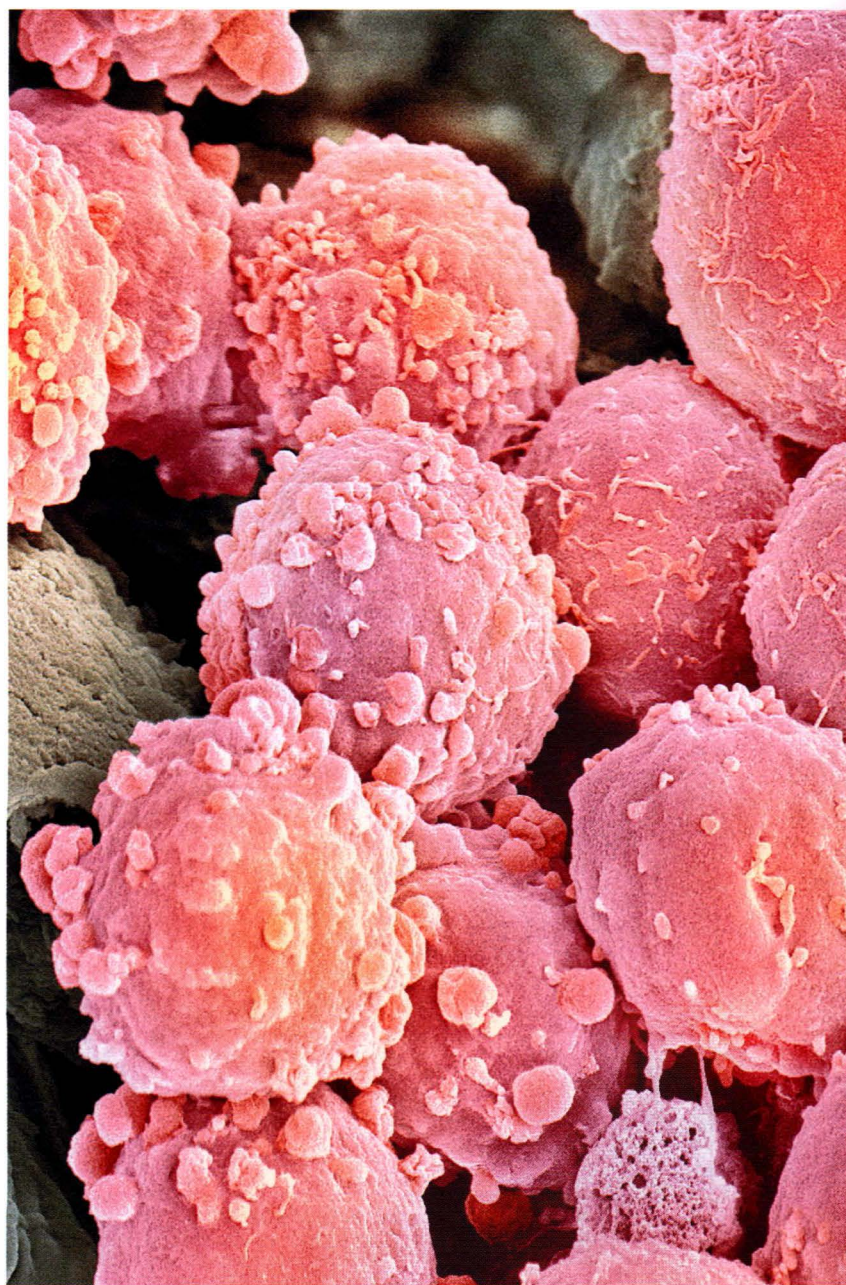
ЗАБОЛЕВАНИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Инфекции, злокачественные новообразования и нарушения работы иммунных механизмов лежат в основе большого количества тяжелых и плохо поддающихся лечению заболеваний. У молодых людей весьма распространен мононуклеоз – болезнь, вызываемая вирусом Эпштейна–Барра, который поражает В-клетки. Это длительное заболевание, часто продолжающееся более месяца. Болезнь Ходжкина – редкая форма злокачественного новообразования лимфатических узлов, обычно поддающаяся лечению.

Неходжкинская лимфома намного опаснее, при этом злокачественные лимфоциты проникают во многие части лимфатической системы. При аутоиммунных заболеваниях защитные механизмы атакуют собственные ткани организма. Для облегчения симптомов аутоиммунных нарушений назначают препараты, подавляющие иммунную систему, включая лекарства на основе стероидов, но при этом возрастает риск инфекций.

Аутоиммунные нарушения

При аутоиммунных заболеваниях Т-клетки, антитела В-клеток или воспалительные реакции (или все вместе) вызывают повреждение или разрушение здоровых тканей. Среди распространенных аутоиммунных нарушений диффузный токсический зоб и ревматоидный артрит.



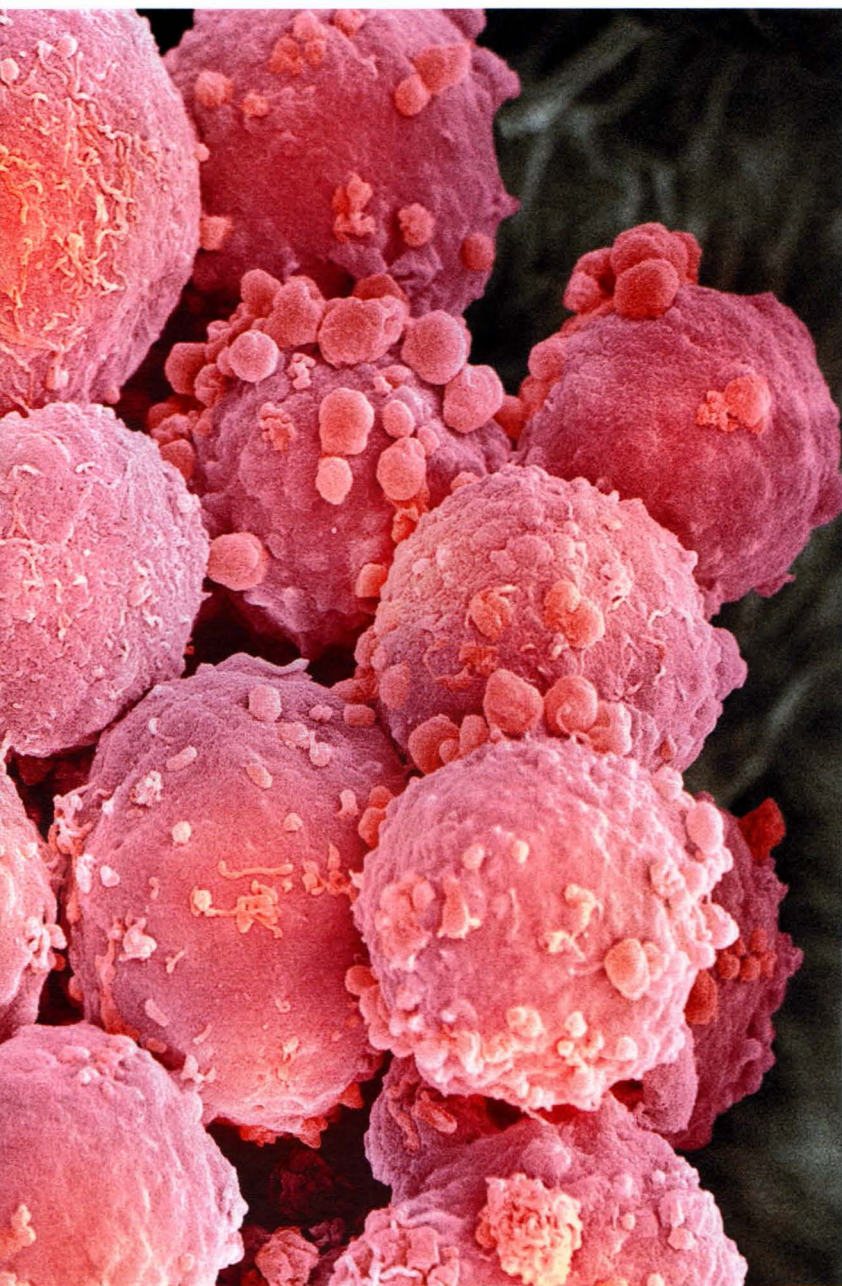
Филяриатоз

Филяриатоз – заражение червями-паразитами (филяриями), передаваемыми через укусы комаров. Филярии вызывают воспаление и закупорку лимфатических протоков в конечностях и других частях тела, в результате чего в ткани (чаще в ногах) скапливается жидкость.



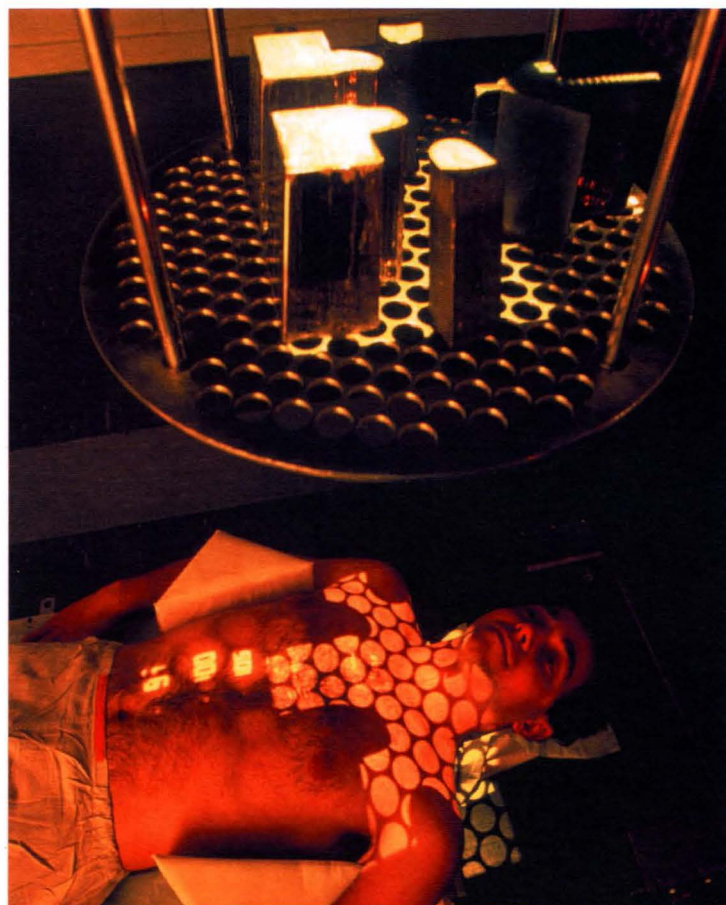
Саркоидоз

Саркоидоз характеризуется воспалительным повреждением ткани. Обычно заболевание начинается в легких, но затем может распространяться по всему телу. Хорошо заметным симптомом является появление красных узелков. В настоящее время лечения не существует, но заболевание часто проходит самостоятельно.



Лимфомы

Злокачественное новообразование, называемое неходжкинской лимфомой, намного опаснее болезни Ходжкина и может поражать В-клетки (как показано выше) или Т-клетки. Ранние симптомы похожи на симптомы болезни Ходжкина или тяжелого гриппа. Для лечения используют химиотерапию и лучевую терапию.

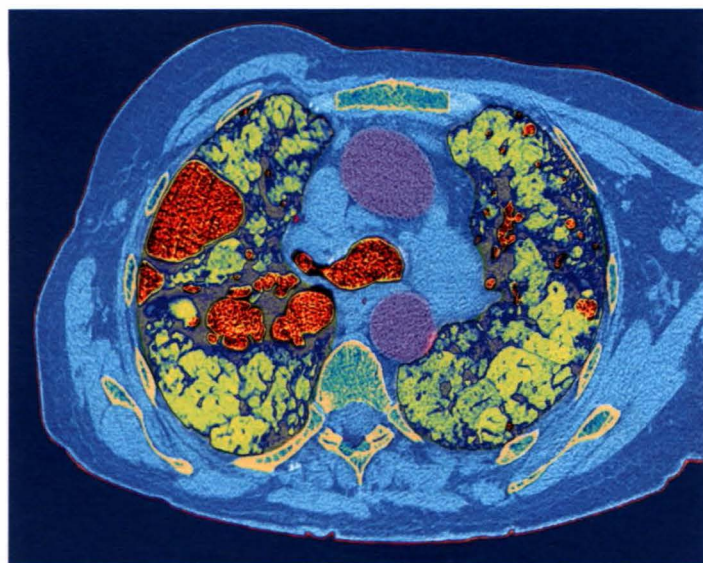


Болезнь Ходжкина

Это злокачественное перерождение В-клеток. Первым симптомом может быть увеличение лимфатических узлов. При отсутствии лечения новообразование часто распространяется. Этот пациент проходит лучевую терапию, которую обычно назначают на ранних стадиях заболевания.

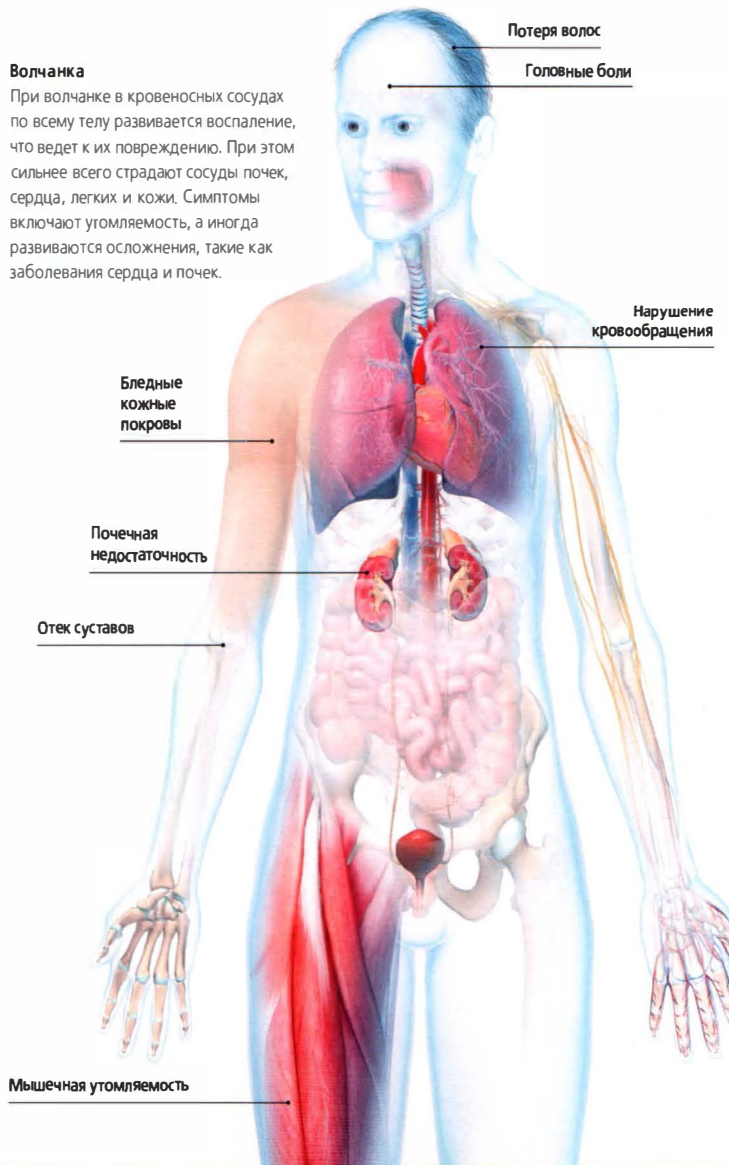
Волчанка

При волчанке в кровеносных сосудах по всему телу развивается воспаление, что ведет к их повреждению. При этом сильнее всего страдают сосуды почек, сердца, легких и кожи. Симптомы включают утомляемость, а иногда развиваются осложнения, такие как заболевания сердца и почек.



Фиброз легких

На этом изображении, полученном при компьютерной томографии, оранжевым цветом обозначены области, где в результате воспаления в альвеолах (крошечных воздушных мешочках, желтый цвет) образовалась рубцовая ткань. В результате развивается фиброз легких – неизлечимое заболевание, приводящее к смерти.



ИММУНОДЕФИЦИТ

Иммунодефицит – это врожденное или приобретенное ослабление или нарушение функций иммунной системы, утрачивающей способность должным образом защищать организм от микроорганизмов и аномальных клеток. Самым известным приобретенным иммунодефицитом является СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита), возбудителем которого является вирус иммунодефицита человека (ВИЧ). Эпидемия ВИЧ подхлестнула развертывание образовательных и исследовательских программ, направленных на поиск эффективной вакцины. Благодаря этому появились лекарства, позволяющие пациентам жить относительно нормальной жизнью в течение многих лет. Хорошо известный врожденный иммунодефицит – тяжелый комбинированный иммунодефицит (ТКИ). Этим термином обозначают группу из нескольких генетических нарушений, вызывающих у больных детей резкое падение численности Т- и В-клеток, в результате чего даже легкие инфекции могут представлять угрозу для жизни.

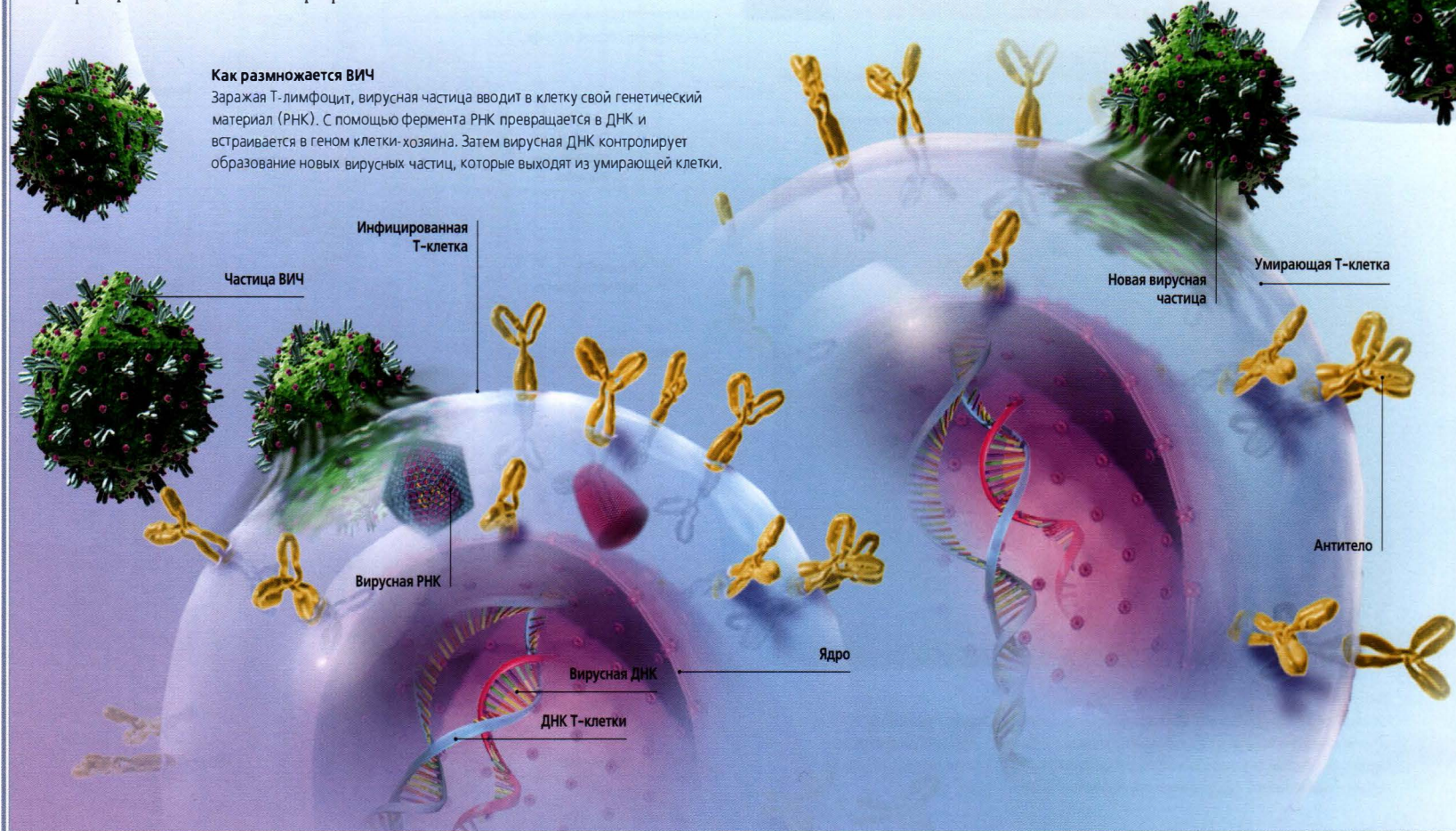
Распространение ВИЧ

С тех пор, как ВИЧ/СПИД был впервые описан в начале 1980-х, он унес миллионы жизней, и сегодня поражает десятки миллионов человек в год. В большинстве случаев ВИЧ передается через половой контакт или использование зараженных игл наркоманами. Пока нет безопасной и эффективной вакцины, единственный способ остановить распространение ВИЧ – это профилактика.



ТКИ

Раньше дети с ТКИ должны были оставаться в стерильных камерах, чтобы избежать инфекции. Сегодня стало возможным восстановить иммунную систему некоторых пациентов с помощью пересадки костного мозга. Детям, страдающим ТКИ с дефицитом фермента аденозиндезаминазы, с успехом проводят генную терапию.



Как размножается ВИЧ

Заражая Т-лимфоцит, вирусная частица вводит в клетку свой генетический материал (РНК). С помощью фермента РНК превращается в ДНК и встраивается в геном клетки-хозяина. Затем вирусная ДНК контролирует образование новых вирусных частиц, которые выходят из умирающей клетки.

Частица ВИЧ

Инфицированная Т-клетка

Вирусная РНК

ДНК Т-клетки

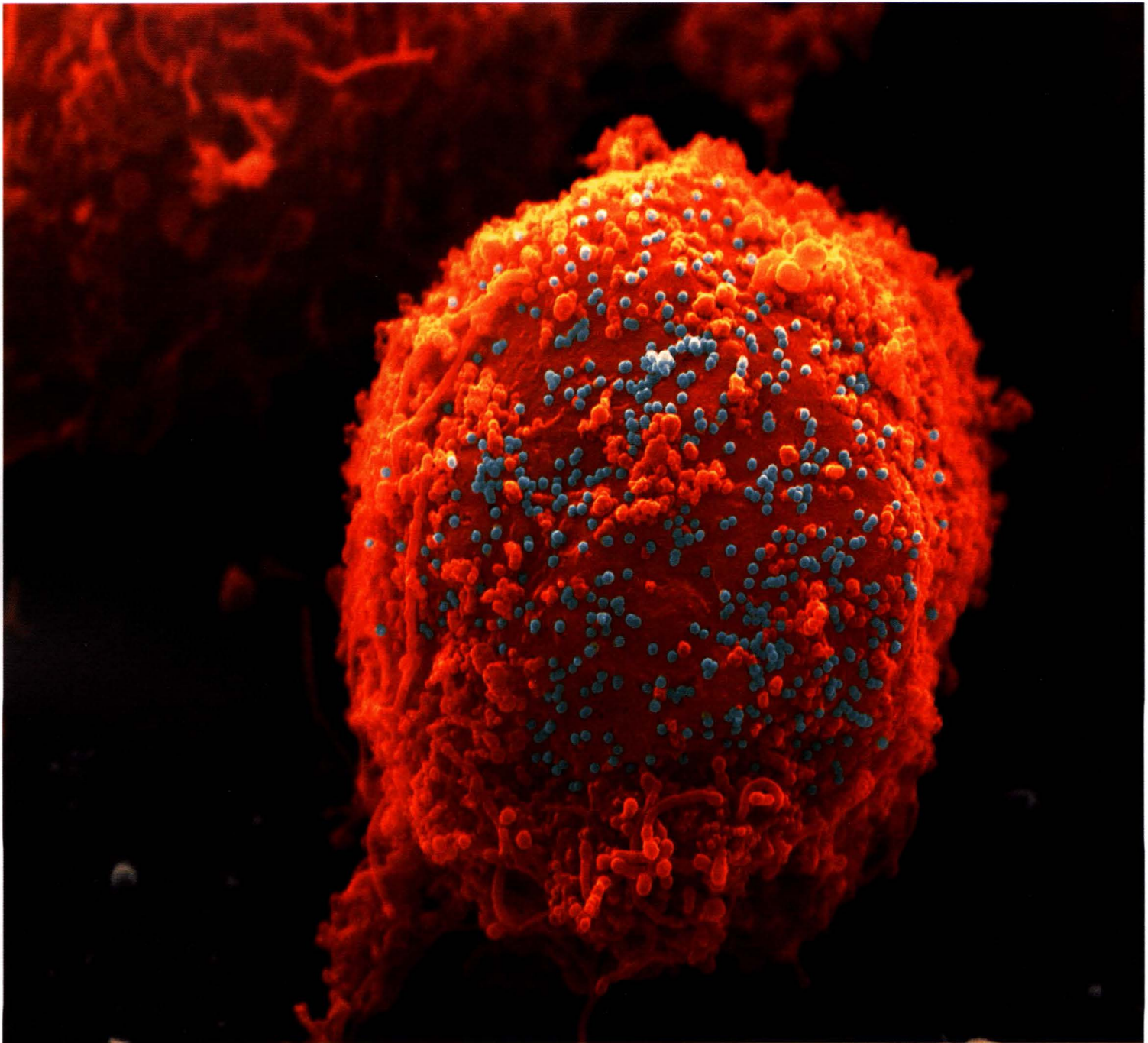
Вирусная ДНК

Ядро

Новая вирусная частица

Умирающая Т-клетка

Антитело



Инфицированная клетка

На этом рисунке частицы ВИЧ имеют вид синих крупинок на поверхности Т-клетки человека. Вирусные частицы выходят из зараженной клетки, проникают в лимфатические узлы и кровеносную систему и заражают другие клетки.



Химиотерапия

Химиотерапия значительно подавляет работу иммунной системы. Применяемые сильные препараты направлены на злокачественные клетки, но они убивают и другие делящиеся клетки, включая стволовые клетки костного мозга, из которых образуются лимфоциты, необходимые для нормальной работы иммунной системы.

**СПИД
В РАЗНЫХ
СТРАНАХ**

Во многих густонаселенных странах заболеваемость ВИЧ снижается, и благодаря появлению новых лекарств пациенты живут дольше. Но согласно оценкам, 60–70% всех случаев заражения ВИЧ/СПИД приходится на африканские районы к югу от Сахары, где ощущается недостаток лекарств и средств профилактики. Во всем мире отмечается рост заболеваемости среди женщин и детей.



ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ОРГАНОВ



При серьезном поражении важных органов (сердца, почек, легких или печени) единственным способом сохранить жизнь может быть трансплантация. Если в результате болезни или травмы повреждаются такие ткани, как роговица, костный мозг, сухожилия, сердечные клапаны, кости или большие области кожи, трансплантация может значительно улучшить качество жизни пациента. Но, кроме случаев пересадки роговицы, иммунная система отторгает чужой орган, и врачам приходится с этим бороться. Чтобы добиться успеха, может потребоваться пожизненный прием иммунодепрессантов, подавляющих отторжение трансплантата. Когда-то пересадка органа было рискованной процедурой, но сегодня трансплантология невероятно продвинулась вперед.

Трансплантаты и иммунные реакции

Отторжение трансплантата связано с тем, что Т-клетки, макрофаги и В-клетки реагируют на идентификационные белки-маркеры ГКГС донорских клеток как на антигены и атакуют их, стремясь уничтожить чужеродную ткань. В большинстве случаев пересаживаемые органы или ткани являются аллогенными (аллотрансплантатами), т.е. их пересаживают от одного человека другому. При пересаживании ткани от одного вида животных другому трансплантаты называют ксенотрансплантатами. Аллотрансплантаты подбирают в соответствии с группой крови и маркерами пациента. Обычно лучшими донорами являются близкие родственники.

ПЕРЕДНИЙ РУБЕЖ ТРАНСПЛАНТОЛОГИИ

Современные методы микрохирургии, тесты на совместимость тканей (вроде показанного на рисунке), простые анализы крови на угрозу отторжения и послеоперационная терапия открывают новые перспективы для пересадки органов и тканей. Все чаще с успехом производят пересадку сразу нескольких органов, например, сердце-легкие-печень или сердце-печень-почки. Разработана новая процедура множественной пересадки органов от умерших доноров, при этом оставшиеся парные органы пересаживают другим пациентам. В 2005 г. была произведена первая операция по частичной трансплантации лица, благодаря чему женщине восстановили нос, щеки и губы.

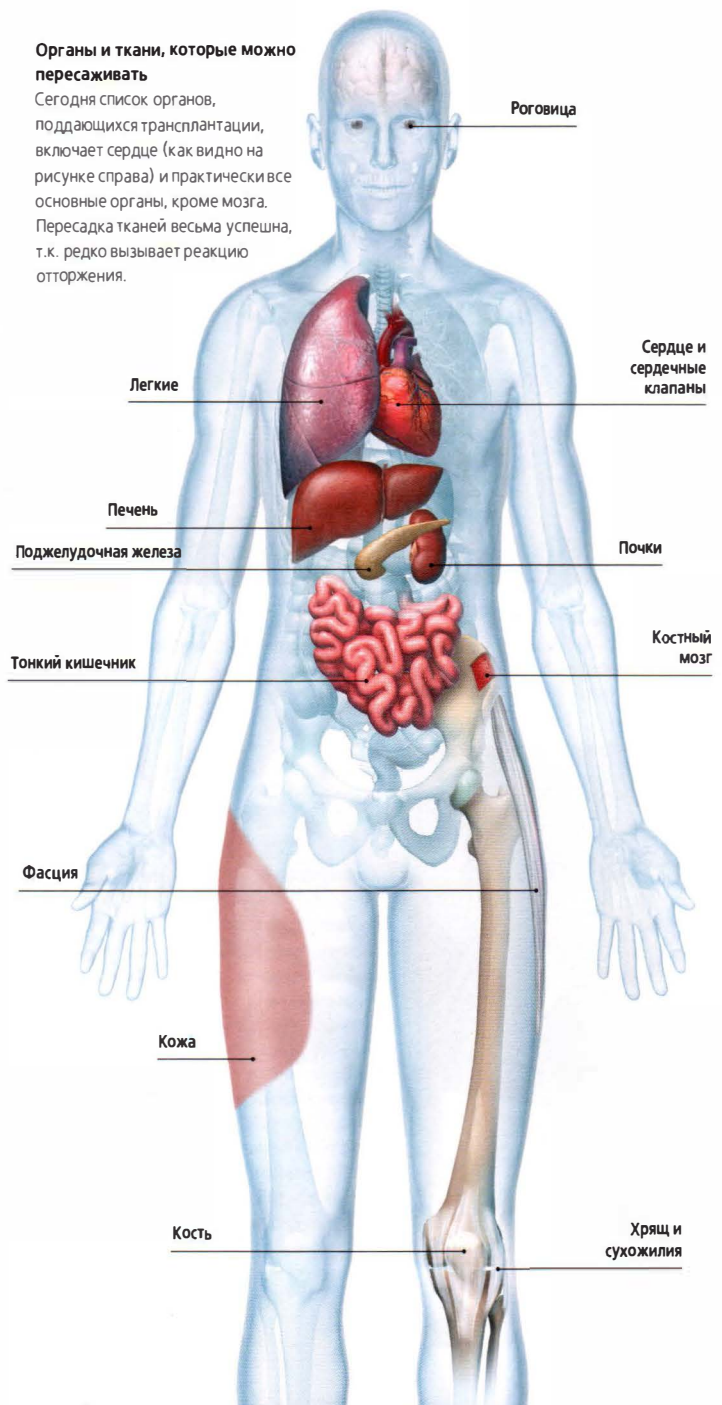


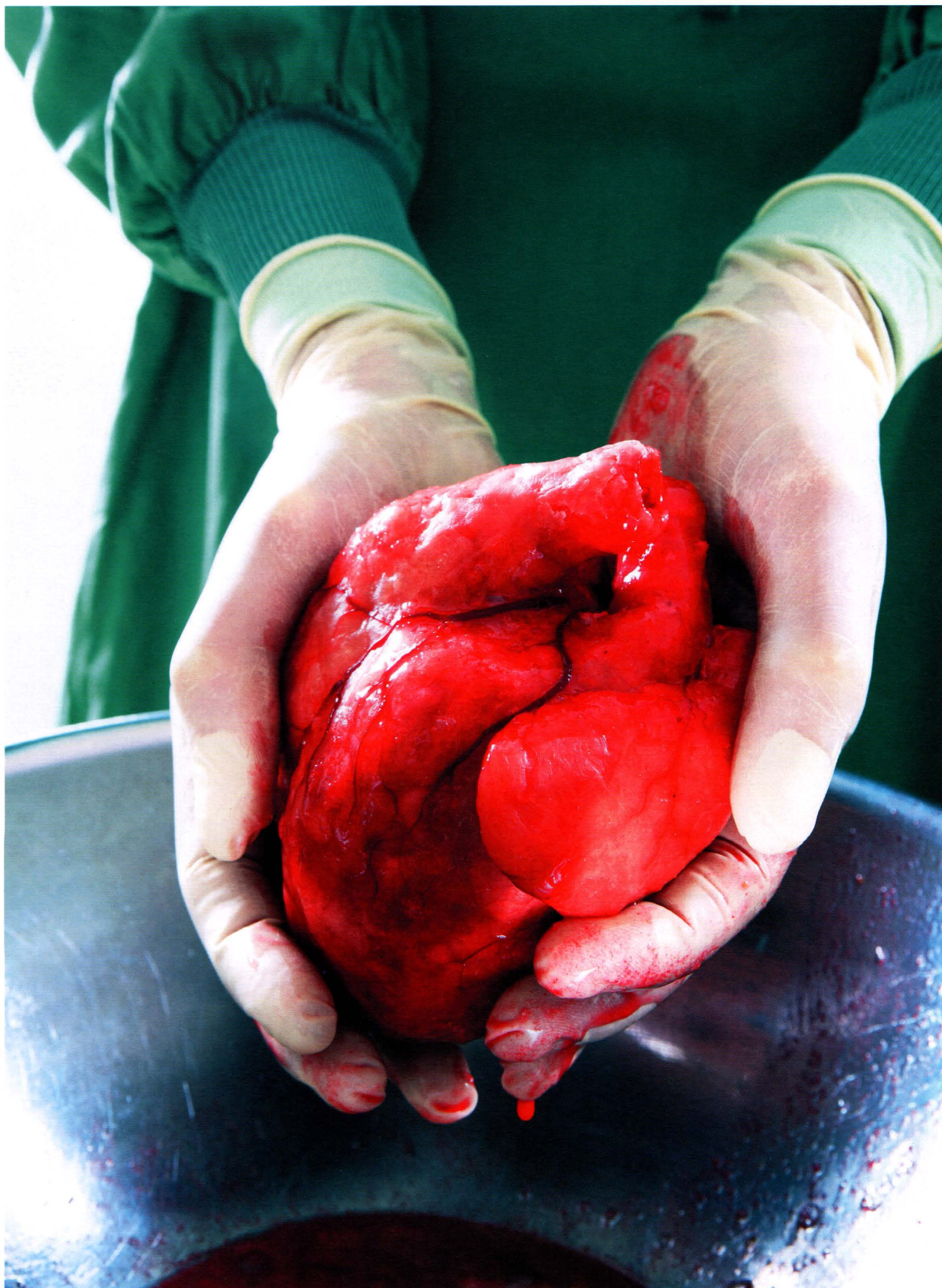
Борьба с отторжением

После пересадки органа необходим прием препаратов, подавляющих отторжение трансплантата. Периодически проводят тесты на признаки отторжения. Может потребоваться биопсия для проверки состояния нового органа.

Органы и ткани, которые можно пересаживать

Сегодня список органов, поддающихся трансплантации, включает сердце (как видно на рисунке справа) и практически все основные органы, кроме мозга. Пересадка тканей весьма успешна, т.к. редко вызывает реакцию отторжения.





Пересадка органов

Для трансплантации необходимо выбирать максимально совместимые органы от живых или умерших доноров с учетом группы крови, возраста и веса. Операции по забору и пересадке органа точно согласовывают во времени, чтобы минимизировать разрушение донорского органа.

ИММУНИЗАЦИЯ И ИММУНОТЕРАПИЯ

Естественный иммунитет развивается при первом контакте с патогеном, в результате чего В-клетки вырабатывают антитела и клетки памяти. Этот так называемый «первичный ответ» часто сопровождается развитием болезни. Иммунизация тоже обеспечивает приобретенный иммунитет, но при этом в организм вводят убитый или ослабленный патоген, вызывающий легкие или незаметные симптомы и также запускающий формирование клеток памяти.



Хотя иммунизация сопряжена с определенными рисками, она защищает сотни миллионов человек от когда-то распространенных детских заболеваний, таких как корь, полиомиелит, столбняк, дифтерия и коклюш. Любители путешествий в плановом порядке получают вакцины против таких инфекций, как брюшной тиф и желтая лихорадка. Иммуноterapia подразумевает использование различных компонентов иммунной системы для лечения злокачественных новообразований и других болезней.

Использование иммунной системы

Компоненты иммунной системы широко используются в медицинских целях и даже для производства потребительских товаров. Моноклональные антитела применяют для диагностики аллергии, бешенства и гепатита, а также для скрининга на рак предстательной железы и другие злокачественные новообразования. Некоторые моноклональные антитела заменяют иммунодепрессанты, назначаемые после трансплантации, или усиливают их действие.

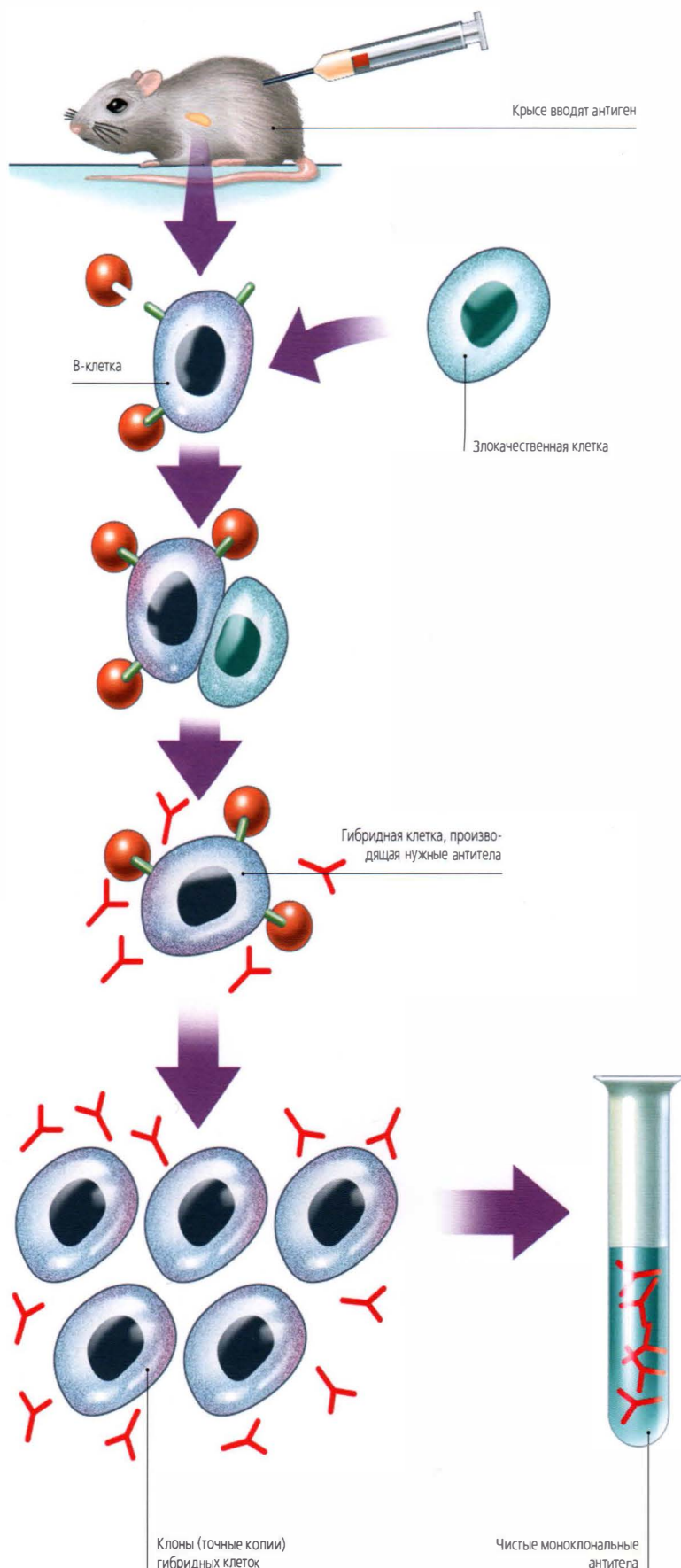
Искоренение полиомиелита

Полиомиелит в течение многих веков оставался ужасной проблемой, а в начале 1900-х в США и Европе приобрел масштабы эпидемии. Инфекция полиомиелита вызывает повреждение нервов, что ведет к развитию параличей (часто в ногах). Впервые вакцина против полиомиелита стала активно использоваться в 1950–1960-х.



Создание моноклональных антител

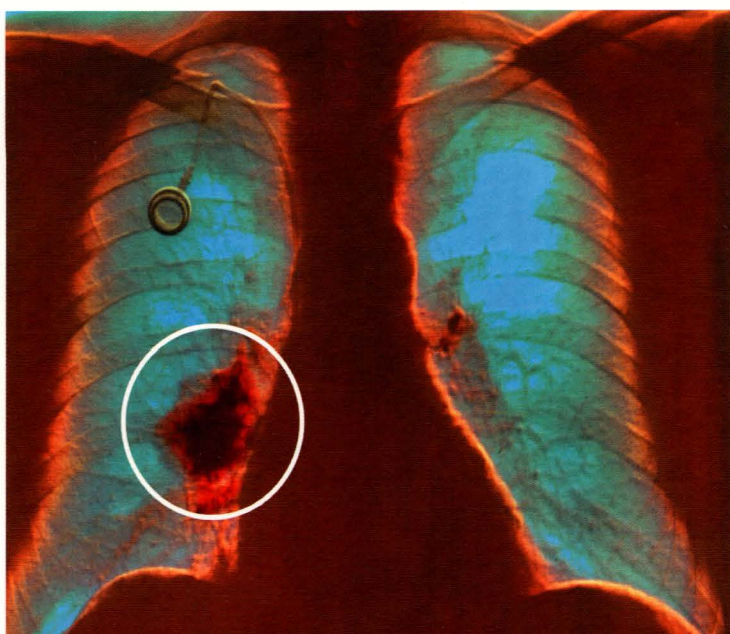
Один из способов получения моноклональных антител состоит в следующем. Мыши, крысы или кролику вводят антиген, чтобы вызвать образование В-клеток, производящих естественные антитела. Затем В-клетки объединяют с модифицированными злокачественными клетками, в результате чего получаются гибридные клетки, которые быстро размножаются и вырабатывают антитела.





Вакцины

Вакцины содержат антиген, например, ослабленную бактерию или вирус. Эта ослабленная форма патогена запускает иммунную реакцию, ведущую к образованию антител, хотя заболевание при этом не развивается. В большинстве случаев вакцины обеспечивают иммунитет в течение 7–10 лет. Позже требуется повторная вакцинация.



Иммунотерапия злокачественных новообразований

Для лечения злокачественных новообразований используют моноклональные антитела. Другие средства иммунотерапии опухолей включают цитокины (интерфероны и интерлейкины), усиливающие иммунные реакции пациента. На этом рентгеновском снимке можно видеть злокачественную опухоль легкого, которую лечат с помощью интерлейкина-2, вводимого через имплантированную гранулу.



Атака иммунной системы

Многие вакцины содержат аттенуированные (ослабленные) бактерии или вирусы. На этой фотографии макрофаг (желтый цвет) поглощает ослабленную бактерию (оранжевый цвет). Позже макрофаг «представит» фрагменты бактерии В-клеткам, что является первым шагом в процесс образования антител и клеток памяти.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Пища проходит сложный процесс расщепления до питательных веществ, которые используются клетками для функционирования и восстановления. Этот процесс происходит в пищеварительной системе. Каждый кусочек пищи сначала измельчается зубами, затем расщепляется ферментами. В результате образуются аминокислоты (из которых состоят белки), простые сахара (из которых состоят углеводы), кислоты (из которых состоят жиры и масла) и нуклеиновые кислоты (из которых состоит ДНК). Эти соединения настолько малы, что могут пройти через стенку капилляров к клеткам. Непереваримые пищевые остатки выводятся из организма.

Зубы

Зубы приспособлены для разрывания и пережевывания пищи.

Рот
Рот (ротовая полость) – первый орган пищеварительной системы, в котором пища увлажняется слюной, переваривается и заглатывается. Во рту начинается переваривание углеводов.

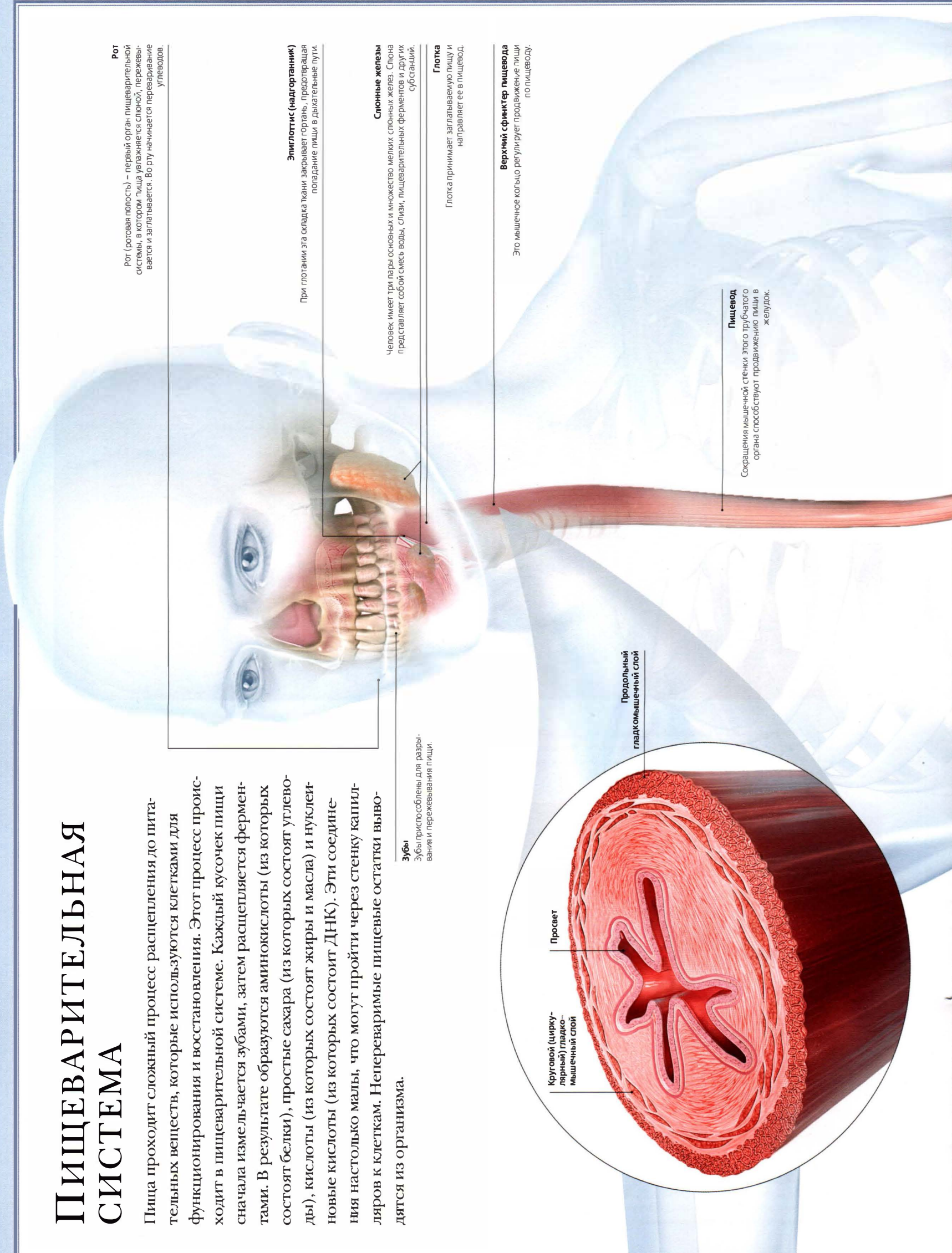
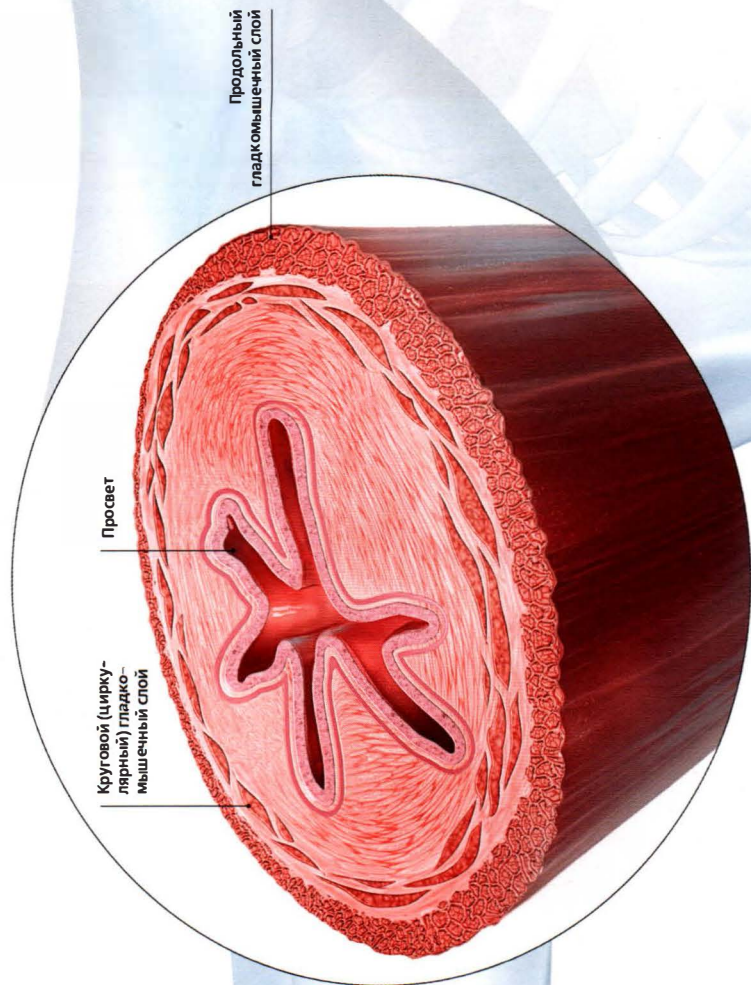
Эпиглоттис (надгортанник)
При глотании эта складка ткани закрывает гортань, предотвращая попадание пищи в дыхательные пути.

Слюнные железы
Человек имеет три пары основных и множество мелких слюнных желез. Слюна представляет собой смесь воды, слизи, пищеварительных ферментов и других субстанций.

Глотка
Глотка принимает заглатываемую пищу и направляет ее в пищевод.

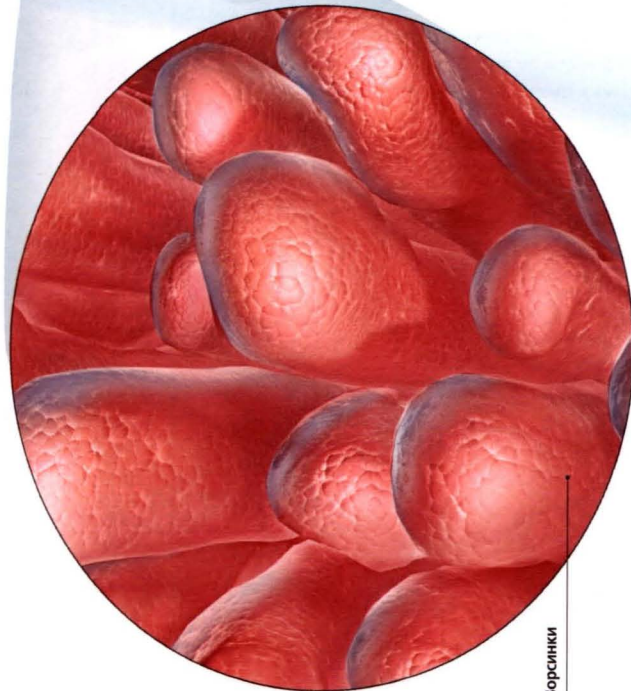
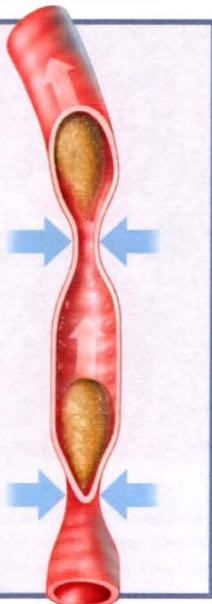
Верхний сфинктер пищевода
Это мышечное кольцо регулирует продвижение пищи по пищеводу.

Пищевод
Сокращения мышечной стенки этого трубчатого органа способствуют продвижению пищи в желудок.



ПРОДВИЖЕНИЕ ПИЩИ: ПЕРИСТАЛЬТИКА

Пищеварение – многостадийный процесс, требующий продвижения пищи по пищеварительному тракту, в ходе чего из пищи извлекаются питательные вещества. Стенка пищеварительного тракта содержит крестообразно расположенные мышечные слои, которые последовательно сокращаются. Эта последовательность сокращений и расслаблений называется перистальтикой.



Ворсинки

Пищеварительный тракт

Пищеварительный тракт – важный и сложный трубчатый орган, начинающийся со рта и заканчивающийся анальным отверстием. В биологическом смысле, проходящая по этой системе пища остается вне тела. Питательные вещества попадают в организм, только когда пересекают оболочку кишечника и поступают в кровь. Основные пищеварительные органы (пищевод, желудок и кишечник) имеют одну и ту же базовую структуру. Они выстланы эпителием, имеют просвет и растяжимую стенку, содержащую гладкомышечные слои, ориентированные в разных направлениях. Сокращения этих мышечных слоев обеспечивает продвижение пищи по системе.

Нижний сфинктер пищевода
При глотании этот сфинктер расслабляется и пропускает пищу в желудок.

Желудок
Мышечный и растяжимый желудок принимает перемешанную пищу и смешивает ее с ферментами. В желудке начинается переваривание белков и заканчивается переваривание углеводов.

Поджелудочная железа
Большая часть поджелудочной железы вырабатывает пищеварительные ферменты, поступающие в тонкий кишечник. Кроме того, поджелудочная железа имеет островки эндокринной ткани, клетки которой синтезируют гормоны, включая инсулин.

Сфинктер привратника желудка
Этот клапан регулирует прохождение частично переваренной пищи – мутной смеси, называемой химусом, – в верхние отделы тонкого кишечника. Клапан пропускает пищу по нескольку чайных ложек химуса за раз.

Поперечная ободочная кишка

Нисходящая ободочная кишка

Тонкий кишечник
В основном химическое переваривание пищи и всасывание питательных веществ происходит именно здесь. Тонкий кишечник состоит из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок.

Толстый кишечник

Толстый кишечник включает слепую кишку, ободочную кишку (которая подразделяется на восходящую, поперечную, нисходящую и сигмовидную) и прямую кишку. Основной функцией толстого кишечника является всасывание воды и электролитов и выведение непереваренных пищевых остатков.

Прямая кишка

Анальное отверстие
Через анальное отверстие (которым заканчивается пищеварительный тракт) выводятся каловые массы.

Печень
Печень – самый массивный орган тела. Она выделяет желчь, участвующую в переваривании жиров.

Желчный пузырь
Этот небольшой орган служит для временного хранения выделяемой печенью желчи. По мере необходимости он высвобождает ее в тонкий кишечник.

Восходящая ободочная кишка

Слепая кишка

Сигмовидная ободочная кишка

Аппендикс

КАК НАЧИНАЕТСЯ ПЕРЕВАРИВАНИЕ ПИЩИ

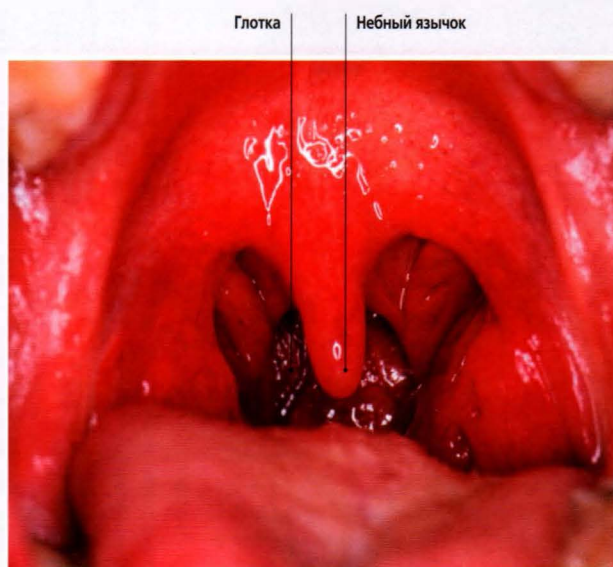
Функцией пищеварительной системы является усвоение содержащихся в пище питательных веществ, и для этого пища механически и химически расщепляется. Эти процессы начинаются во рту. При употреблении твердой пищи первыми стадиями переваривания являются разрывание и пережевывание. При пережевывании пища увлажняется слюной, вырабатываемой слюнными железами. Слюна состоит из воды, липких белков муцинов (помогающих сформировать пищевой ком или болюс) и амилазы – фермента, начинающего химическое расщепление сложных углеводов. Разные ферменты расщепляют белки и жиры, и углеводы. Язык помогает перемещать пищу во рту при жевании, а затем проталкивает пищевой ком вверх к твердому небу и назад в горло.

Продвижение пищи

В процессе глотания происходит серия произвольных и непроизвольных мышечных сокращений, проталкивающих пищу в пищевод. Затем начинают последовательно сокращаться мышцы пищевода (т.н. «перистальтика»), проталкивая болюсы вниз к желудку. Расположенный в нижней части пищевода сфинктер пропускает понемногу пищу в желудок. Мышцы желудочной стенки растирают пищевые массы и перемешивают их с желудочным соком. В нижней части желудка расположен сфинктер привратника, который периодически сокращается, выталкивая небольшие порции желудочного содержимого в тонкий кишечник. Благодаря перистальтике пища постепенно движется по системе, и продолжается процесс переваривания.

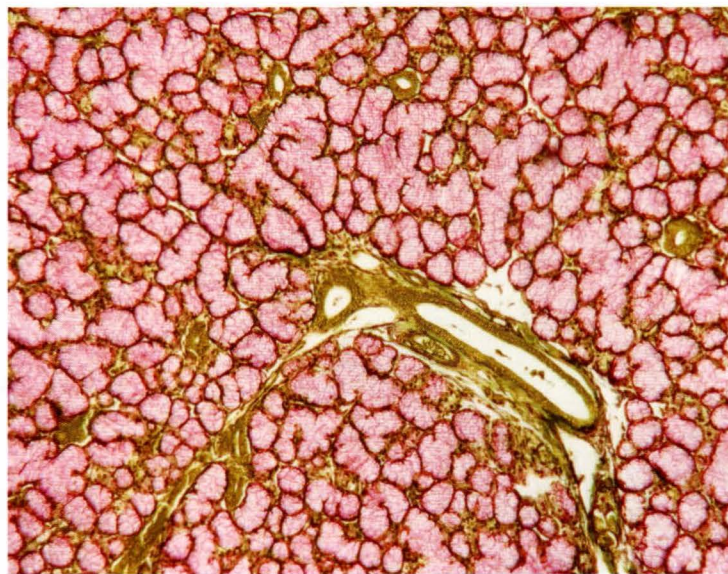
ГЛОТАНИЕ

В акте глотания участвует много разных мышц. Сначала кончик языка проталкивает болюс (пищевой ком) к горлу. Затем небный язычок и глотка движутся вверх, толкая болюс вниз. Сокращаются мышцы глотки, закрывая гортань и предотвращая попадание пищи в дыхательные пути («не в то горло»). Затем болюс попадает в пищевод и продвигается к желудку.



Переваривание углеводов

Переваривание простых углеводов начинается сразу, как только пища попадает в рот. Богатые углеводом продукты постепенно растворяются по мере того, как амилаза расщепляет связи, стабилизирующие молекулы крахмала.

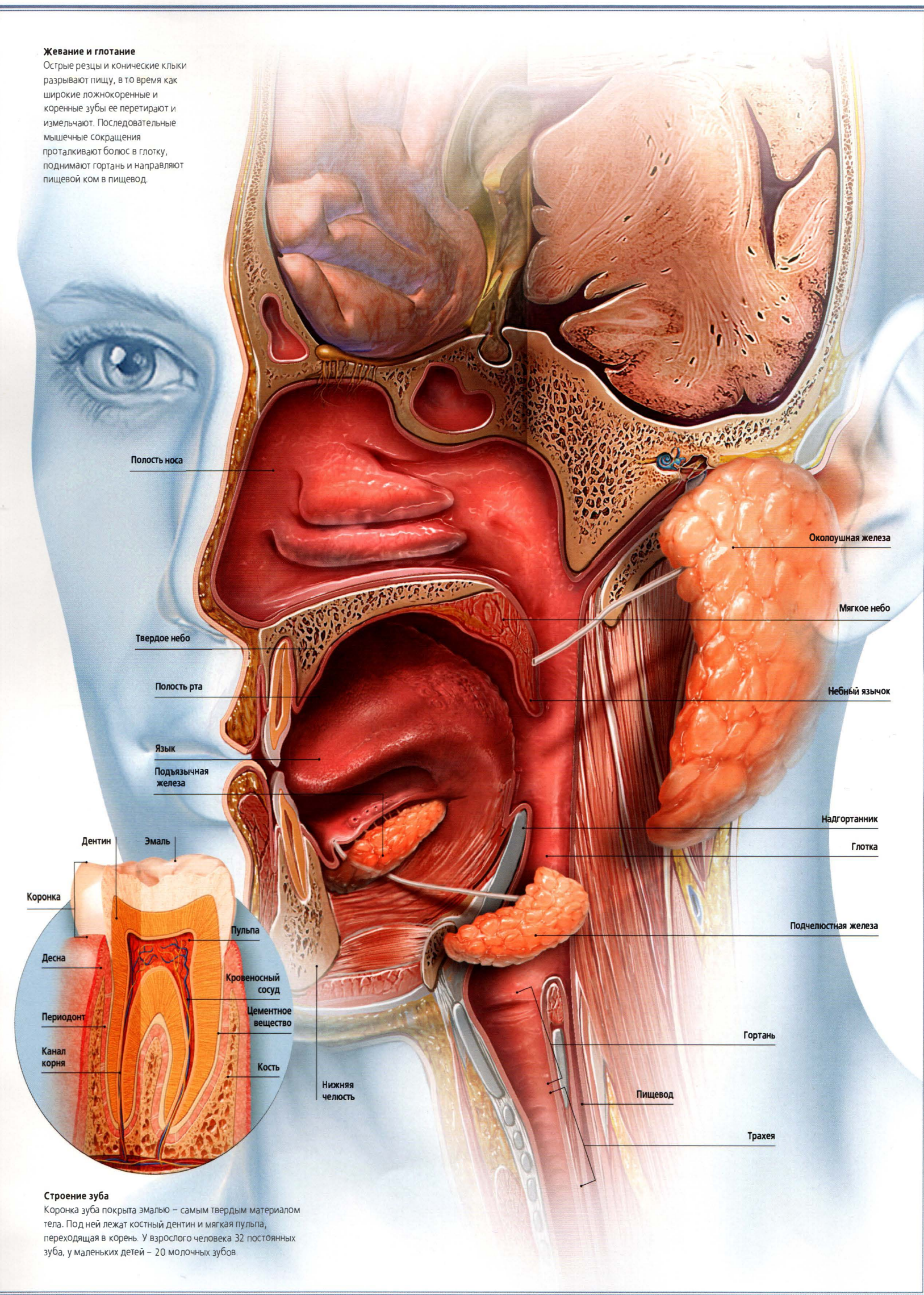


Слюнные железы

На этом рисунке показана слюнная железа. Существует 3 пары основных слюнных желез: околоушные (расположенные примерно под глазами); подъязычные (расположенные под языком) и подчелюстные (расположенные на дне ротовой полости между ветвями нижней челюсти).

Жевание и глотание

Острые резцы и конические клыки разрывают пищу, в то время как широкие ложнокоренные и коренные зубы ее перетирают и измельчают. Последовательные мышечные сокращения проталкивают болюс в глотку, поднимают гортань и направляют пищевой ком в пищевод.



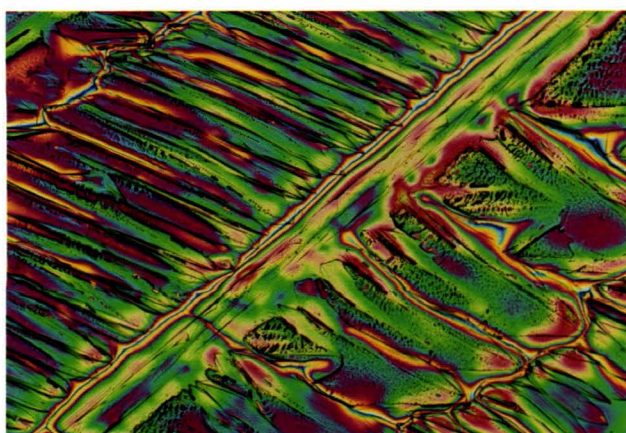
Строение зуба

Коронка зуба покрыта эмалью – самым твердым материалом тела. Под ней лежат костный дентин и мягкая пульпа, переходящая в корень. У взрослого человека 32 постоянных зуба, у маленьких детей – 20 молочных зубов.

ЖЕЛУДОК



Желудок представляет собой полый J-образный растяжимый мышечный орган, размером 25 см. В желудке пища смешивается с ферментами и желудочным соком и затем поступает в тонкий кишечник. Желудочная стенка имеет слой гладкомышечных волокон, которые волнообразно сокращаются, механически перемешивая и измельчая желудочное содержимое. Желудочный сок содержит соляную кислоту, воду и ферменты пепсины. Желудочная кислота убивает попавших с пищей микробов и помогает превратить пищевую массу в химус. Пепсины начинают химическое расщепление больших белков. Перистальтические сокращения постепенно проталкивают химус через сфинктер привратника. При этом химус выходит в тонкий кишечник небольшими порциями, чтобы его не перегружать.

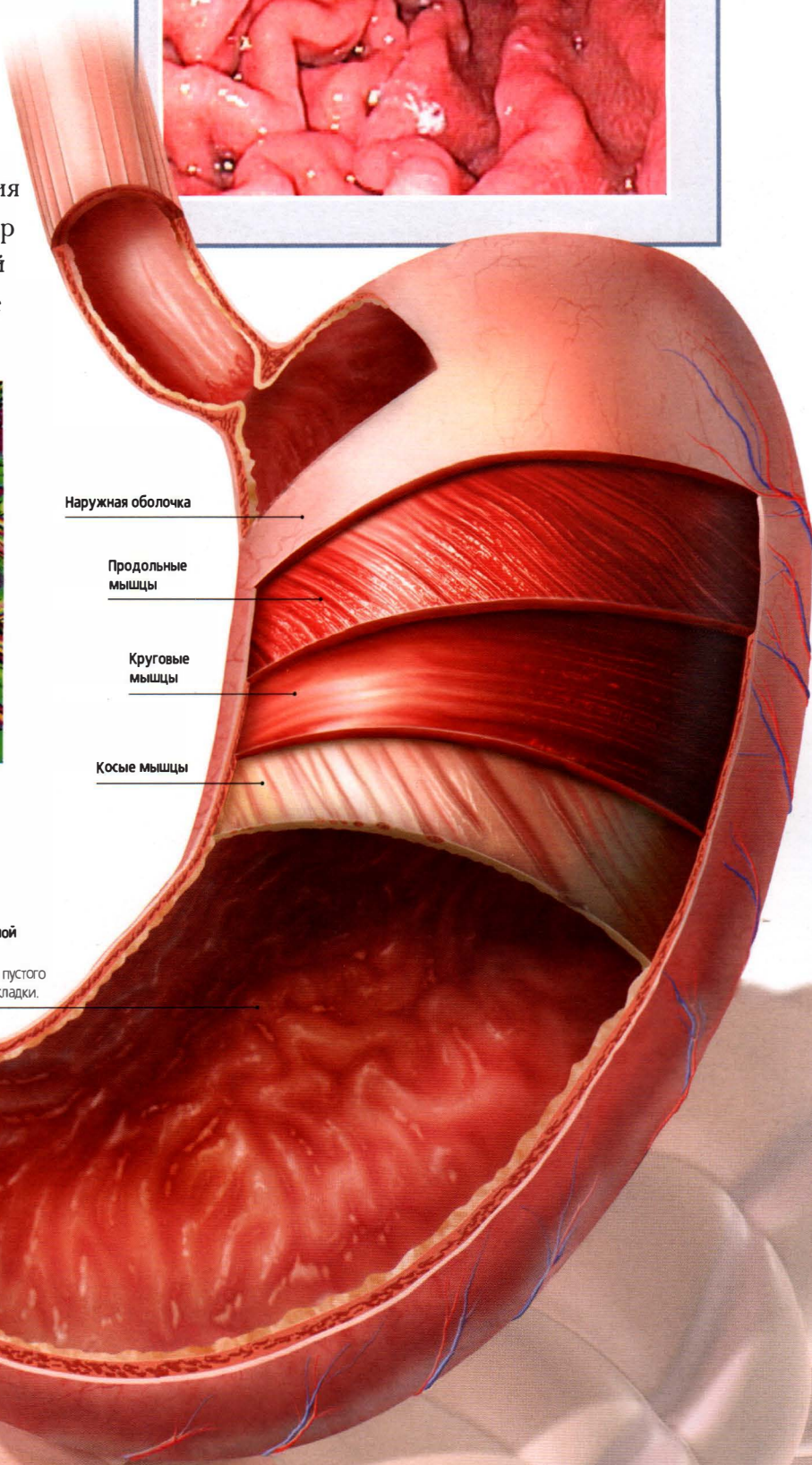
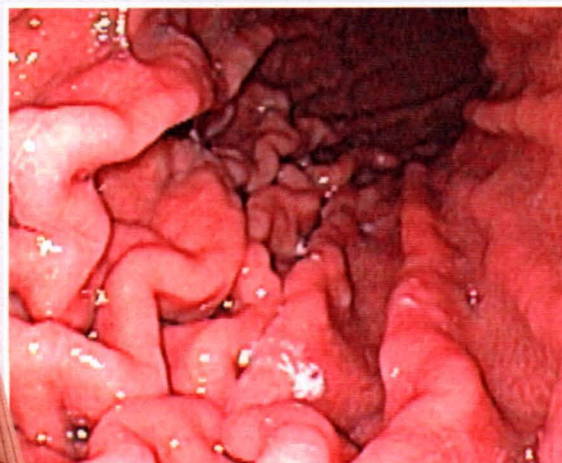


Желудочные ферменты

Желудочный сок содержит два основных фермента. Пепсин начинает переваривание белков, а липаза расщепляет молекулы жира. На рисунке показаны ферменты желудка, образующие светящиеся кристаллы.

КАК ЖЕЛУДОК СПРАВЛЯЕТСЯ С ПИЩЕЙ

В среднем желудок взрослого человека может вместить 1 л пищи, но способен растягиваться и до 4,2 л – т.е. примерно в 20 раз по сравнению с изначальным объемом (в пустом состоянии). При поступлении пищи складки желудочной стенки растягиваются. Для полного опорожнения желудка через сфинктер привратника может потребоваться 4 часа или более.



Наружная оболочка

Продольные
мышцы

Круговые
мышцы

Косые мышцы

Сфинктер привратника

Начало тонкого кишечника

Двенадцатиперстная
кишка

Складки желудочной
оболочки

Слизистая оболочка пустого
желудка образует складки.

Всасывание в желудке

Хотя ферментативное расщепление углеводов, белков и жиров начинается в желудке, большинство питательных веществ не могут здесь всасываться в кровь, т.к. клетки желудочной оболочки не способны их усваивать. Исключением являются клетки, вырабатывающие слизь: они могут впитывать воду, спирт, некоторые лекарства (например, аспирин), некоторые минеральные ионы и фрагменты расщепленных жиров. Другие питательные вещества и субстанции всасываются в тонком и толстом кишечнике.

Внутренняя оболочка желудка

Внутренняя поверхность желудка содержит кластеры желез, выделяющие ферменты и другие составляющие желудочного сока. Стенка желудка содержит тысячи желудочных желез, которые видны на рисунке в виде углублений.



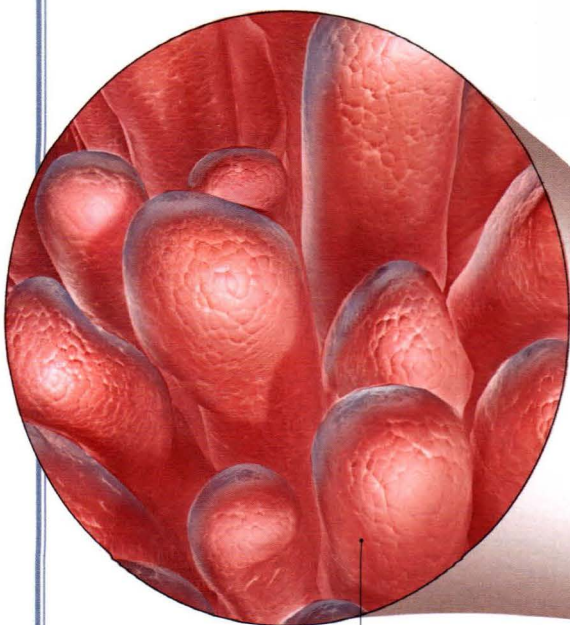
ТОНКИЙ И ТОЛСТЫЙ КИШЕЧНИК



Кишечник подразделяется на два больших отдела: тонкий, где в основном и происходит пищеварение, и толстый. Длина тонкого кишечника составляет около 6 м. Он состоит из трех отделов: двенадцатиперстная кишка, тонкая кишка и подвздошная кишка. Кишечник образует извитую трубку, общая площадь всасывающей поверхности которой достигает 300 м². В толстом кишечнике всасывается вода и электролиты, а неперевариваемые остатки спрессовываются в каловые массы. Примерно 30% сухой массы кала приходится на бактерии, составляющие нормальную флору желудочно-кишечного тракта. Они питаются пищевыми остатками и производят витамин К, а также другие полезные субстанции. Коричневый цвет кала обусловлен солями желчных кислот.

Всасывание жиров

Жиры не всасываются непосредственно в кровотоки. Сначала благодаря перистальтике кишечника крупные молекулы жиров (триглицериды) распадаются на фрагменты. Затем ферменты поджелудочной железы расщепляют их на еще более мелкие части. Образующаяся в печени желчь обволакивает эти частицы жиров, отделяя их от жидкого химуса. Наконец, эти частицы усваиваются ворсинками – впитывающими клетками кишечной оболочки. Затем они образуют крупные глобулы, которые переносятся в лимфатические сосуды, а оттуда – в кровь.



Ворсинки кишечника
Поверхность ворсинок покрыта микроворсинками, благодаря чему они имеют бархатистый вид.

Тонкий кишечник

Первый отдел тонкого кишечника – двенадцатиперстная кишка, длина которой около 25 см. Большая часть питательных веществ всасывается в тощей кишке (длина которой составляет 1 м) и извитой подвздошной кишке (ее длина 3,6 м).

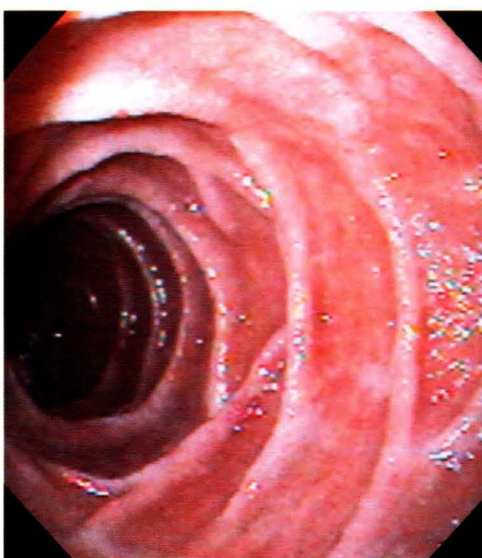
Двенадцатиперстная кишка

Тощая кишка

Подвздошная кишка

Двенадцатиперстная кишка

Двенадцатиперстная кишка – первый отдел кишечника, принимающий химус из желудка. В нее также поступают ферменты поджелудочной железы и желчь. Показанные на рисунке спиралевидные складки помогают взбалтывать химус, что облегчает всасывание содержащихся в нем питательных веществ.





Миллионы ворсинок

Ворсинки образуют миллионы впитывающих «пальчиков» на оболочке кишечника. Каждая ворсинка имеет кровеносные и лимфатические сосуды и покрыта мелкими микроворсинками. Молекулы простых сахаров и большая часть аминокислот поступают в кровеносные сосуды, а жиры – в лимфатический сосуд.

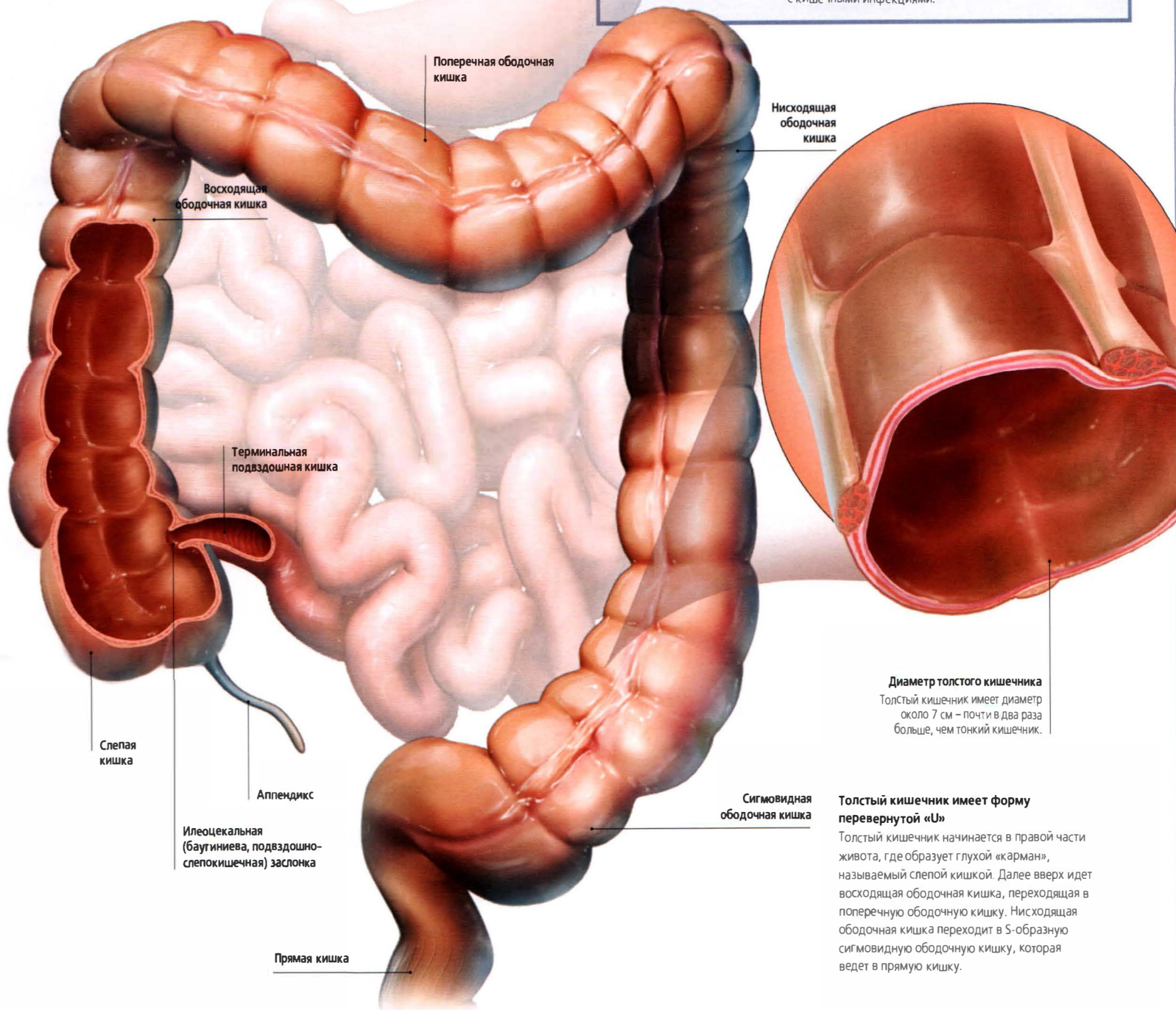
АППЕНДИКС

Т.к. аппендикс можно удалить без всяких последствий, его долгое время считали рудиментарным органом без определенных функций. Но недавно было обнаружено, что аппендикс населен полезными бактериями, что позволяет предполагать его участие в восполнении полезных бактерий, количество которых может уменьшаться при тяжелой диарее.



Внутри аппендикса

Синим показаны области стенки аппендикса, содержащие лимфатическую ткань и, возможно, участвующие в борьбе с кишечными инфекциями.



Поперечная ободочная кишка

Нисходящая ободочная кишка

Восходящая ободочная кишка

Терминальная подвздошная кишка

Слепая кишка

Аппендикс

Илеоцекальная (баугиниева, подвздошно-слепокишечная) заслонка

Прямая кишка

Сигмовидная ободочная кишка

Диаметр толстого кишечника

Толстый кишечник имеет диаметр около 7 см – почти в два раза больше, чем тонкий кишечник.

Толстый кишечник имеет форму перевернутой «U»

Толстый кишечник начинается в правой части живота, где образует глухой «карман», называемый слепой кишкой. Далее вверх идет восходящая ободочная кишка, переходящая в поперечную ободочную кишку. Нисходящая ободочная кишка переходит в S-образную сигмовидную ободочную кишку, которая ведет в прямую кишку.

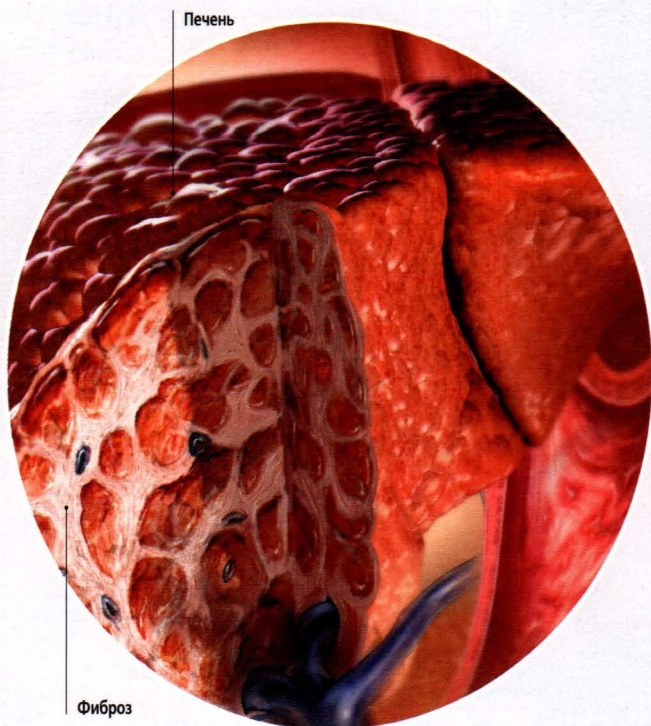
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ



Пищеварению и процессам питания помогают и некоторые другие органы. Поджелудочная железа содержит островки эндокринных клеток, вырабатывающих гормоны, которые регулируют уровень сахара в крови. Но эта железа также производит ферменты, расщепляющие все основные виды молекул пищи, включая сложные сахара, белки, жиры и нуклеиновые кислоты (из которых состоит ДНК). При прохождении пищи по тонкому кишечнику ферменты поджелудочной железы обеспечивают высвобождение большей части питательных веществ. Печень вырабатывает желчь – зеленоватую субстанцию, содержащую образованные из холестерина соли. Соли желчных кислот помогают переваривать жиры.

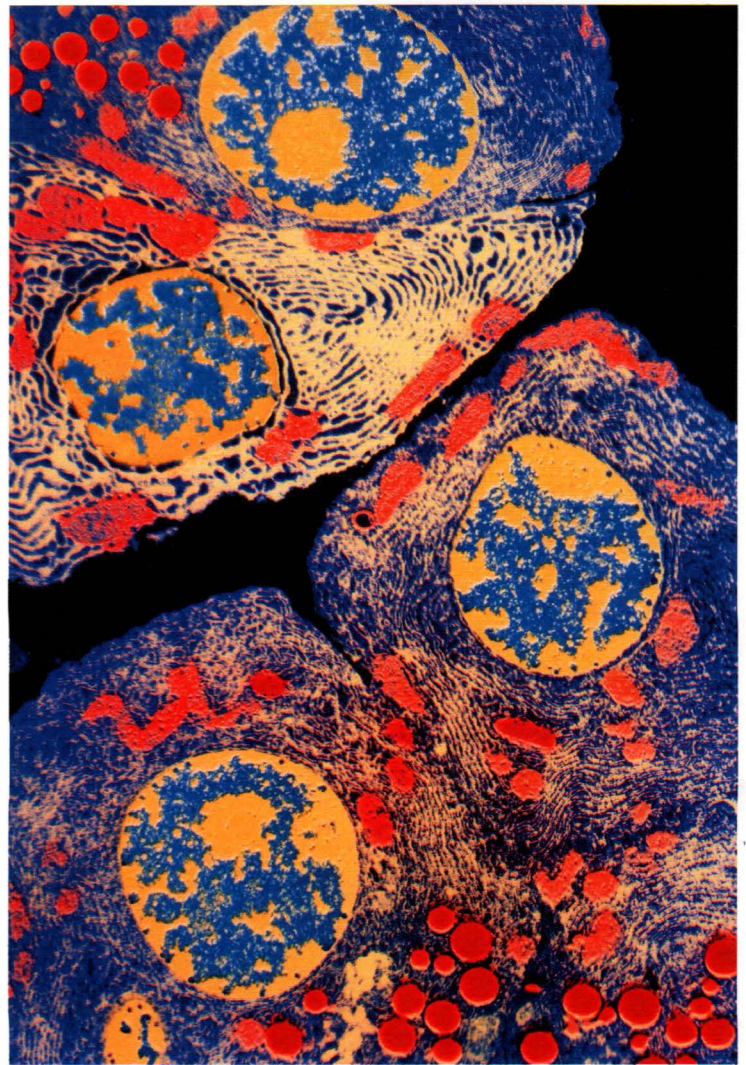
ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕЧЕНИ

Возбудителями гепатита (воспаления печени) являются несколько разных вирусов. Гепатит В сопровождается повышением риска развития злокачественных опухолей печени, а гепатит С без своевременного лечения может привести к смерти. Хроническое воспаление вследствие вирусной инфекции или злоупотребления алкоголем может вызвать развитие цирроза.



Цирроз печени

Цирроз характеризуется фиброзом (формированием рубцовой ткани), жировыми отложениями и нарушением кровоснабжения печени. Симптомы включают желтуху, кровотечения и скопление жидкости (отек) в нижней части ног.



Клетки поджелудочной железы

Бледные нитеобразные массы, видимые в клетках поджелудочной железы на этом рисунке, это шероховатый эндоплазматический ретикулум, в котором синтезируются ферменты. Затем они упаковываются в гранулы, имеющие здесь вид красных точек.

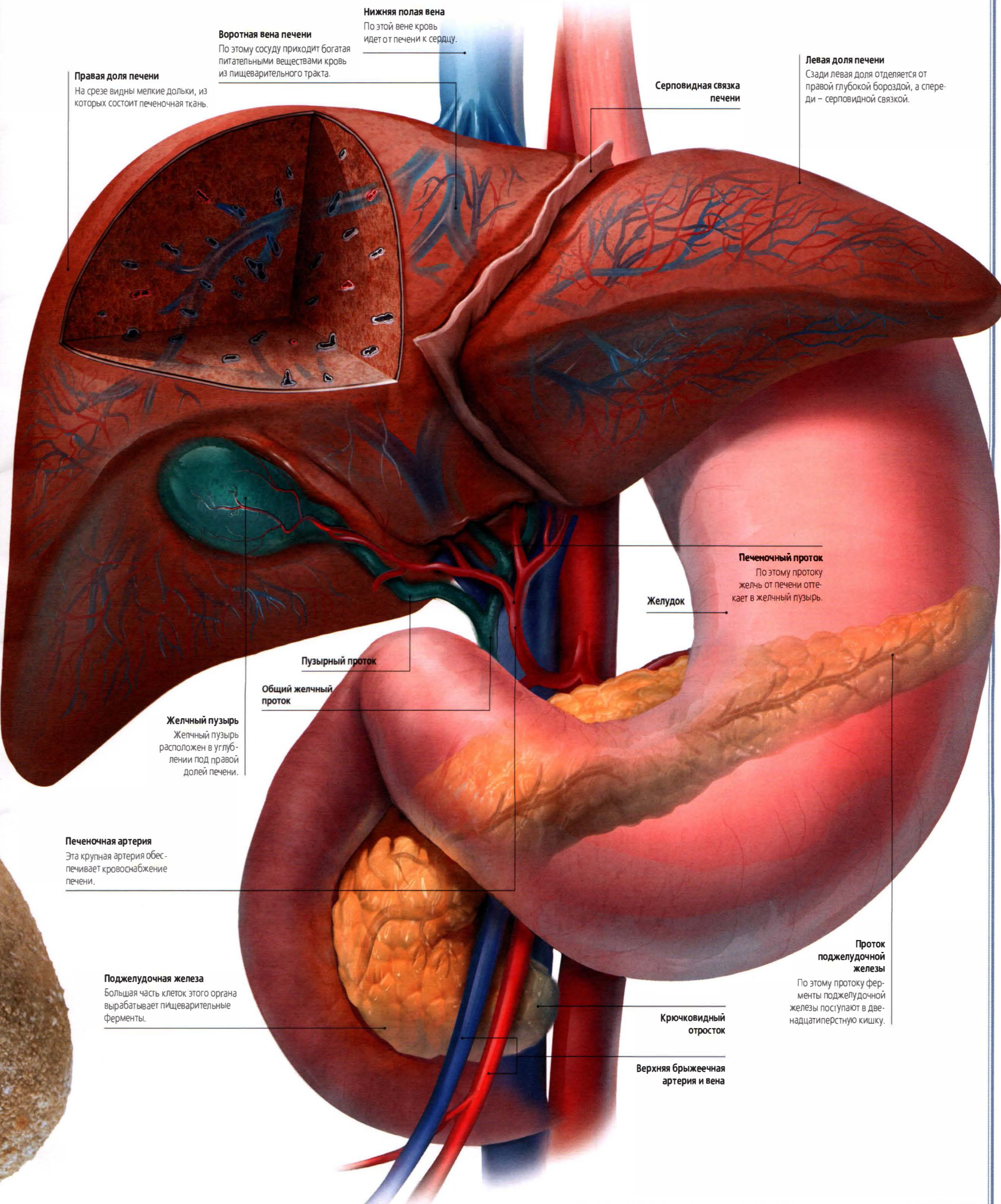


Желчные камни

Большая часть желчных камней состоит из кристаллизованного холестерина. Даже небольшие камни могут вызывать сильную боль (обычно в верхней части живота), особенно если камень застрянет в желчном протоке. Стандартным лечением желчных камней является их удаление.

Нарушение функции печени

Кроме выработки желчи, печень также очищает проходящую через нее кровь. По воротной вене в печень поступает кровь от тонкого кишечника. Клетки печени удаляют и запасают излишки сахара и перерабатывают молекулы питательных веществ в необходимые организму субстанции, такие как белки плазмы крови. Печень удаляет из крови гормоны и остатки спиртного и лекарств, а также превращает образующийся при распаде белков аммиак в менее токсичную мочевину, которая затем выводится с мочой.



Правая доля печени
На срезе видны мелкие дольки, из которых состоит печеночная ткань.

Воротная вена печени
По этому сосуду приходит богатая питательными веществами кровь из пищеварительного тракта.

Нижняя полая вена
По этой вене кровь идет от печени к сердцу.

Серповидная связка печени

Левая доля печени
Сзади левая доля отделяется от правой глубокой бороздой, а спереди – серповидной связкой.

Печеночный проток
По этому протоку желчь от печени оттекает в желчный пузырь.

Желудок

Пузырный проток

Общий желчный проток

Желчный пузырь
Желчный пузырь расположен в углублении под правой долей печени.

Печеночная артерия
Эта крупная артерия обеспечивает кровоснабжение печени.

Поджелудочная железа
Большая часть клеток этого органа вырабатывает пищеварительные ферменты.

Проток поджелудочной железы
По этому протоку ферменты поджелудочной железы поступают в двенадцатиперстную кишку.

Крючковидный отросток

Верхняя брыжеечная артерия и вена

ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

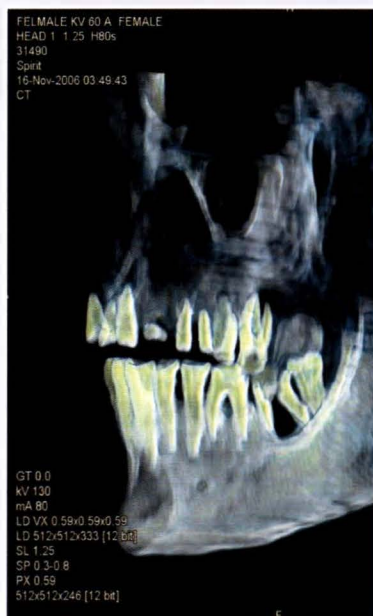
Зубной налет – это пленка из клеток, пищевых остатков и живущих в ротовой полости бактерий. Если налет не удалять при чистке зубов, он вызовет образование кариозных полостей, т.к. бактерии разрушают эмаль и дентин. Налет может затвердеть с образованием зубного камня. Это способствует развитию гингивита, вызывающего чувствительность и кровоточивость десен. При проникновении бактерий глубже и разрушении костной лунки зуба, развивается периодонтит. Периодонтитом в той или иной мере страдает 9 из 10 человек старше 40 лет, и это главная причина потери зубов. Периодонтит является одной из причин некоторых форм болезней сердца, т.к. бактерии проникают в кровь и способствуют формированию сгустков крови в коронарных артериях.

Факторы риска

Основные факторы, повышающие риск развития заболеваний рта и зубов, включают плохую гигиену полости рта; диету с большим содержанием сахара и переработанных продуктов; употребление табака и злоупотребление спиртным.

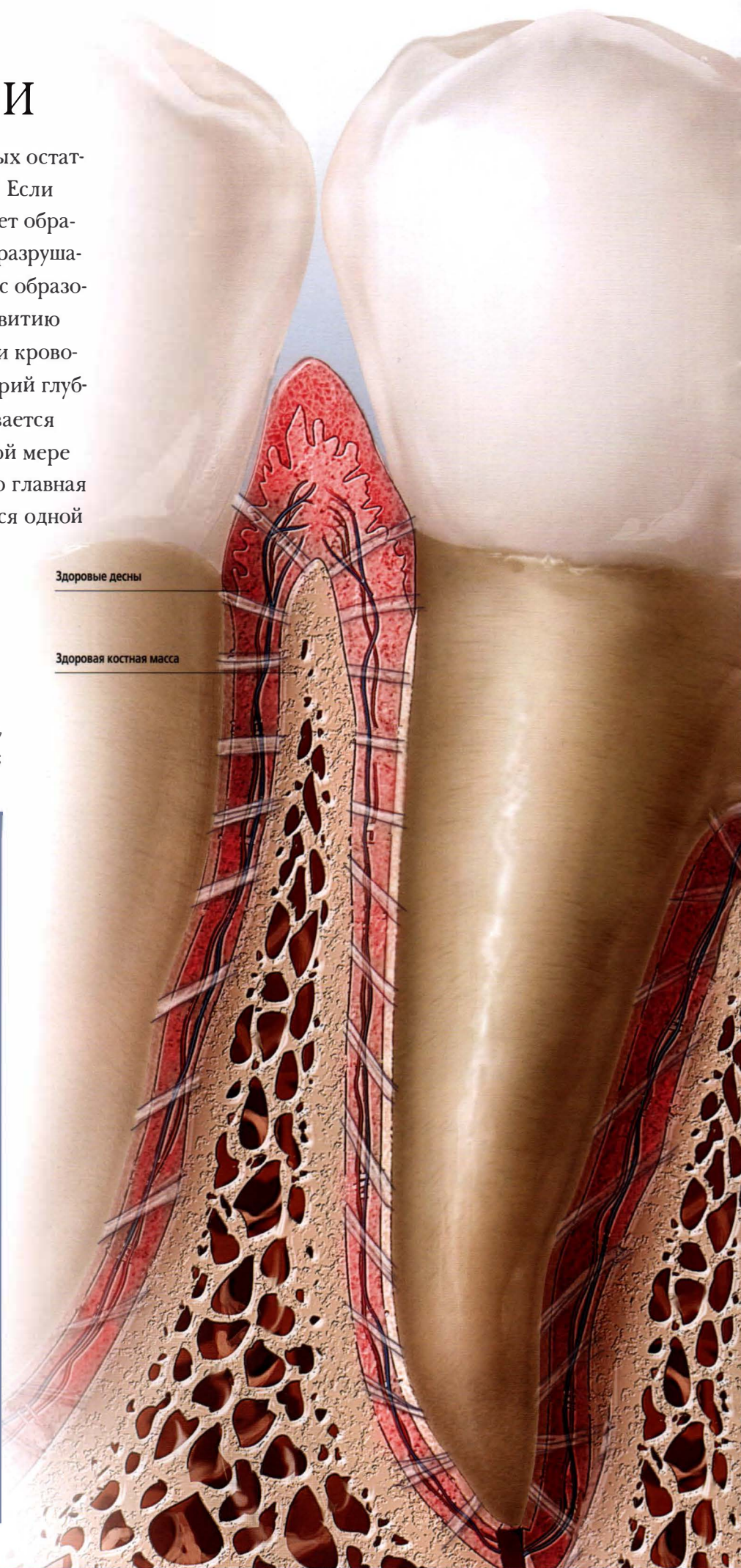
УДИВИТЕЛЬНАЯ НАХОДКА

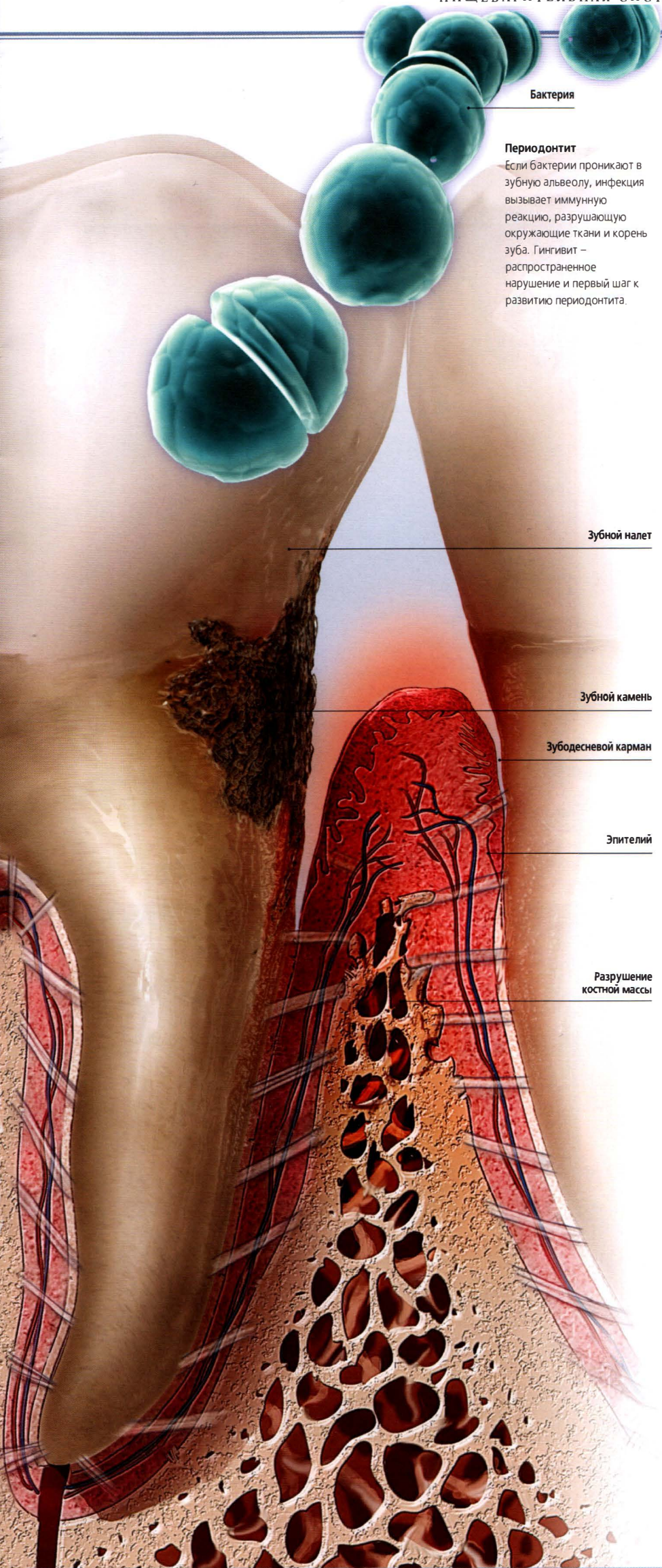
Около 3500 лет назад умерла правившая в Египте женщина-фараон Хатшепсут. В 2007 г. археологи с помощью компьютерной аксиальной томографии обнаружили, что зуб, найденный в коробке с именем королевы, соответствует зубной лунке в черепе женской мумии, которую долгое время не могли идентифицировать. Анализ ДНК подтвердил, что мумия действительно принадлежит Хатшепсут.



Болезнь десен и мумия

Компьютерная томография мумии Хатшепсут показывает, что правительница страдала заболеванием десен, и, возможно, поэтому потеряла зуб.





Бактерия

Периодонтит

Если бактерии проникают в зубную альвеолу, инфекция вызывает иммунную реакцию, разрушающую окружающие ткани и корень зуба. Гингивит – распространенное нарушение и первый шаг к развитию периодонтита.



Гингивит

Воспаление десен (гингивит) – распространенное нарушение, причиной которого является скопление бактерий и инфекция ткани десен. Виной тому обычно бывает плохая гигиена полости рта. Гингивит может развиваться в периодонтит, разрушающий альвеолу зуба.

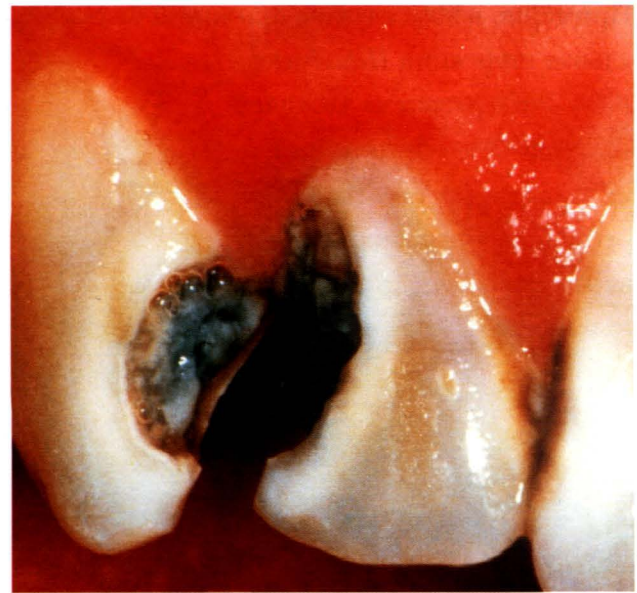
Зубной налет

Зубной камень

Зубодесневой карман

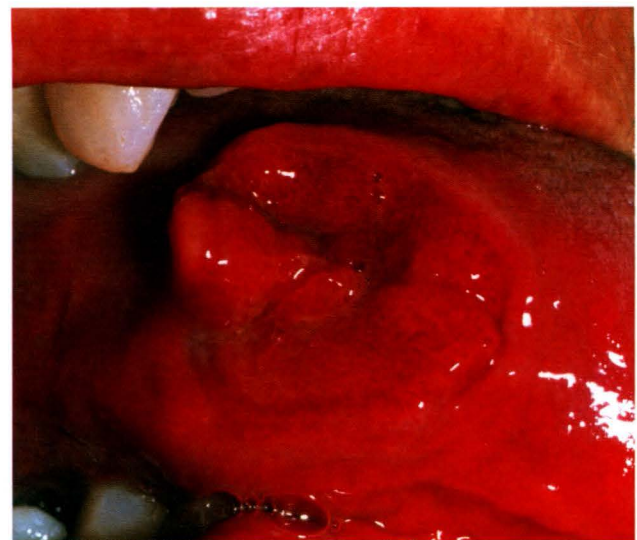
Эпителий

Разрушение костной массы



Зубной кариес

Причиной разрушения зуба (кариеса) является скопление бактерий, питающихся пищевыми остатками и выделяющих кислоты. Эти кислоты разрушают зубную эмаль, дентин и пульпу. При отсутствии лечения полость может углубляться, пока инфекция не разрушит пульпу, коронку и корень.

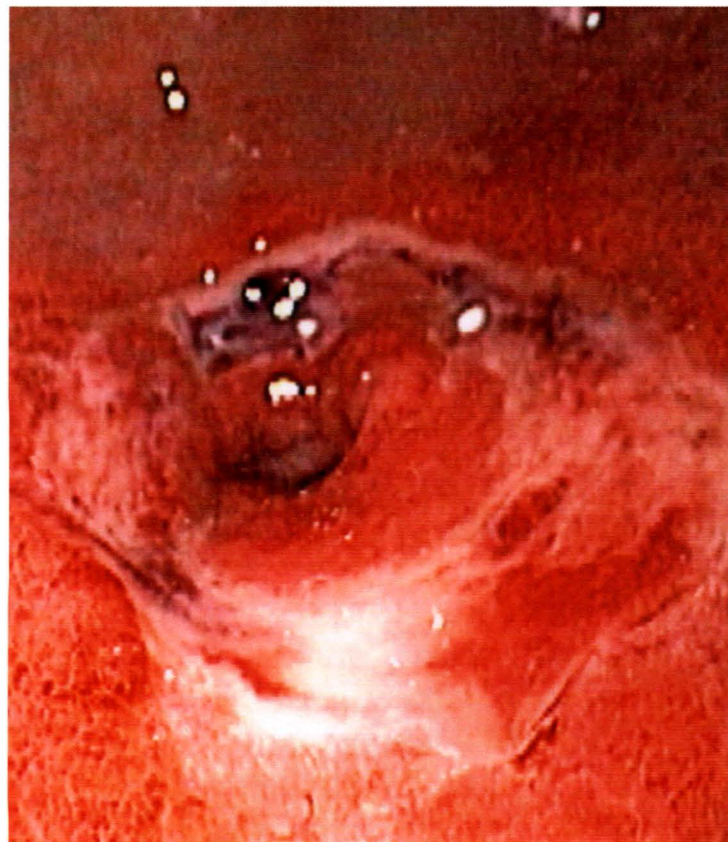
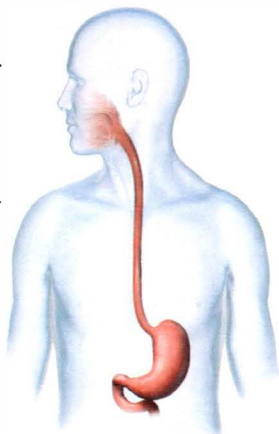


Опухоли языка

Злокачественные опухоли языка – самые распространенные злокачественные новообразования полости рта. Чаще всего они развиваются у людей, употребляющих табак или плоды бетельной пальмы, которые раздражают язык. Лечение может включать лучевую терапию или хирургическое удаление пораженных областей.

ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОДА И ЖЕЛУДКА

Самая распространенная проблема – обратный заброс кислого желудочного содержимого через желудочно-пищеводный сфинктер, что вызывает раздражение пищевода. Результатом рефлюкса (обратного заброса) является знакомая многим изжога. Время от времени изжога бывает практически у всех, но у некоторых она принимает тяжелую форму, называемую гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (ГЭРБ). Другое распространенное заболевание – язвенная болезнь. Это болезненная, часто кровоточащая язва, возникающая в оболочке желудка или верхних отделов тонкого кишечника. Примерно в 90% случаев причиной бывает бактериальная инфекция *Helicobacter pylori*. Риск развития злокачественных новообразований желудка возрастает при потреблении большого количества соленых, маринованных или копченых продуктов, табака.



Язвы желудка

Эндоскопическое обследование показывает белесую изъязвленную оболочку желудка вокруг сфинктера привратника. Такие язвы могут возникать при избыточной продукции желудочной кислоты или вследствие инфекции *Helicobacter pylori*.

ОПАСНЫЕ БАКТЕРИИ

Бактерии *Helicobacter pylori* связывают с несколькими заболеваниями пищеварительной системы. Они могут вызывать воспаление желудка и верхнего отдела тонкого кишечника. При этом воспаление может быть легким или тяжелым, сопровождающимся сильной болью. Считают, что *H. pylori* способствует развитию многих видов злокачественных новообразований желудка. Инфекция *H. pylori* очень распространена и обнаруживается почти у 90% всего населения земного шара.

Бактерия *Helicobacter pylori*.

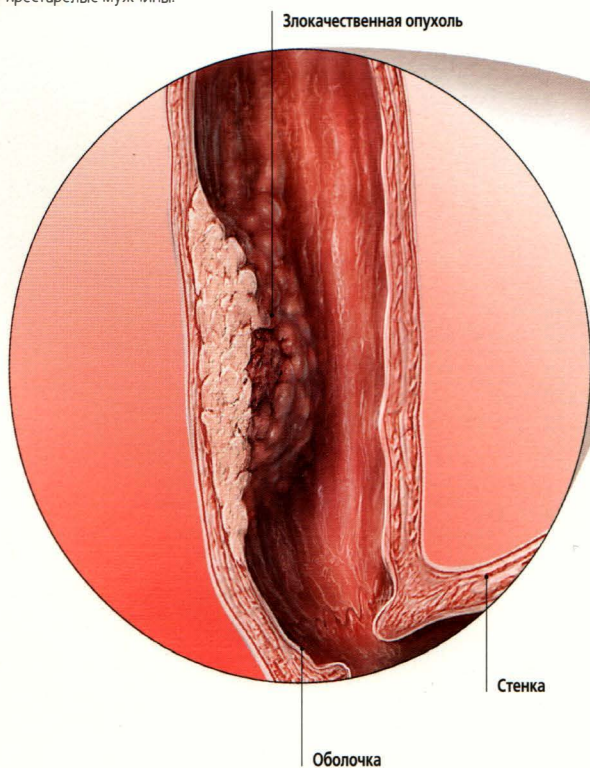


Пищевое отравление

Продукты, зараженные бактерией *Salmonella*, вызывают инфекцию, когда, попав в желудочно-кишечный тракт, бактерия выделяет токсин. На этой электронной микрофотографии бактерия движется с помощью волоскообразных жгутиков.

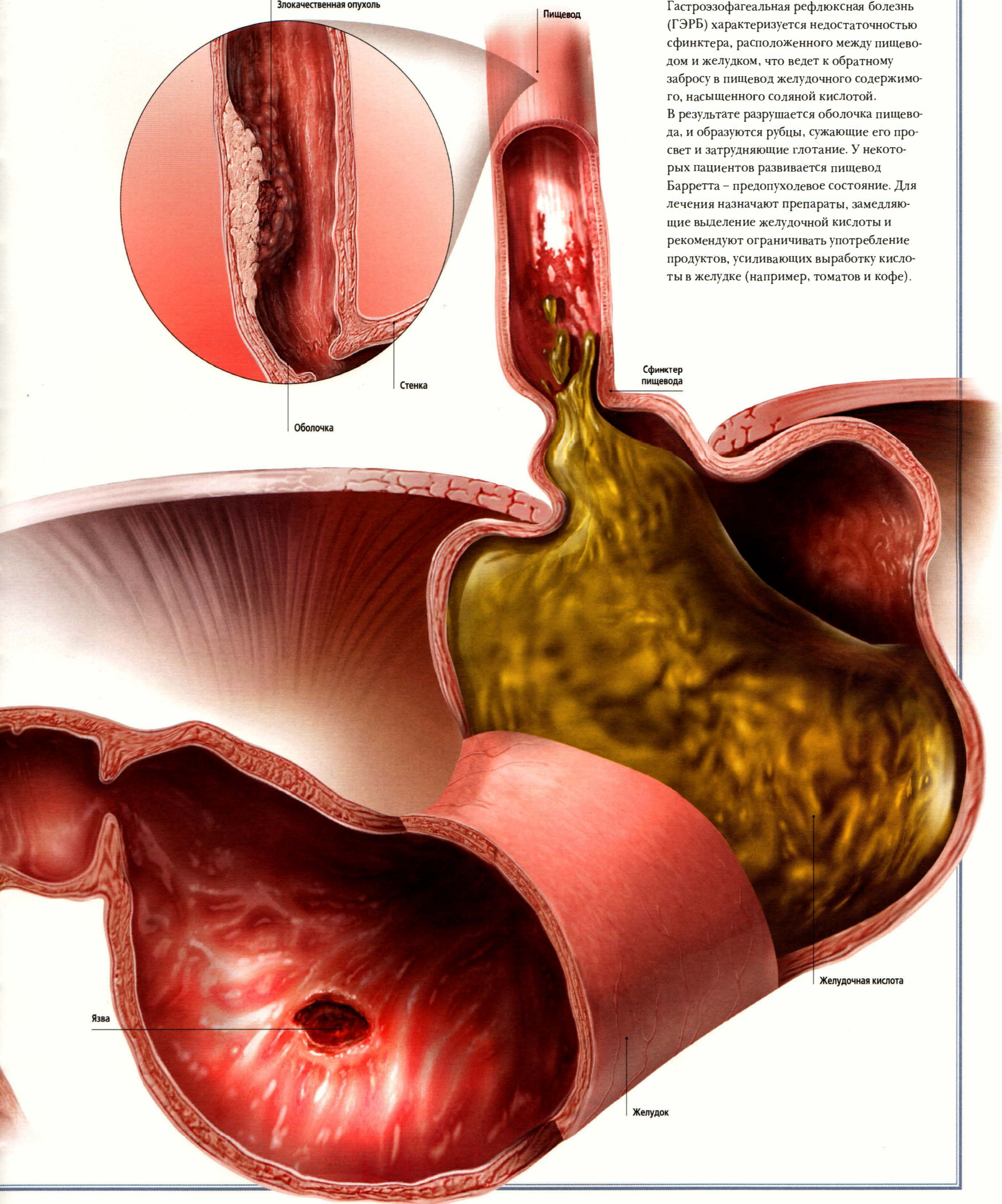
Злокачественные новообразования пищевода

На этом рисунке показана злокачественная опухоль. Она настолько большая, что почти закупоривает пищевод. Злокачественные опухоли пищевода часто возникают вследствие злоупотребления табаком или спиртным. При этом чаще заболевают престарелые мужчины.



ГЭРБ

Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) характеризуется недостаточностью сфинктера, расположенного между пищеводом и желудком, что ведет к обратному забросу в пищевод желудочного содержимого, насыщенного соляной кислотой. В результате разрушается оболочка пищевода, и образуются рубцы, сужающие его просвет и затрудняющие глотание. У некоторых пациентов развивается пищевод Барретта – предопухоловое состояние. Для лечения назначают препараты, замедляющие выделение желудочной кислоты и рекомендуют ограничивать употребление продуктов, усиливающих выработку кислоты в желудке (например, томатов и кофе).

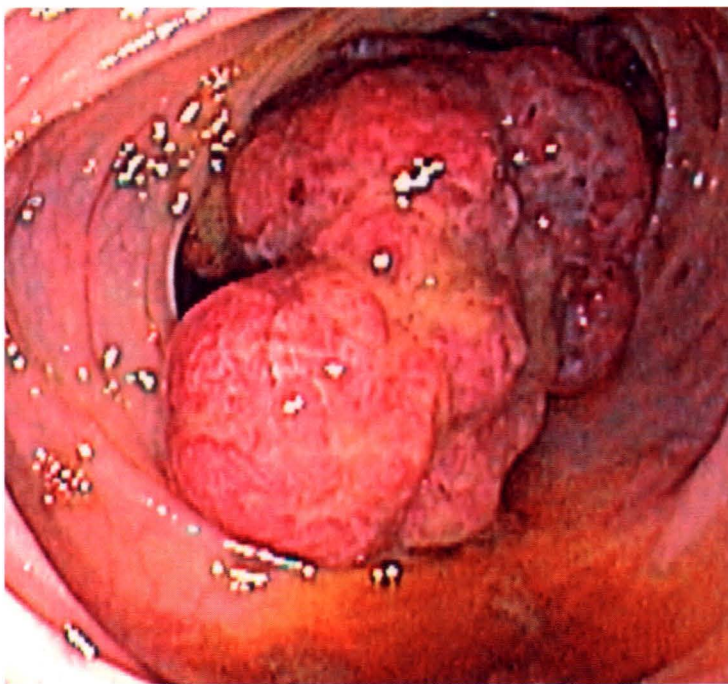


ЗАБОЛЕВАНИЯ КИШЕЧНИКА

В тонком и толстом кишечнике могут развиваться заболевания, нарушающие процесс пищеварения и усвоения питательных веществ. Большой проблемой являются воспалительные болезни кишечника. Аутоиммунное нарушение, называемое болезнью Крона, характеризуется воспалением и изъязвлением стенки тонкого кишечника, в котором всасывается большая часть питательных веществ. В результате развивается дефицит питательных веществ, и в тяжелых случаях приходится удалять большие участки тонкого кишечника. Язвенный колит сопровождается воспалением, язвами и кровотечениями в ободочной кишке. Большая часть людей старше 50 лет имеют дивертикулы – небольшие «карманы» в ослабленных участках стенки толстого кишечника. При проникновении в эти карманы инфекции развивается болезненный дивертикулит.

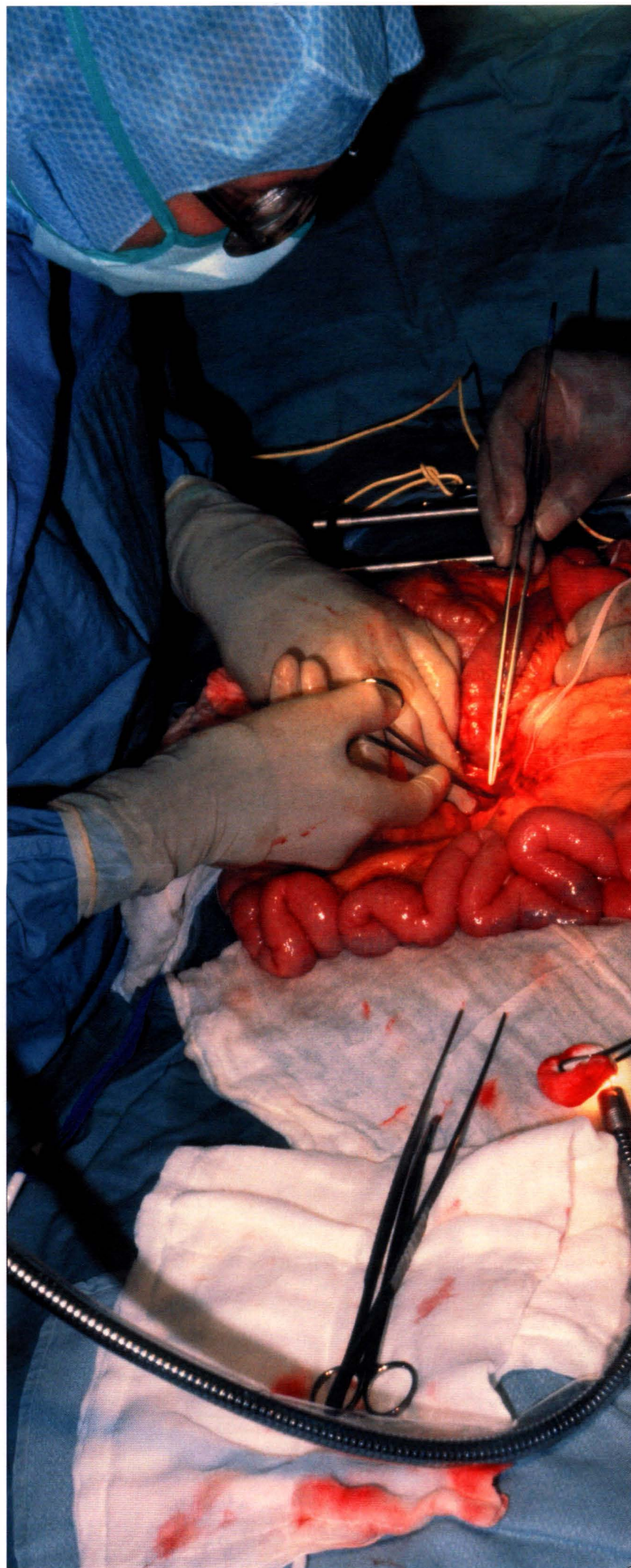
Злокачественные новообразования прямой и ободочной кишки

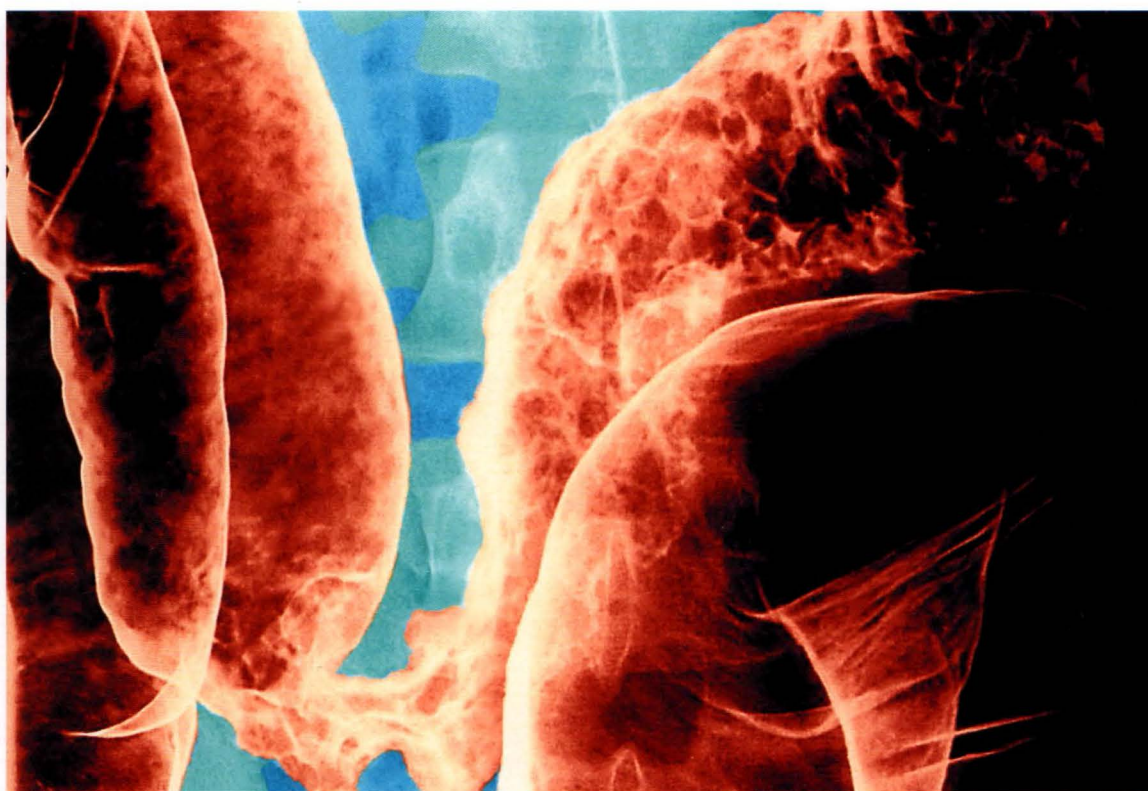
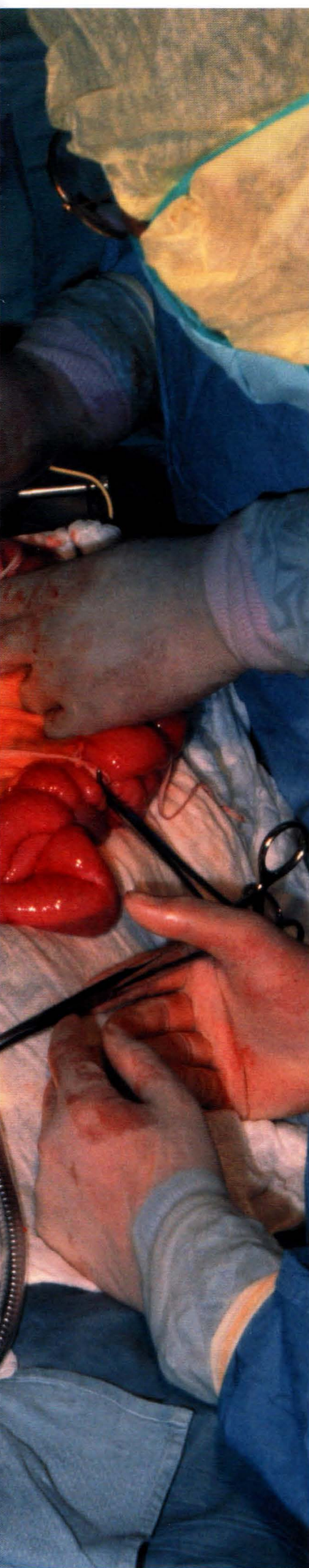
В развитых странах злокачественные опухоли прямой и ободочной кишки возглавляют список самых распространенных злокачественных новообразований и часто приводят к смерти. Злокачественному перерождению обычно предшествует появление на кишечной стенке участка аномальных клеток или разрастаний, называемых полипами. Склонность к развитию полипов и злокачественных опухолей может отчасти определяться генетически, но обычно не удается проследить явных генетических связей. Опухоли и предопухолевые изменения легко поддаются диагностике при колоноскопии.



Злокачественная опухоль ободочной кишки

На рисунке можно видеть большую злокачественную опухоль ободочной кишки. Как и все злокачественные новообразования, эта опухоль выделяет субстанции, способствующие васкуляризации аномальной ткани, т.е. развитию кровеносных сосудов, питающих быстрорастущую опухоль.





Болезнь Крона

На этом снимке, полученном с помощью рентгена с барием, можно видеть ободочную кишку, поврежденную болезнью Крона. В крапчатой области наверху справа образовались язвы. На заднем фоне виден позвоночник.



Колостома

После удаления больной части толстого кишечника, проводят колостомию. При этом оставшийся конец кишечника выводят наружу через разрез в брюшной стенке, где помещают пакет для приема испражнений.

Операция на кишечнике

В ходе операции хирурги вскрыли живот пациента, и можно видеть кишечник. При возможности для хирургических вмешательств сегодня используют менее инвазивную технологию, называемую лапароскопией.

ДИАРЕЯ

Диарея часто указывает на легкую или тяжелую инфекцию кишечника. Безвредные бактерии вырабатывают токсины, вызывающие воспаление кишечной стенки. В результате кишечник переполняется жидкостью, которую не успевает всасывать. Другие причины включают нарушение способности пищеварительных органов усваивать содержащуюся в пище воду или слишком быстрое прохождение пищевых остатков через толстый кишечник. Диарея особенно опасна для детей, т.к. вызывает потерю воды и электролитов – химических солей, необходимых для нормальной работы нервов и мышц.



ОЖИРЕНИЕ КАК ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

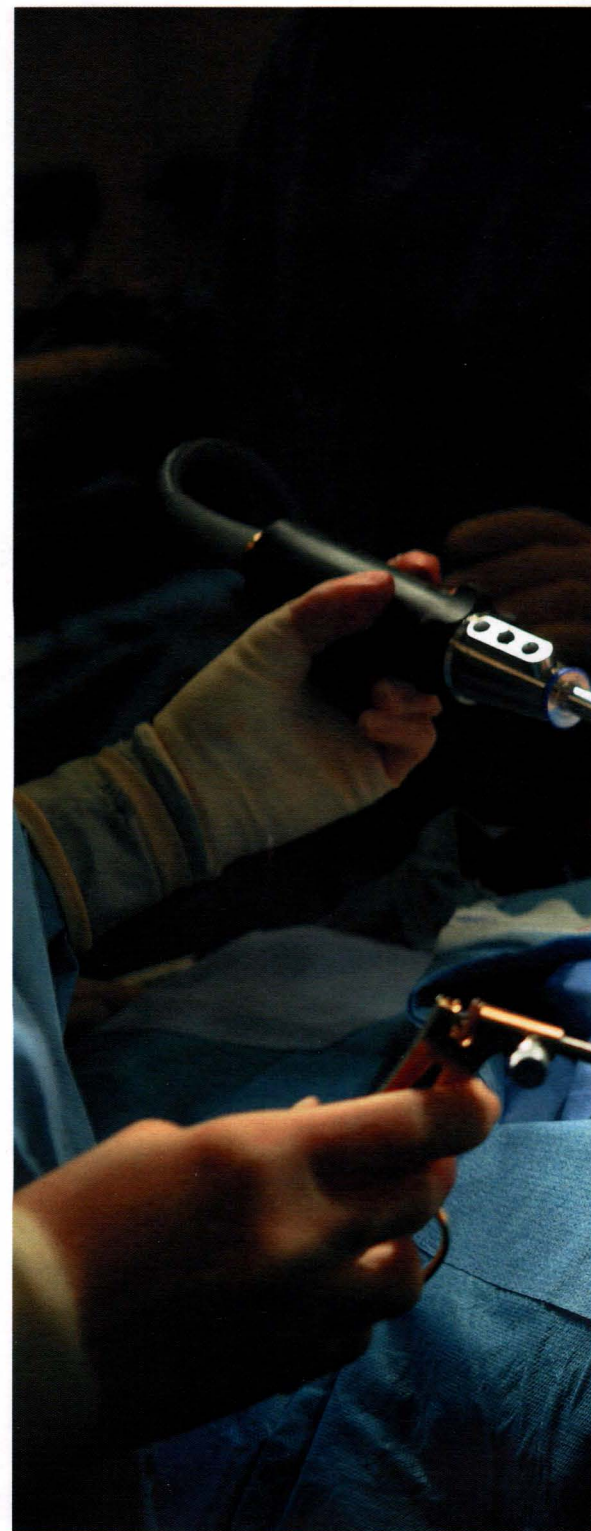
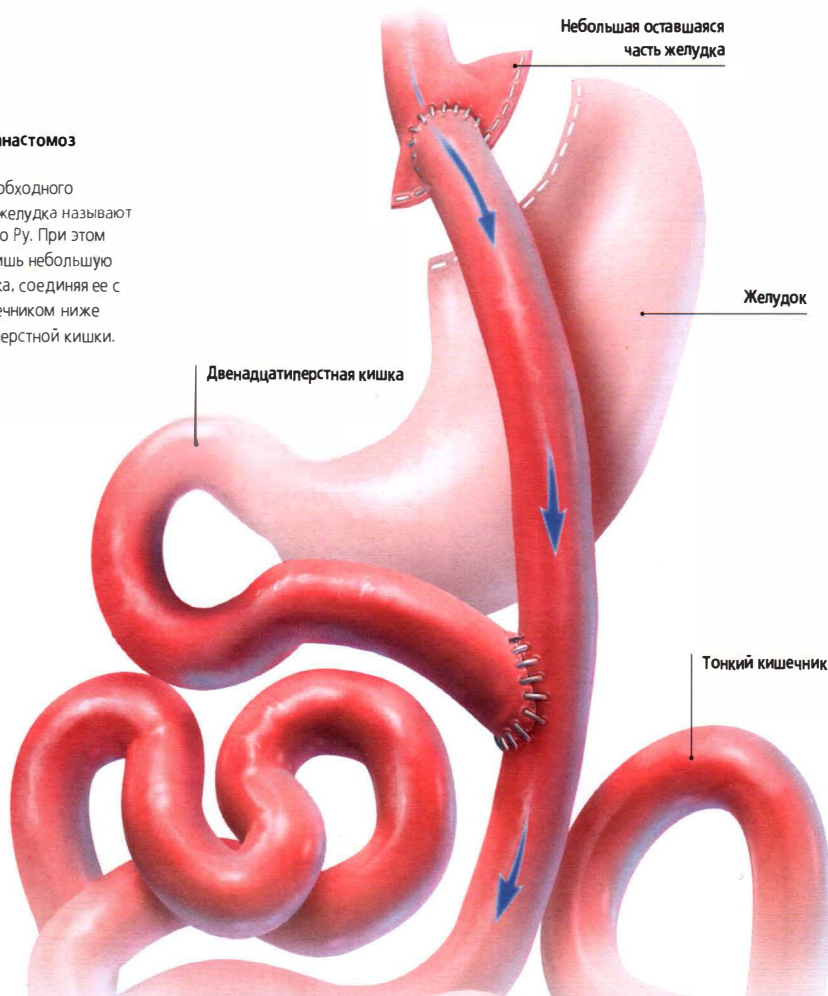


В развитых странах все острее встает проблема ожирения.

Клиническим ожирением считают лишний вес, превышающий норму более чем на 20%. Как показывают исследования, причинами ожирения являются образ жизни и генетические факторы. Ведутся исследования роли ожирения в развитии хронических заболеваний, таких как диабет 2-го типа, болезни сердца, хроническая гипертония и др.

Обходной анастомоз желудка

Наложение обходного анастомоза желудка называют операцией по Ру. При этом оставляют лишь небольшую часть желудка, соединяя ее с тонким кишечником ниже двенадцатиперстной кишки.



ОЖИРЕНИЕ У ДЕТЕЙ

Т.к. ожирение способствует развитию серьезных хронических заболеваний, большую проблему представляет рост случаев ожирения среди детей и подростков. Как показывают данные статистики, даже в развивающихся странах, где многие ощущают недостаток пищи, все больше детей страдают клиническим ожирением. Ключевыми факторами здесь является недостаток физической активности и растущая доступность дешевых высококалорийных переработанных продуктов и напитков.

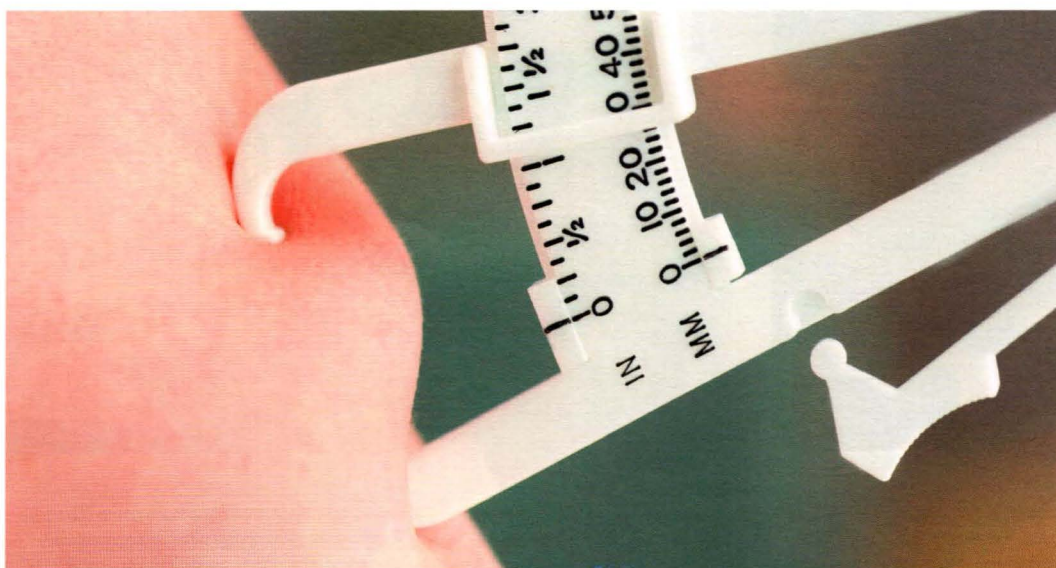
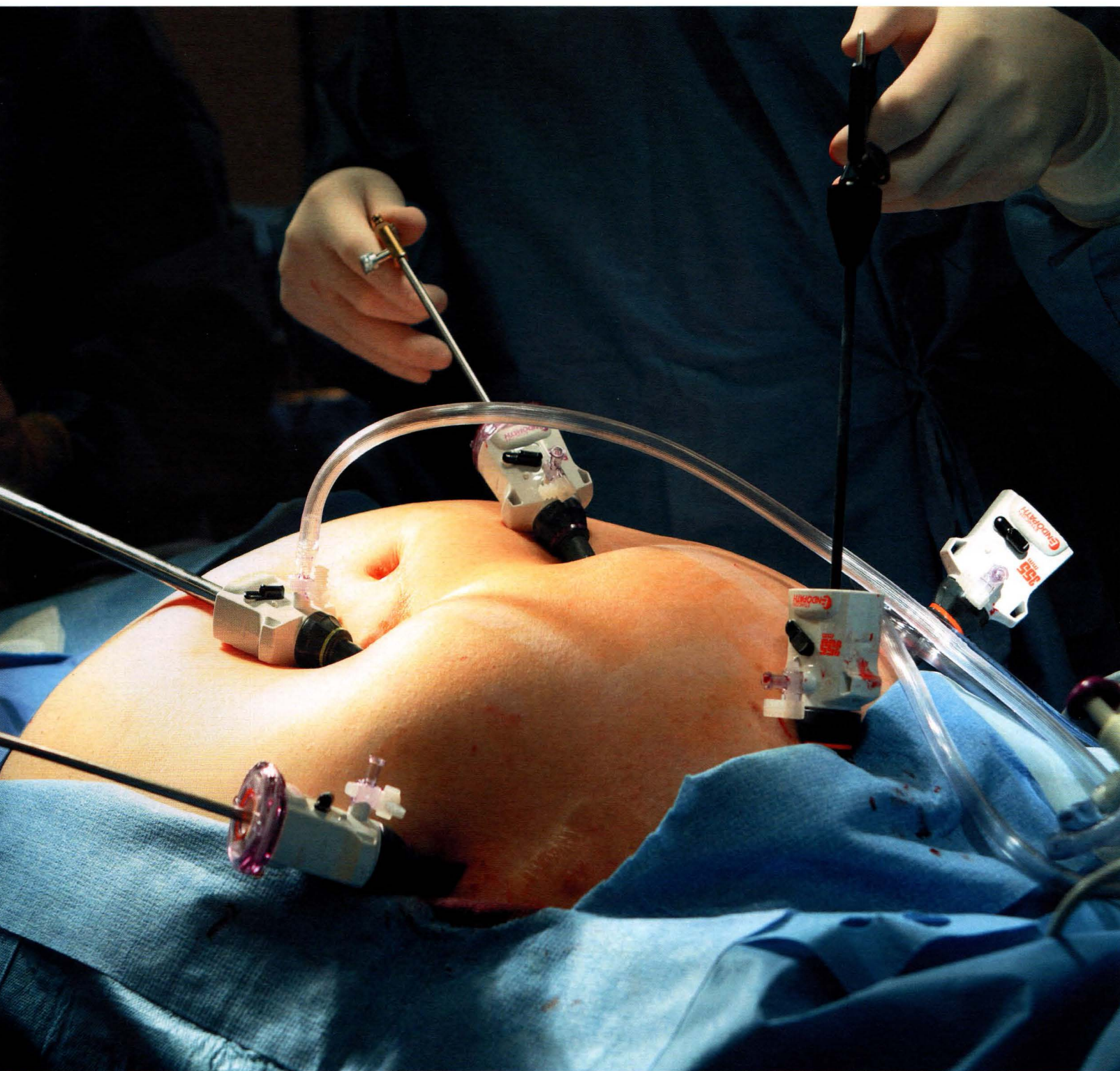


Обходной анастомоз желудка

Сегодня наложение обходного анастомоза желудка проводят минимально инвазивным образом. На рисунке хирурги через небольшие разрезы вводят в брюшную полость освещенные цилиндры. Затем через них вводят необходимые инструменты.

Индекс массы тела

Индекс массы тела (ИМТ) позволяет оценить медицинские риски, связанные с лишним весом. Чтобы вычислить ИМТ взрослого человека, нужно вес разделить на рост. Существуют формулы расчета ИМТ в британских или метрических единицах. Как правило, значения 25–30 означают наличие лишнего веса, а значения выше 30 указывают на ожирение.



ЗНАЧЕНИЯ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА	
Имт	ЗНАЧЕНИЕ
Ниже 18,5	Недостаток веса
18,5-24,9	Нормальный вес
25-29,9	Избыточный вес
30-39,9	Ожирение
40 и выше	Чрезвычайное ожирение

Измерение толщины кожной складки

Толщина кожной складки позволяет оценить относительное количество жира и мышц в теле. В расчетах необходимо учитывать возраст и пол.

НЕДОЕДАНИЕ И ГОЛОДАНИЕ



Миллионы людей страдают от недоедания или заболеваний, нарушающих усвоение питательных веществ. Причиной недоедания является отсутствие или недостаток в диете одного или нескольких питательных веществ и/или потребление слишком малого количества пищи. При нарушениях всасывания пищеварительная система не может усваивать какие-то питательные вещества. Десятки миллионов страдают непереносимостью лактозы, т.е. неспособностью переваривать молочный сахар и молочные продукты вследствие отсутствия фермента лактазы. При муковисцидозе в организме отсутствуют ферменты поджелудочной железы, необходимые для нормального переваривания и усвоения жиров и других питательных веществ. Во всем мире в той или иной мере существует проблема недоедания у детей вследствие бедности. Недостаточное потребление белков, железа, витаминов группы В или общий недостаток питания может вызывать необратимые физические и умственные нарушения.

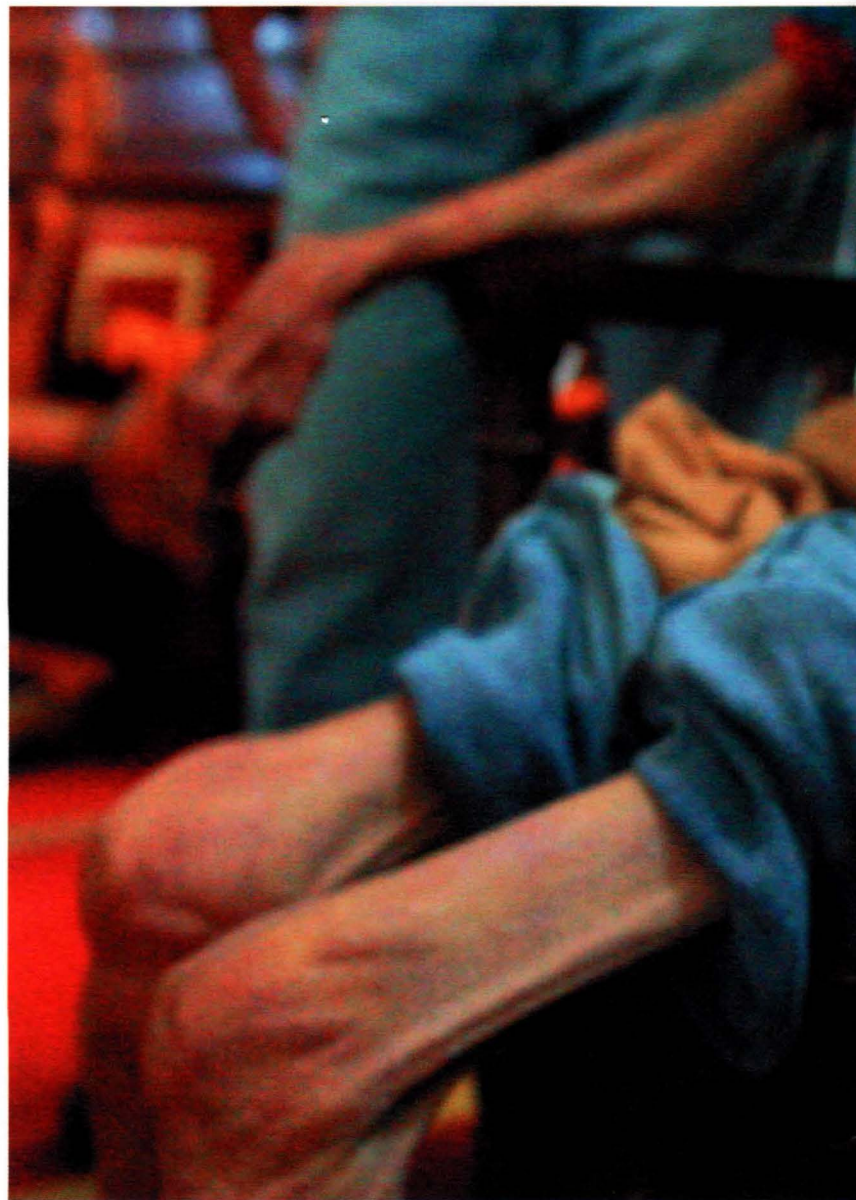
Голодание

Голодание – это значительный недостаток питания с резким сокращением общего потребления пищи. При этом для поддержания функциональности клетки нервной системы и сердца используют запасы жира, а затем начинается разрушение мышечной ткани. Недостаток витаминов и минералов может вызывать развитие таких нарушений, как цинга и анемия. Симптомы могут включать диарею, утомляемость, потерю зубов и сердечную недостаточность.



Недоедание вследствие болезни

Пациенты, страдающие муковисцидозом (как ребенок на фотографии, которому проводят сеанс перкуссии), рискуют развитием дефицитов питательных веществ, т.к. вырабатываемая густая слизь закупоривает протоки, по которым оттекают пищеварительные ферменты. Обычно пациенты принимают пищевые добавки с ферментами и витаминами.



Влияние голодания

На рисунке можно видеть 54-летнюю женщину после тяжелого голодания. Мышцы конечностей у нее почти отсутствуют, т.к. использовались организмом для получения белка. Голодание часто ведет к развитию спутанности сознания и заболеваний почек.



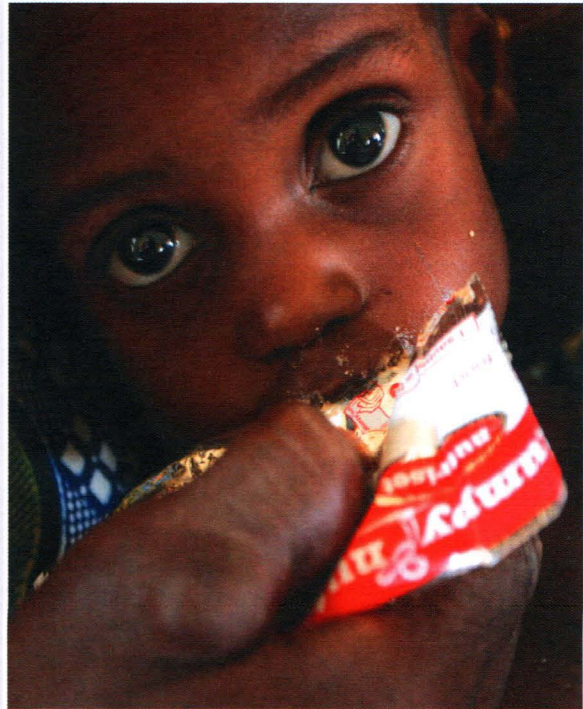
Пищевая пирамида

Пищевая пирамида показывает пропорции разных групп продуктов в здоровой диете. Основную часть диеты должны формировать сложные углеводы, включая продукты из цельного зерна, овощи и фрукты. В меньших количествах рекомендуют употреблять белки, жиры и сахара.



БОРЬБА С ГОЛОДОМ

В странах третьего мира ежегодно от голода умирают пять миллионов детей младше пяти лет. Для помощи детям в тех регионах, где вода, холодильники и топливо для приготовления пищи считаются роскошью, организация «Доктора без границ» распространяет готовые к употреблению пищевые добавки, называемые «Плампинат» и «Плампидоз». Оба продукта состоят из молотого арахиса, обогащенного витаминами и белками. В одной порции содержится треть суточной нормы питательных веществ.



Другие факторы

К недоеданию также приводит хроническое употребление наркотиков, амфетаминов и спиртного. Наркоманы плохо питаются, наркотики повреждают печень и другие органы и снижают способность организма усваивать питательные вещества.

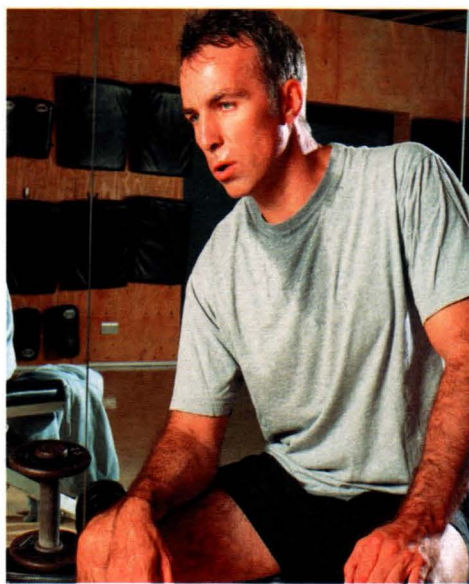


НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ

Нарушения пищевого поведения (нервная анорексия или булимия) могут возникать по психологическим причинам у здоровых людей, не имеющих ограничений в доступе к пище. Чаще всего страдают девушки-подростки или молодые одинокие женщины, постоянно стремящиеся уменьшить потребление калорий, чтобы избежать лишнего веса. У пациенток формируется искаженное представление о «нормальном» весе тела и они стремятся потреблять как можно меньше пищи, несмотря на чувство голода. Иногда они используют голодание в сочетании со слабительными средствами, чтобы максимально лишить организм энергии. Булимия характеризуется периодами обжорства, после чего пациенты вызывают у себя рвоту, злоупотребляют слабительными и изматывают себя физическими упражнениями, стремясь очистить пищеварительный тракт от пищи. Причинами булимии обычно является страх казаться толстой, депрессия или стресс.

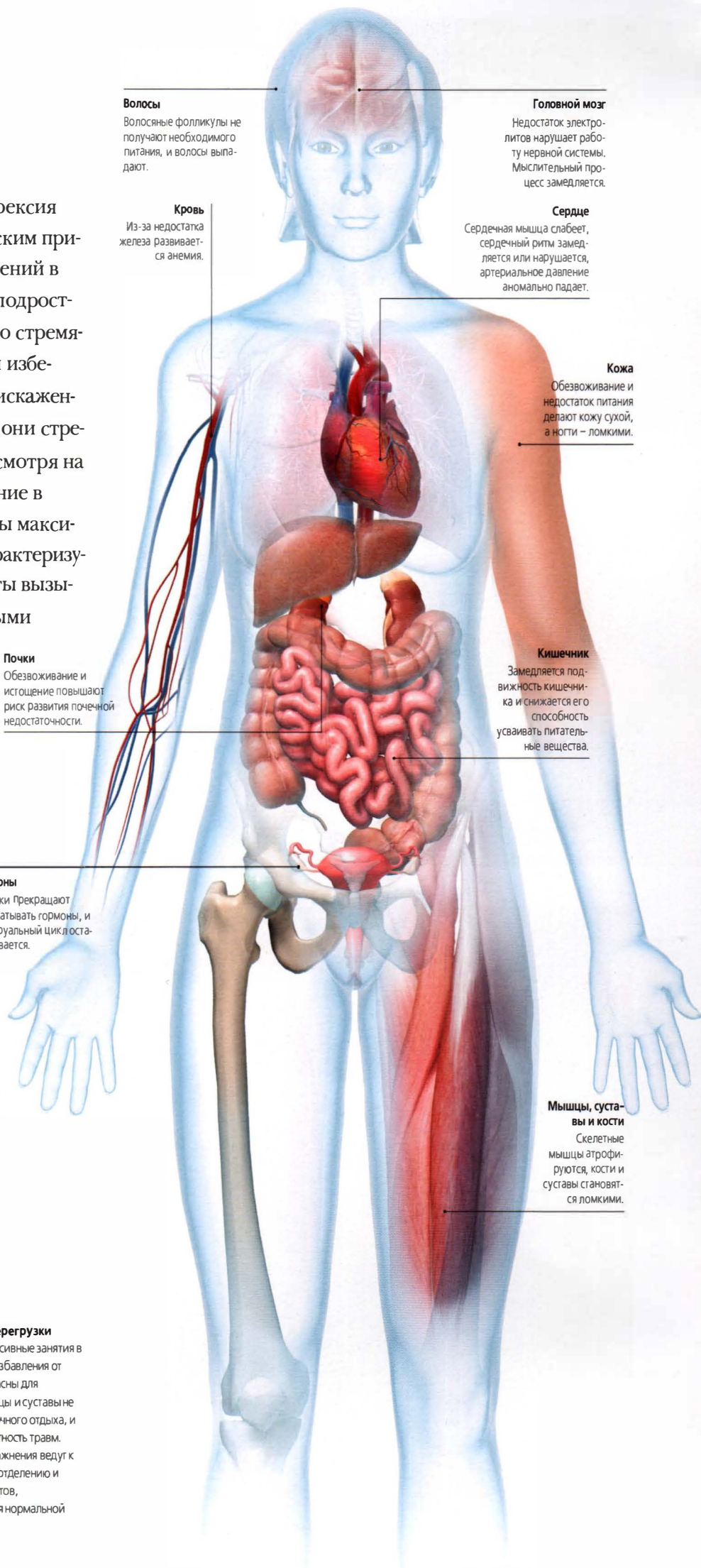
Последствия анорексии

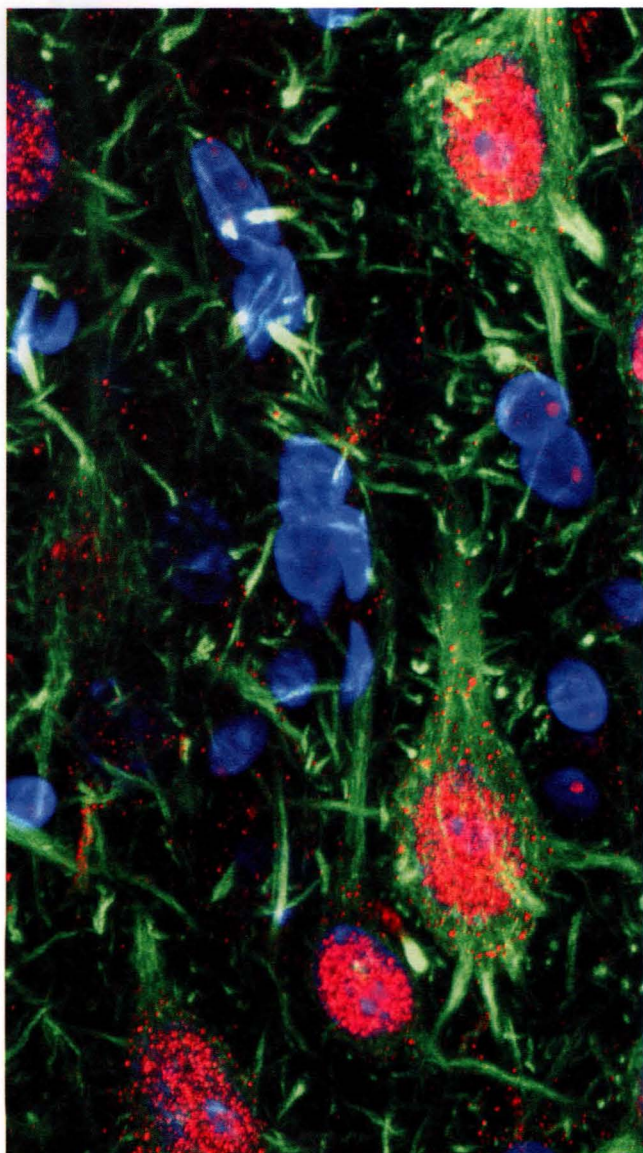
Нервная анорексия оказывает влияние на физиологические функции и является изнуряющим и угрожающим жизни нарушением. Распространенные последствия нервной анорексии включают не только сильную потерю веса, но также остеопороз и прекращение менструаций. Голодание и злоупотребление слабительными нарушают баланс жидкости и электролитов, необходимых для проведения нервных импульсов и мышечных сокращений. Недостаток питательных веществ и разрушение мышечной ткани ведут к развитию летальной сердечной недостаточности – такое происходит у 10–20% больных.



Физические перегрузки

Чрезмерно интенсивные занятия в целях быстрого избавления от лишнего веса опасны для организма. Мышцы и суставы не получают достаточного отдыха, и возрастает вероятность травм. Чрезмерные упражнения ведут к усиленному потоотделению и потере электролитов, необходимых для нормальной работы сердца.





Рецепторы гормона голода

На этой световой микрофотографии можно видеть рецепторы орексина (красный цвет) в головном мозге. Как показывают результаты последних исследований, гипоталамус вырабатывает гормон орексин, стимулирующий аппетит. Пациенты с нарушениями пищевого поведения игнорируют физиологические сигналы, побуждающие к еде.



Нервная анорексия

Нервная анорексия имеет классические физические и психологические симптомы. Кроме устойчивой потери веса, они включают отсутствие менструаций в течение трех месяцев или более (при отсутствии беременности) и сильный страх набора веса.

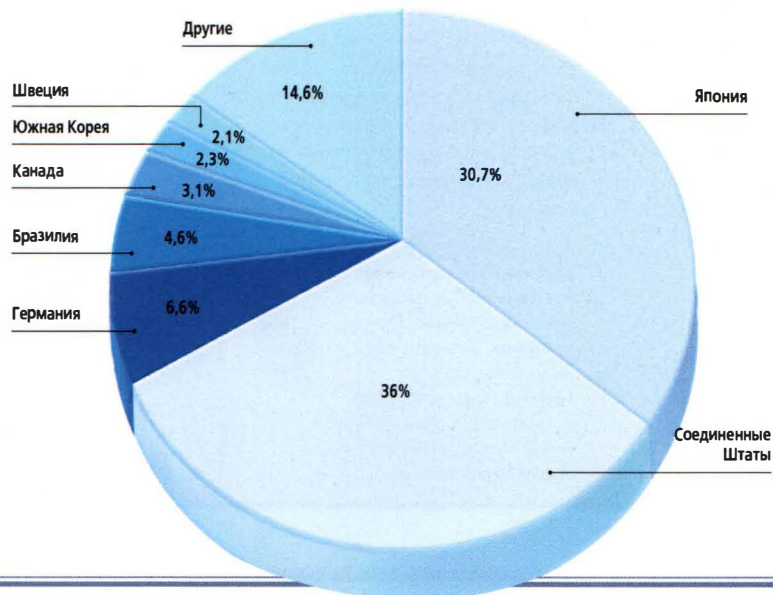
Лечение нарушений пищевого поведения

При своевременной терапии нарушения пищевого поведения вполне излечимы, у пациента полностью восстанавливается физическое и психологическое состояние. Для борьбы с чувством стыда или отвращения к своему телу применяют психотерапевтические подходы. При необходимости назначают антидепрессанты и контролируют диету. При обнаружении физической причины – например, опухоли, воздействующей на «пищевые» центры гипоталамуса, может потребоваться операция.



Смертность от нарушений пищевого поведения

Сравнение смертности в разных странах показывает, что свою роль в развитии нарушений пищевого поведения играют социальные и культурные факторы. Можно видеть, что нервная анорексия и булимия имеют наибольшее распространение в обществах, где эталоном красоты считают тонкую талию.



ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Как и некоторые другие системы организма, выделительная система многофункциональна: она очищает кровь и поддерживает химический баланс организма. Миллионы микроскопических нефронов почек постоянно фильтруют кровь, удаляя излишки воды, продукты распада и другие субстанции. Отфильтрованная жидкость называется фильтратом, с нее начинается образование мочи. По мере прохождения фильтрата по нефронам (функциональным единицам почек) они переносят в него из крови соли, образующиеся в ходе метаболизма отходы и другие потенциально токсичные материалы. В то же время нефроны забирают из фильтрата нужные субстанции и регулируют содержание в нем воды. В результате выходящая из почек очищенная кровь содержит достаточно воды для поддержания нормального артериального давления.

Химический баланс организма

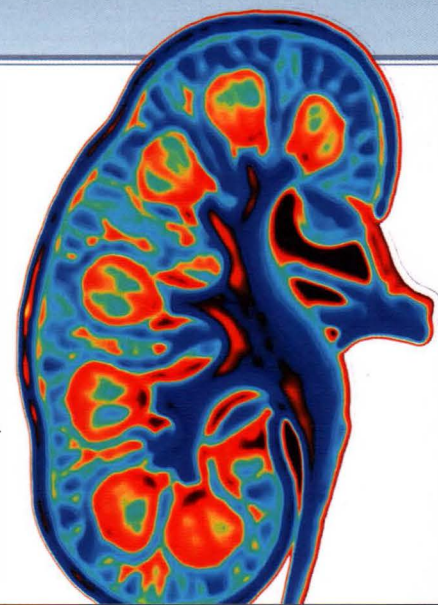
Выделительная система связана с другими системами организма. Почечные артерии и вены доставляют кровь к почкам и от них, клетки почек опутаны сложной сетью сосудов, обеспечивающих их кислородом и удаляющих продукты распада. Пищеварительная система обеспечивает почки питательными веществами. Почки реагируют на поступающие субстанции, регулируя свою работу в целях поддержания химического баланса организма.

ЖИВИТЕЛЬНАЯ ВЛАГА

В среднем организм молодой женщины на 50% состоит из воды, а организма молодого мужчины – на 60%. Разница обусловлена в основном количеством скелетных мышц. Для мышечных волокон (как и для всех других клеток) вода необходима для поддержания жизнедеятельности. Вода является основным компонентом цельной крови, на нее приходится до 90% всего объема крови.

Динамическое равновесие

При изменении состава крови работа выделительной системы изменяется. Например, при употреблении большого количества воды почки быстро выводят излишки воды с мочой, чтобы избежать повышения артериального давления.

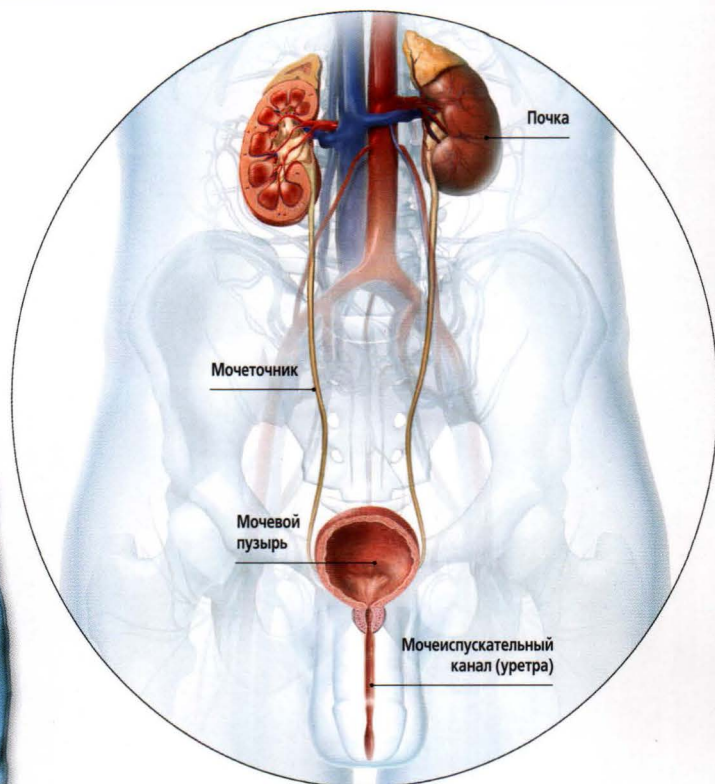


Фильтр крови

Это изображение, полученное с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии, демонстрирует почку. Активные фильтрующие кровь области окрашены в оранжевый цвет.

КЛИНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЧИ

	Норма	Что показывает
Цвет	От светло-желтого до темно-желтого	Позволяет оценить количество воды в моче. Некоторые продукты, витамины и лекарства могут изменять цвет мочи
Прозрачность	Прозрачная	Мутная моча может содержать бактерии, слизь и другие субстанции
Запах	Свежая моча имеет легкий «пикантный» запах	Некоторые продукты и лекарства могут изменять запах мочи. Резкий неприятный запах может указывать на инфекцию, а «фруктовый» – на диабет или голодание
рН	4,6–8,0	Показывает кислотность мочи. На нее могут влиять продукты, лекарства или заболевания
Белок	Не присутствует	Появление белка в моче может быть признаком заболевания почек. Среди других причин – лихорадка, беременность или чрезмерная физическая нагрузка
Глюкоза	Не присутствует	Наиболее распространенная причина появления глюкозы («сахара») в моче – диабет. Другой причиной может быть заболевание почек
Кетоны	Обычно не присутствуют	Кетоны образуются в организме при расщеплении жиров. Их появление в моче может указывать на голодание, низкоуглеводную диету, диабетический ацидоз и иногда алкогольное отравление
Кровь	Не присутствует	Появление в моче красных или белых кровяных клеток может быть признаком инфекции или травмы мочевыводящих путей
Бактерии	Не присутствуют	Бактерии в моче указывают на инфекцию. Признаком бактерий может быть также появление в моче нитратов



Мужская и женская выделительная система

У мужчин и женщин выделительная система отличается только мочеиспускательным каналом. У мужчин его длина составляет около 23 см, а у женщин – всего 5 см. В связи с этим у женщин чаще развиваются инфекции мочевого пузыря, т.к. бактериям проще туда проникнуть.

Почечная артерия

Кровь поступает в почки по парным почечным артериям. В почках они ветвятся, подводя кровь ко всем фильтрующим единицам.

Надпочечник

Почечная вена

Парные почечные вены несут очищенную кровь обратно в общую систему кровообращения.

Почка

Две фасолеобразные почки отфильтровывают из крови продукты распада и регулируют количество воды и электролитов. Почки расположены в задней части брюшной полости чуть выше талии.

Почечная пирамида

Мочеточник

Образующаяся в почке моча оттекает в мочевой пузырь по мочеточнику.

Мочевой пузырь

Этот полый мышечный растяжимый мешок служит для временного хранения мочи.

Наружный сфинктер мочеиспускательного канала

Этот сфинктер расположен вокруг отверстия уретры и состоит из скелетной мышцы, позволяющей произвольно контролировать мочеиспускания.

Мочеиспускательный канал

По этому протоку моча выходит при мочеиспускании. Другое название – уретра.



Эмбриональное развитие

К восьми неделям внутриутробного развития эмбрион уже имеет крошечные почки. Сначала они расположены в тазовой области, а затем постепенно перемещаются вверх, занимая обычное положение. Почки начинают вырабатывать мочу примерно на 12 неделе развития, и с этого момента плодная моча составляет все большую часть амниотической жидкости.

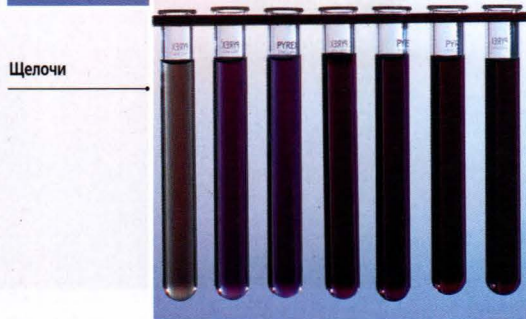
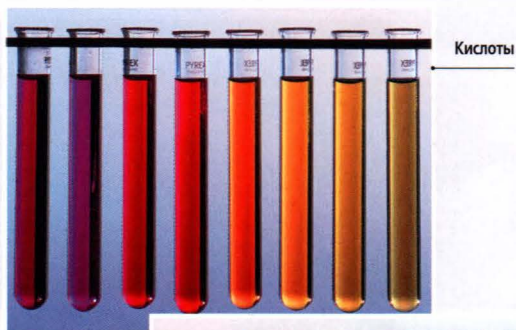
ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА



Тело человека состоит в основном из жидкости. Клеточные органеллы плавают в цитоплазме, содержащей ферменты и другие необходимые субстанции, обеспечивающие жизненно важные химические реакции или образующиеся в ходе этих реакций. Жидкости заполняют пространства между клетками. Тканевая жидкость и плазма крови образуют внеклеточную жидкость (ВКЖ), на которую приходится более половины веса тела. Химический состав ВКЖ постоянно меняется по мере того, как клетки потребляют питательные вещества, кислород, гормоны и другие субстанции, высвобождая взамен метаболиты и продукты распада.

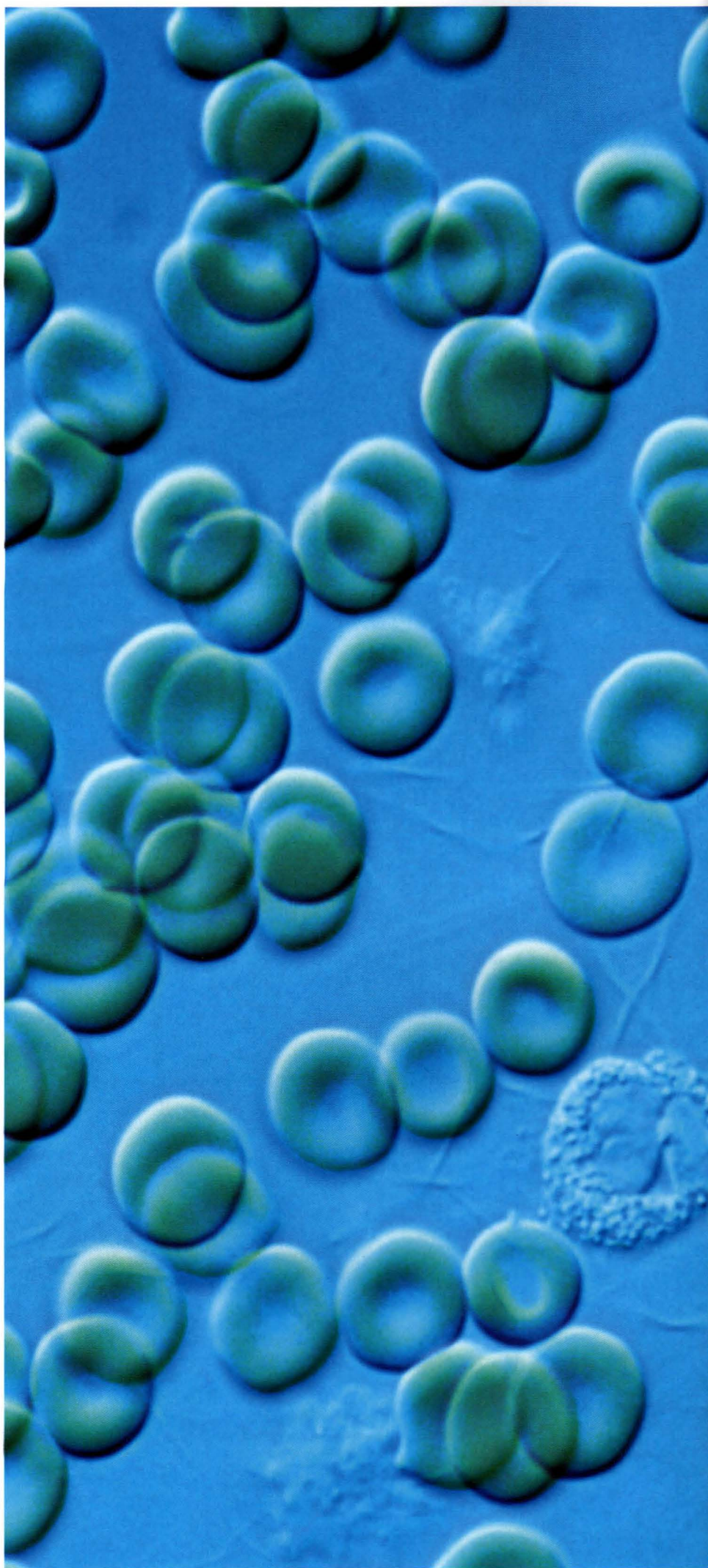
ЭЛЕКТРОЛИТЫ

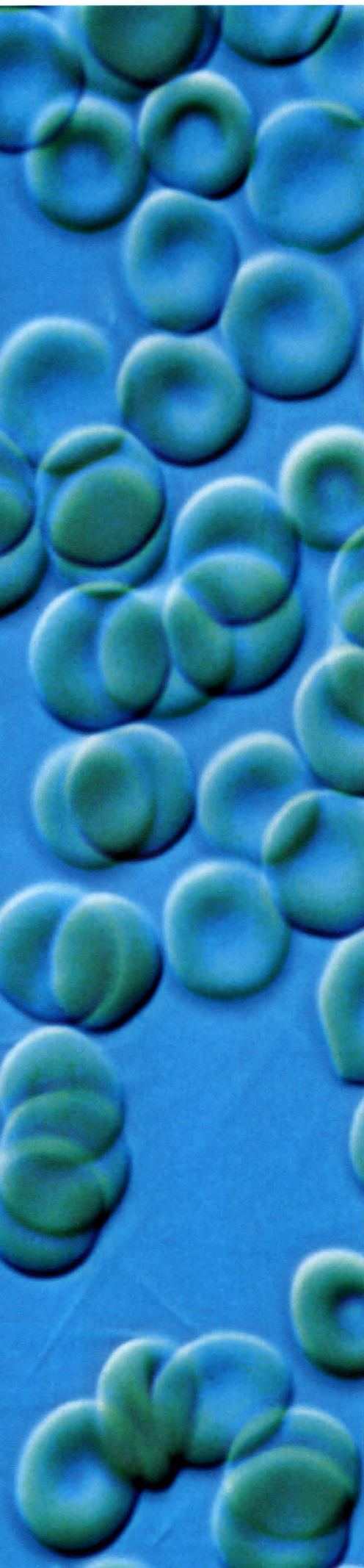
Почки контролируют содержание в ВКЖ определенных солей, включая соли натрия, кальция, калия и фосфора, которые исполняют роль электролитов, т.е. ионов, обуславливающих электрическую проводимость раствора. Без электролитов нейроны не могут проводить нервные импульсы. Почки также контролируют количество кислот и щелочей, поддерживая кислотность ВКЖ на определенном уровне.



Шкала pH

На рисунке в пробирках содержится жидкость с разным уровнем pH, что видно по изменению цвета. pH – это показатель концентрации ионов водорода, который может изменяться от 0 до 14. Чем ниже pH, тем выше кислотность. Значения от 6 до 0 соответствуют кислотам, а от 8 до 14 – щелочам. У нейтральных растворов pH = 7. Почки поддерживают pH на почти нейтральном уровне 7,3–7,5.





Поддержание баланса

Благодаря совместной работе нервной и выделительной систем, баланс воды и солей в организме поддерживается на определенном уровне. Ежедневно человек потребляет примерно 2,6 л жидкости и столько же теряет с мочой, калом, потом и испарениями с поверхности кожи и легких. Вода необходима для метаболических реакций в клетках. В головном мозге расположен «центр жажды», контролирующий потребление жидкости и обеспечивающий ее восполнение. Главной задачей почек является контроль над выведением воды из организма и недопущение обезвоживания.

Вода в организме

Вода крайне важна для поддержания жизнедеятельности. Отчасти это связано с тем, что большая часть реакций проходит в водных растворах. На рисунке слева показаны клетки крови в водном растворе, который называется плазмой.



Водяной пар

Баланс воды в организме постоянно изменяется по мере ее поступления и потери. Примерно треть теряемой ежедневно воды уходит в форме водяного пара, например, с выдыхаемым воздухом.



Потоотделение

Важное свойство воды – ее теплоемкость. Пот на 99% состоит из воды. При повышении температуры тела он выделяется на поверхность кожи и испаряется, что сопровождается охлаждением кожных покровов.



Жажда

Примерно половина всей воды поступает в организм с напитками. В головном мозге расположен нервный центр, регулирующий жажду. При необходимости он заставляет человека пить, что позволяет избежать обезвоживания. При физической нагрузке потребность в жидкости возрастает.

Почки

Почки являются основными фильтрами крови. Длина почки составляет около 10 см, а толщина 5,5 см, и она состоит примерно из миллиона микроскопических фильтрующих единиц – нефронов. Такое огромное количество фильтров нужно для непрерывного удаления из крови продуктов распада и регулировки баланса воды, соли и других субстанций. В почках синтезируется гормон эритропоэтин, стимулирующий выработку красных кровяных клеток, кроме того, здесь образуется активная форма витамина D, необходимая для усвоения кальция из пищи. В почках синтезируется фермент ренин, участвующий в регулировании артериального давления. Здоровые почки работают удивительно эффективно. Человек рождается с двумя почками, но вполне может жить и с одной.



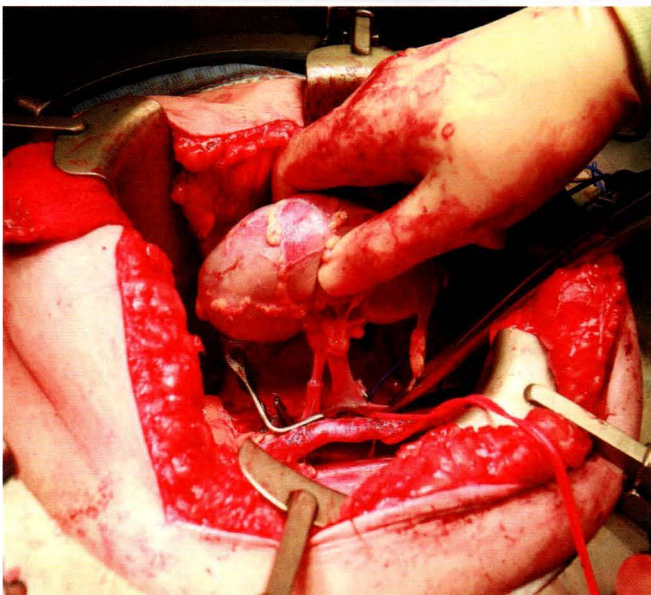
Нефроны

На этом цветном изображении можно видеть внутреннюю часть изогнутой трубочки нефрона, в которой формируется моча. Капли мочи собираются в протоки, впадающие в центральную полость почки – почечную лоханку.

ФЕРМЕНТЫ И ГОРМОНЫ ПОЧЕК	
Название	Функции
Ренин	Фермент, участвующий в регулировании артериального давления. Когда необходимо сохранить жидкость в организме, ренин запускает реакции, в ходе которых образуется ангиотензин II
Ангиотензин II	Белок, вызывающий секрецию альдостерона корой надпочечников. Альдостерон уменьшает выделение воды (и соли) почками
Эритропоэтин	Гормон, стимулирующий выработку красных кровяных клеток в костном мозге

Пересадка почки

Если пациент в остальном здоров, и удастся подобрать подходящего донора (по совместимости крови и ткани), то успех трансплантации весьма высок. Пересадка почки требуется если в результате заболевания обе почки перестали функционировать. После операции почка постепенно увеличивается в размере, так что фильтрующая способность достигает 80% нормальной почки. Лучше приживаются почки от живого донора, хотя почки погибших тоже спасли многие жизни.



Усвоение кальция

Дефицит кальция, витамина D или фосфата вызывает ослабление костей – рахит, ведущий к искривлению ног, как показано на снимке. При некоторых генетических нарушениях нефроны почек не могут реабсорбировать фосфор, необходимый для роста костей, и развивается «почечный рахит».

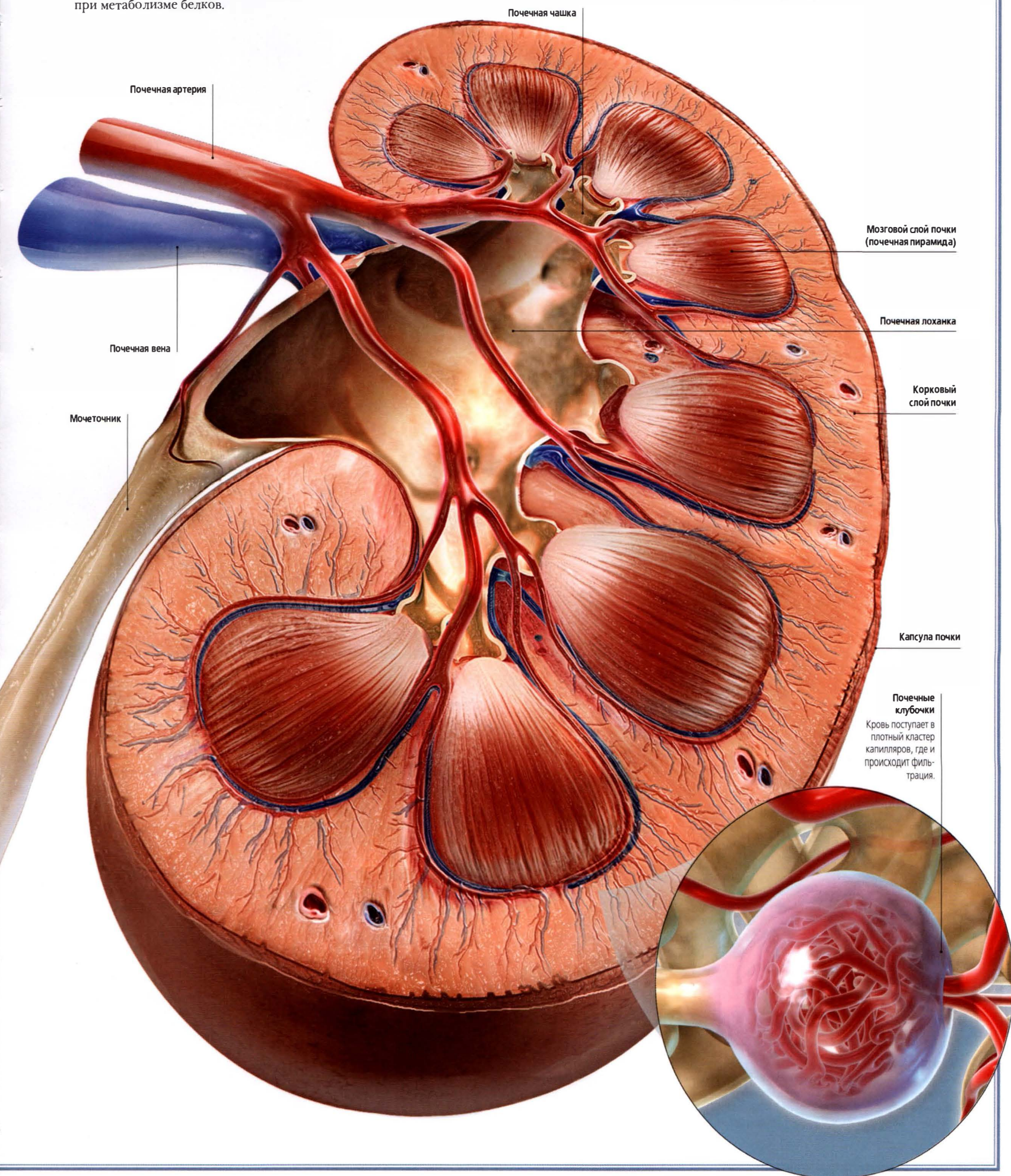
Эффективные фильтры

В состоянии покоя почки получают до 25% перекачиваемой сердцем крови. Каждые 24 часа нефроны мужчины фильтруют и перерабатывают примерно 378 л жидкости, а нефроны женщины – 314 л.

Отфильтрованная жидкость (фильтрат) не содержит кровяных клеток и белков. Она состоит из воды, сахара, аминокислот, натрия и мочевины. Мочевина – это потенциально токсичный продукт, образующийся при метаболизме белков.

Анатомия почки

Почка состоит из коркового и мозгового слоя, через которые проходят трубочки нефронов. При этом фильтрующие части трубочек расположены в корковом слое, а петля Генле, в которой реабсорбируется вода, – в мозговом. Моча оттекает по почечным чашкам в почечную лоханку, а оттуда – в мочеточник.



ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ

Процесс образования мочи позволяет проследить работу почек по очищению крови от токсинов и чужеродных веществ (например, антибиотиков) с сохранением нужных солей и воды.

В этом процессе можно выделить три последовательные стадии. Сначала нефроны отфильтровывают из крови воду и растворенные в ней материалы. Затем нужные организму вещества возвращаются в кровь, а оставшиеся выводятся с мочой. Очищенная и освобожденная от всего «лишнего» кровь оттекает от почек. Цвет мочи различается от светло-желтого до темно-желтого в зависимости от количества в ней воды. Выведение воды регулируется почками в зависимости от количества потребляемой жидкости и объема (и давления) крови. В общем, как минимум 70% отфильтрованной из крови воды и солей реабсорбируются обратно.



Диуретики (мочегонные)

Диуретики снижают реабсорбцию воды нефронами, в результате чего вырабатывается больше мочи. Эти препараты иногда назначают для снижения артериального давления при гипертонии. Мочегонный эффект оказывают некоторые продукты, включая спиртное и кофеин (содержащийся в чае, кофе и коле). Среди растительных мочегонных средств – корень одуванчика, который заваривают как чай.



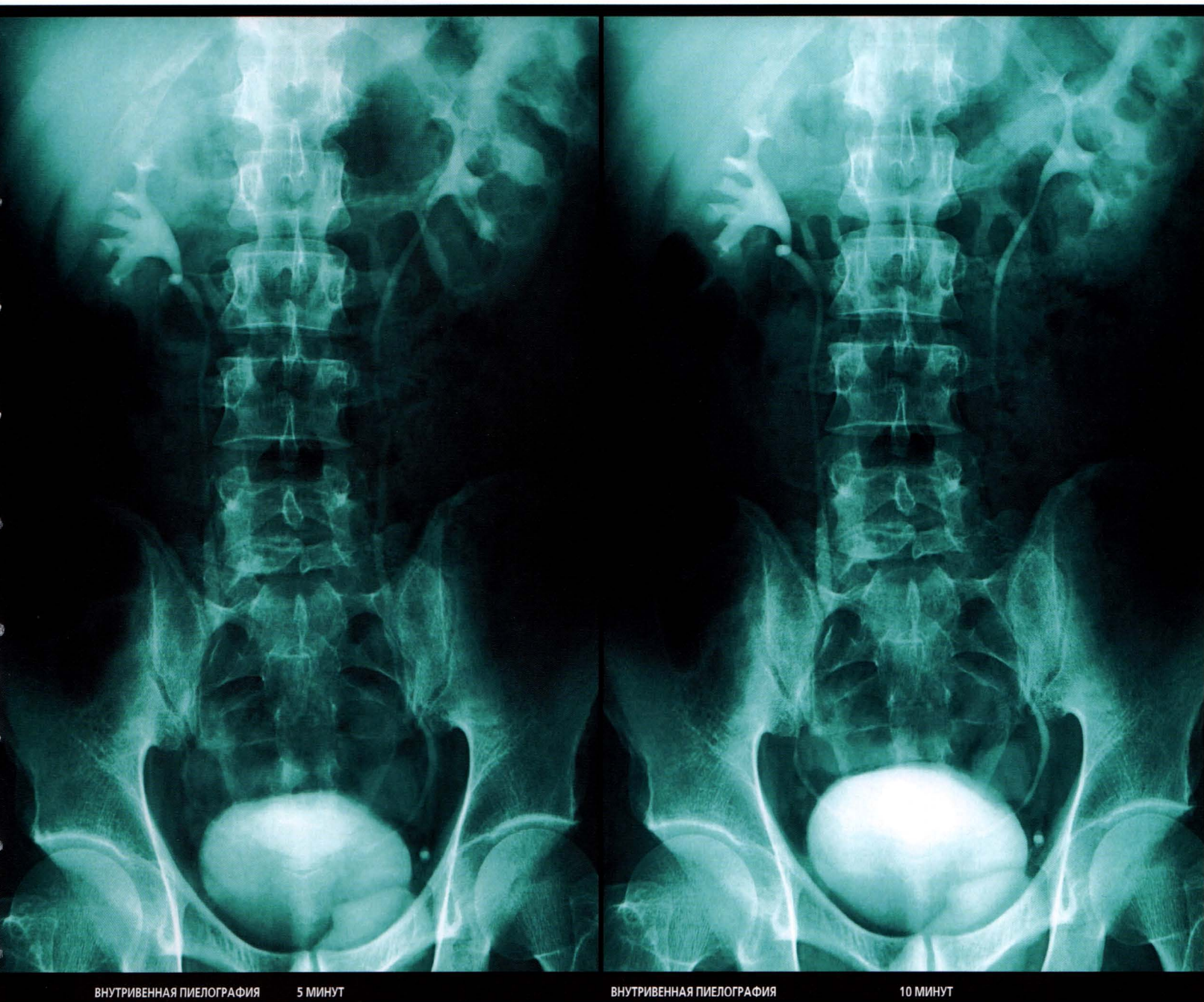
ВНУТРИВЕННАЯ ПИЕЛОГРАФИЯ

1 МИНУТА

АНАЛИЗ МОЧИ

Анализ мочи позволяет получить важную информацию о состоянии здоровья. Обнаружение гноя (отмерших белых кровяных клеток) указывает на инфекцию мочевыводящих путей. Наличие красных кровяных клеток может быть признаком инфекции, травмы, почечных камней или других проблем. Желтый цвет мочи обусловлен солями желчных кислот, при увеличении их концентрации можно заподозрить заболевание печени или желчного пузыря. Появление сахара в моче может указывать на диабет, а белка – на тяжелую гипертонию или другие заболевания сердечно-сосудистой системы.





Визуализация мочевого пузыря

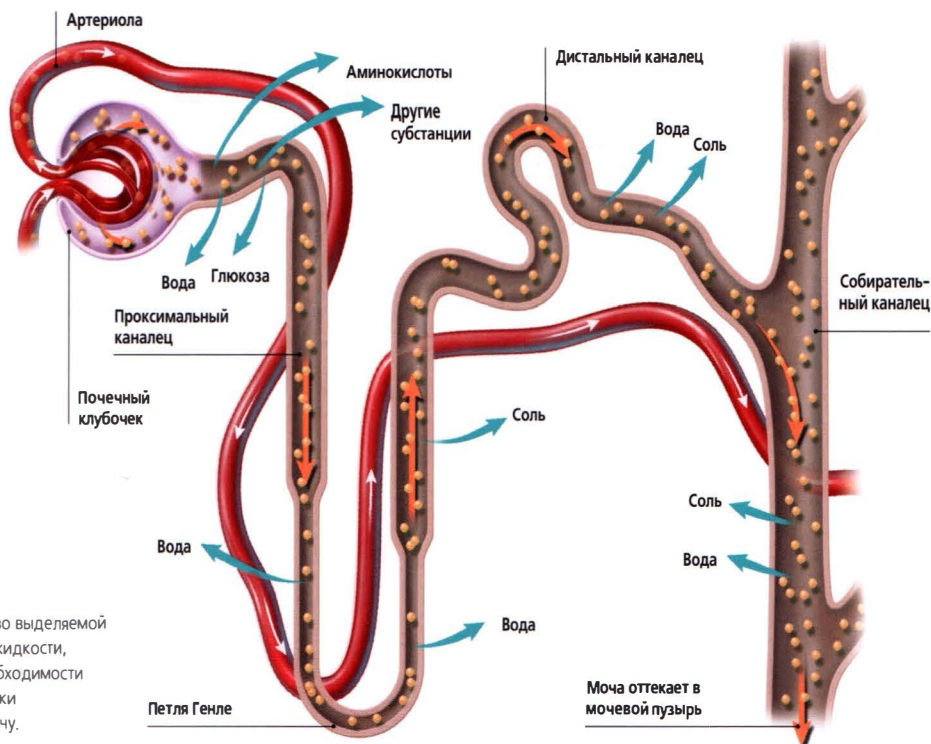
Для диагностики нарушений мочевыводящих путей иногда нужно оценить работу мочевого пузыря – как он наполняется мочой и как ее удерживает. Для изучения уродинамики используют рентген с введением в мочевой пузырь раствора контрастного вещества, например, бария. Это улучшает видимость мочевыводящих путей на снимке.

Выведение из организма токсичного азота

В клетках при разрушении белков и нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) образуются мочевины и мочевая кислота. В скелетных мышцах при синтезе энергоемких молекул из креатина образуется еще один азотсодержащий продукт – креатинин. Нефроны почек отфильтровывают эти потенциально опасные субстанции из крови. Затем по мере прохождения мочи через петлю Генле некоторое количество мочевины и мочевой кислоты реабсорбируется обратно в кровь, а остальное выводится с мочой.

Формирование мочи

Моча образуется в трубках нефронов. При этом количество выделяемой воды регулируется в зависимости от объема внеклеточной жидкости, включая объем крови. Гормоны АДГ и альдостерон при необходимости вызывают задержку воды в организме. В других случаях почки автоматически вырабатывают слабо концентрированную мочу.



ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Практически все отделы выделительной системы подвержены инфекциям, распространению которых способствуют половые контакты. Симптомы включают частые мочеиспускания и боль в пораженном органе или ткани. Для лечения обычно применяют антибиотики. Инфекцию, ограниченную уретрой, называют уретритом. При распространении возбудителя на мочевой пузырь развивается инфекция мочевыводящих путей (ИМП), а при воспалении возникает цистит. Причиной ИМП часто бывают попавшие в уретру кишечные бактерии. При подозрении на ИМП необходима диагностика, т.к. сходные симптомы могут указывать на злокачественные новообразования мочевого пузыря. Злокачественные опухоли чаще развиваются у мужчин и легко излечимы на ранних стадиях.

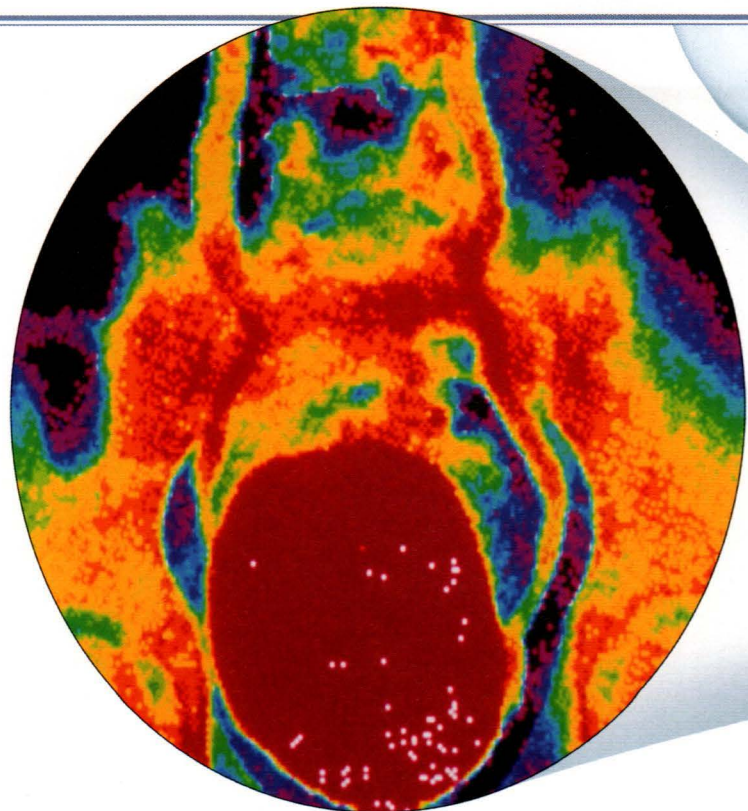
Инфекции мочевыводящих путей

ИМП чаще развиваются у женщин, т.к. длина женской уретры составляет всего 5 см. Кроме частых болезненных мочеиспусканий, симптомы могут включать боль в пояснице и легкое недержание мочи. У мужчин тоже может развиваться ИМП, при этом инфекция иногда переходит на предстательную железу.

ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫЙ ЦИСТИТ

Интерстициальный цистит диагностируют по анализу мочи, как показано ниже, но это заболевание во многом остается неизученным.

Интерстициальным циститом чаще страдают женщины, при этом не всегда прослеживается связь с инфекцией, и симптомы могут варьировать. В большинстве случаев пациенты жалуются на боль и дискомфорт в мочевом пузыре, и частые позывы к мочеиспусканию.



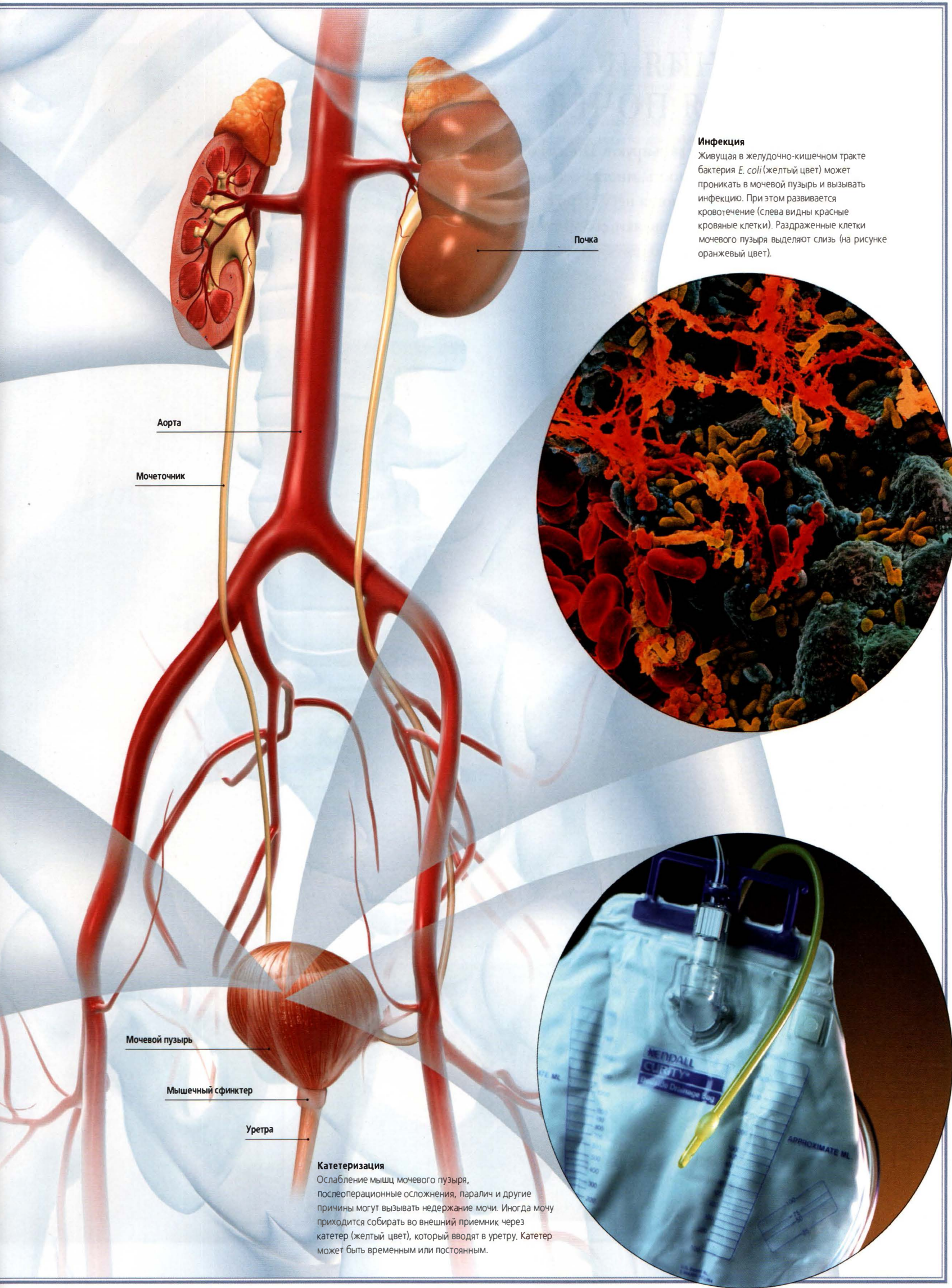
Пузырно-мочеточниковый рефлюкс

Закупорка уретры или спазмы мочевого пузыря могут приводить к обратному забросу мочи в мочеточник, что ведет к развитию инфекции. На этом снимке можно видеть скопление мочи (красный цвет) в мочевом пузыре, вызывающее обратное течение мочи к почкам (сверху справа и слева).



Злокачественные новообразования мочевого пузыря

На этом цветном рентгеновском снимке видна злокачественная опухоль мочевого пузыря. Такие опухоли весьма распространены, особенно у курящих. Ранние симптомы включают появление крови в моче и чувство сдавленности при увеличении опухоли.



Почка

Аорта

Мочеточник

Мочевой пузырь

Мышечный сфинктер

Уретра

Инфекция

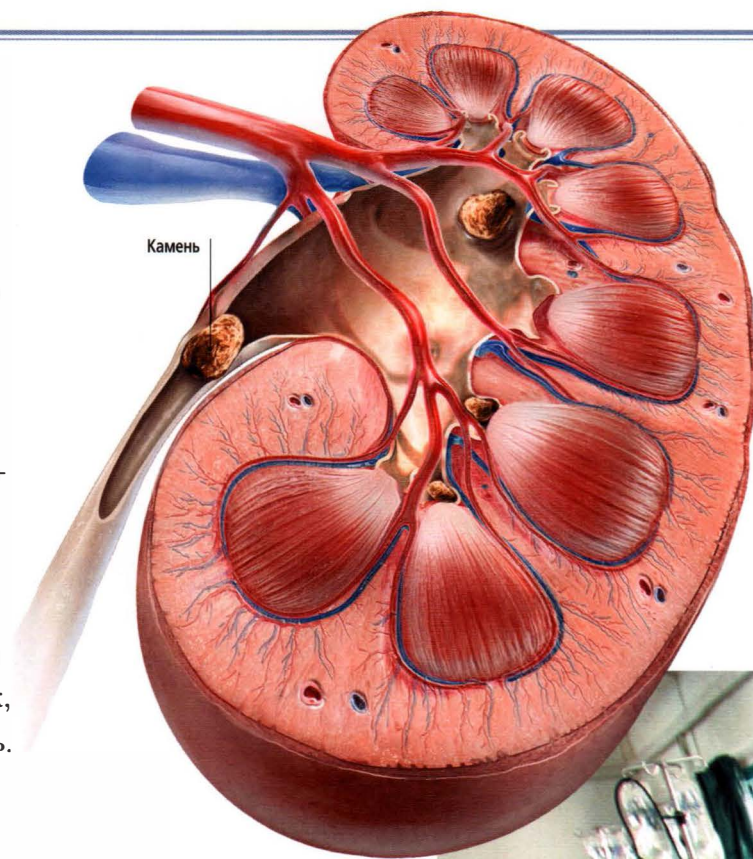
Живущая в желудочно-кишечном тракте бактерия *E. coli* (желтый цвет) может проникать в мочевой пузырь и вызывать инфекцию. При этом развивается кровотечение (слева видны красные кровяные клетки). Раздраженные клетки мочевого пузыря выделяют слизь (на рисунке оранжевый цвет).

Катетеризация

Ослабление мышц мочевого пузыря, послеоперационные осложнения, паралич и другие причины могут вызывать недержание мочи. Иногда мочу приходится собирать во внешний приемник через катетер (желтый цвет), который вводят в уретру. Катетер может быть временным или постоянным.

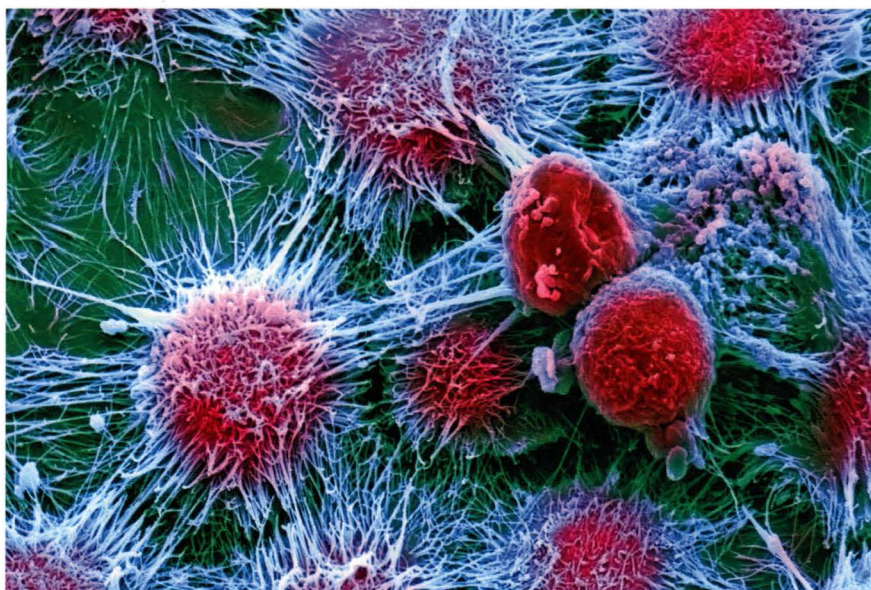
ЗАБОЛЕВАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ПОЧЕК

Почечные патологии сильно варьируют. Иногда они не более чем мелкая неприятность, иногда весьма болезненны, но неопасны, а иногда несут угрозу для жизни. Почечные камни представляют собой твердые образования, часто неправильной формы, состоящие из смеси кальцийсодержащих соединений, мочевой кислоты и других субстанций. Они формируются во внутренней полости почки – почечной лоханке. Мелкие камни без особых проблем выходят с мочой, но крупные могут закупоривать мочеточник, мочевой пузырь или уретру и вызывать сильную боль. На почки может распространяться инфекция мочевыводящих путей, вызывая развитие пиелонефрита. Это тяжелое заболевание, симптомы которого включают боль в животе, лихорадку и спутанность сознания. Бактериальные инфекции, диабет и аутоиммунные нарушения могут вызывать повреждения почек.



Почечные камни

Почечные камни состоят из солей кальция, мочевой кислоты и других материалов, которые скапливаются в почечной лоханке и изредка в почечных канальцах. Прохождение камня по мочеточнику сопровождается сильной болью.

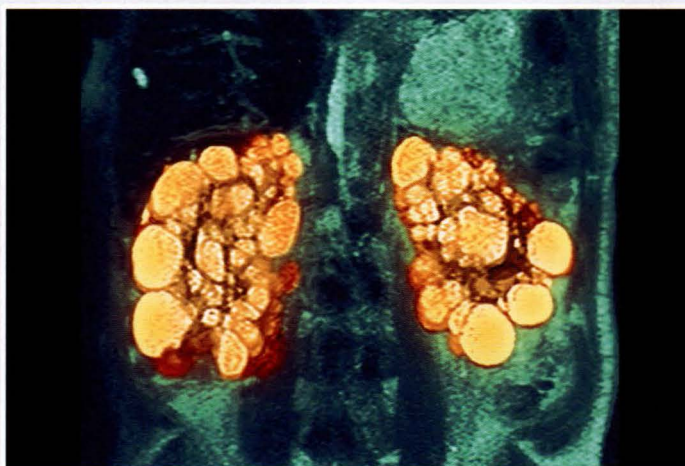


Злокачественные новообразования почек

На рисунке розово-пурпурным цветом показаны злокачественные клетки из опухоли почки. Эти клетки выпускают тонкие псевдоподии (ложноножки), позволяющие им отделяться от первичной опухоли, что является первым шагом в образовании метастазов.

Поликистоз Почки

Одно из самых распространенных генетических нарушений. Первыми признаками обычно бывают частые инфекции мочевыводящих путей. К среднему возрасту повреждение почек достигает такого уровня, что требуется диализ, и затем развивается почечная недостаточность. Единственным лечением является трансплантация почки.



Гемодиализ

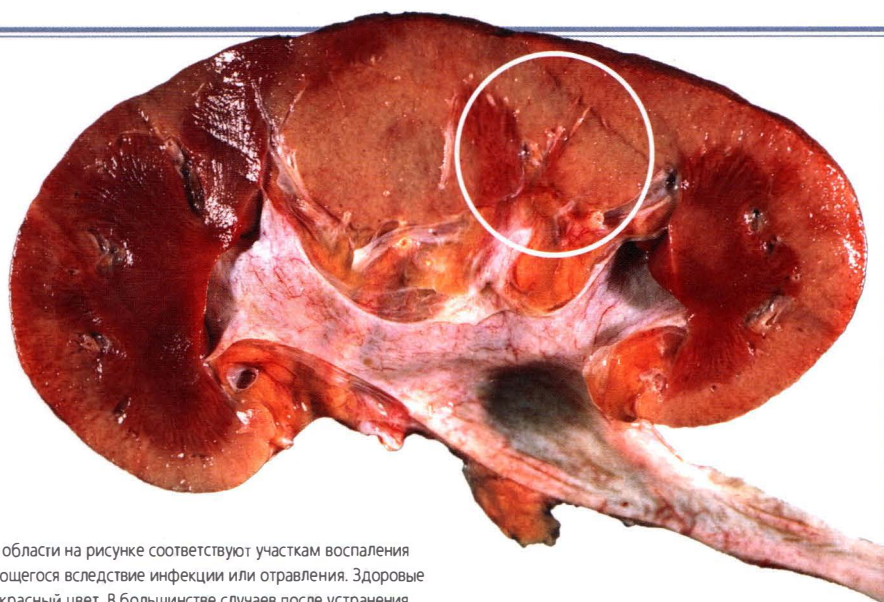
Аппарат для гемодиализа обычно подсоединяют к артериовенозной фистуле, которую создают, соединив напрямую артерию с веной, минуя капилляры и ткани. Кровь пускают через трубочки, сделанные из проницаемого материала, похожего на мембрану. Окружающий трубочки раствор вытягивает из крови продукты распада, затем кровь возвращается в кровеносную систему пациента. Диализ приходится делать несколько раз в неделю, это считают временной мерой до восстановления работы почки или трансплантации.

Сеанс гемодиализа

В секторе Газа пациент с почечной недостаточностью ждет, когда его подключат к аппарату гемодиализа. Сеанс занимает от трех до пяти часов, и его необходимо делать три раза в неделю.

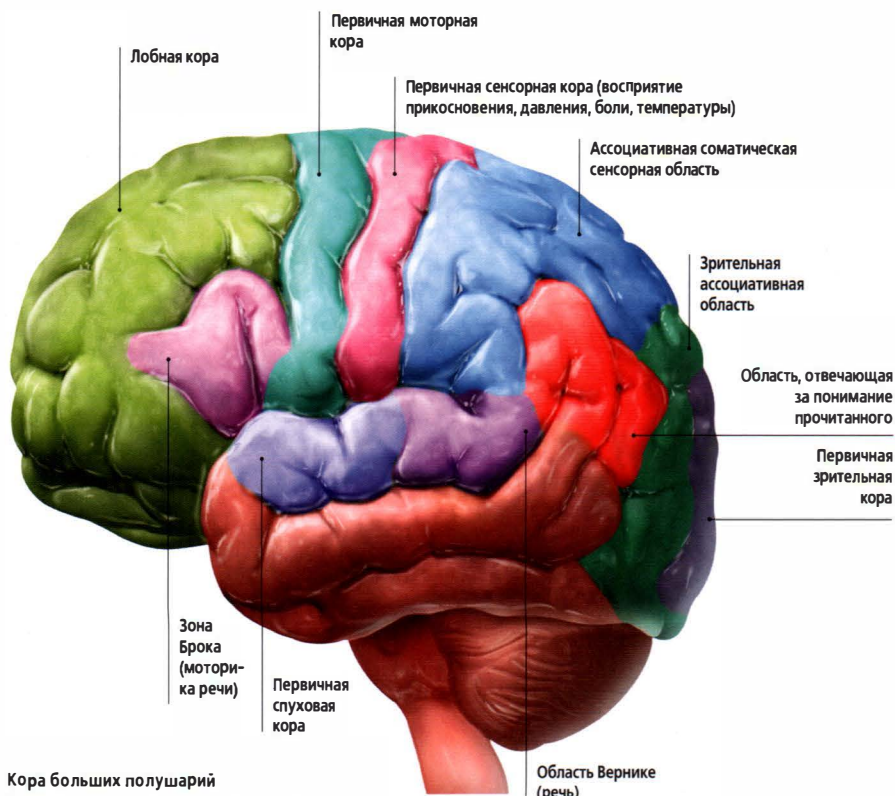
Нефрит

Светло-коричневые области на рисунке соответствуют участкам воспаления (нефрита), развивающегося вследствие инфекции или отравления. Здоровые ткани имеют темно-красный цвет. В большинстве случаев после устранения причины пациенты выздоравливают.

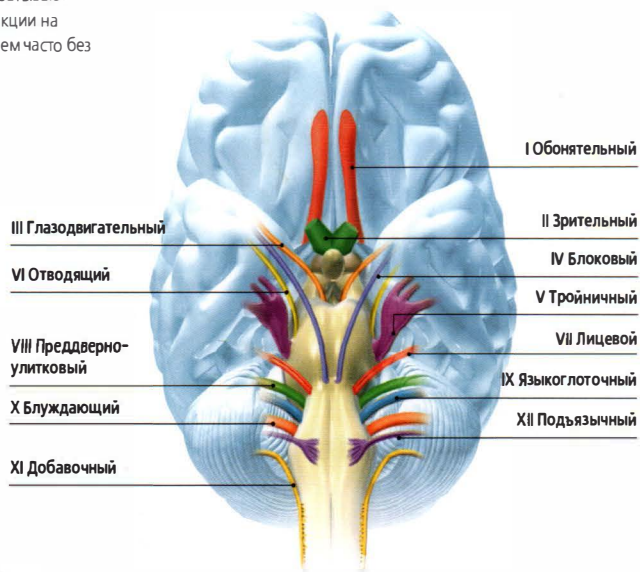


СИСТЕМА ОРГАНОВ ЧУВСТВ

Жизнедеятельность организма зависит от поступления в головной и спинной мозг сенсорной информации. Это позволяет организму реагировать на изменения окружающих условий и внутреннего состояния. Органы чувств включают миллионы сенсорных рецепторов разной сложности. Ощущения делятся на две категории: общие (прикосновения, боль, температура и давление) и специализированные (зрение, слух, обоняние, вкус и равновесие). Сенсорные рецепторы тоже распадаются на группы. Экстероцепторы воспринимают внешние стимулы – прикосновение, температуру, звуки и свет. Интероцепторы воспринимают стимулы, возникающие во внутренних органах. Расположенные в мышцах, сухожилиях, суставах и связках проприоцепторы информируют мозг о положении и движениях тела.



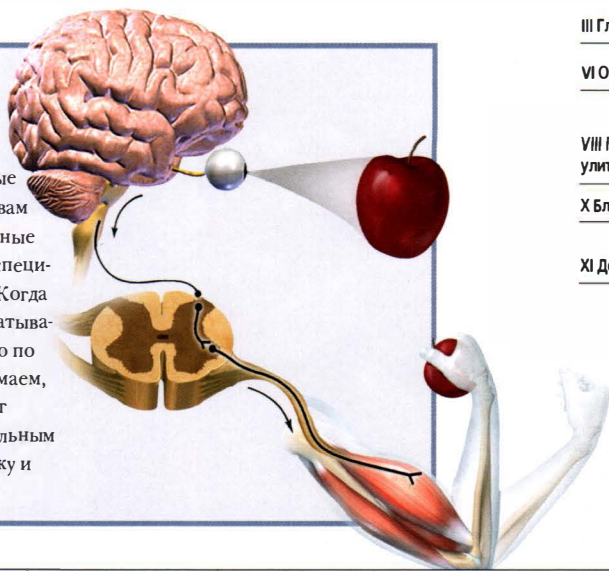
Кора больших полушарий
Отдельные участки коры головного мозга отвечают за разные моторные и сенсорные функции. Они получают и перерабатывают информацию и контролируют реакции на постоянный поток стимулов, причем часто без нашего сознательного участия.



Черепно-мозговые нервы
Двенадцать пар нервов передают сигналы в головной мозг. Некоторые из них, например зрительный, передают сенсорные сигналы от рецепторов, другие несут и сенсорные, и моторные сигналы. Кроме команд мышцам, такие «смешанные нервы» передают информацию о положении тела в пространстве, равновесии и движениях от расположенных в мышцах проприоцепторов.

ВОСПРИЯТИЕ И РЕАКЦИЯ

Рецепторы посылают нервные импульсы по сенсорным нервам в головной мозг, где полученные сигналы перерабатываются специальными нервными зонами. Когда зрительные центры перерабатывают информацию, полученную по зрительному нерву, мы понимаем, что видим яблоко. Затем мозг отправляет команды двигательным нейронам, чтобы поднять руку и взять яблоко.



ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ НЕРВ	Тип	Функция
I Обонятельный нерв	Сенсорный	Восприятие запаха
II Зрительный нерв	Сенсорный	Зрение
III Глазодвигательный нерв	Двигательный	Движение глазных яблок вверх, вниз и внутрь; подъем век; изменение формы хрусталика; сокращение зрачка
IV Блоковый нерв	Двигательный	Движение глазных яблок
V Тройничный нерв	Смешанный	Восприятие прикосновений, температуры и боли в области лица, рта и кожи головы; движения при жевании
VI Отводящий нерв	Двигательный	Движения глазных яблок наружу
VII Лицевой нерв	Смешанный	Восприятие вкуса от части языка; движения лицевых мышц; усиление выработки слез и слюны
VIII Преддверно-улитковый нерв	Сенсорный	Слух, равновесие
IX Языкоглоточный нерв	Смешанный	Восприятие вкуса от сосочков языка; глотание
X Блуждающий нерв	Смешанный	Парасимпатическая сенсорная иннервация различных органов грудной клетки и брюшной полости; участвует в контроле над глотанием, сердечным ритмом, дыханием и желудочной секрецией
XI Добавочный нерв	Двигательный	Движение некоторых мышц шеи и глотки
XII Подъязычный нерв	Двигательный	Движение мышц языка

Специализированные органы чувств

Хотя «специализированные чувства» кажутся очень разными (зрение, вкус, запах, слух и равновесие), все они воспринимаются сложными сенсорными рецепторами, расположенными в специализированных органах чувств головы – глазах, вкусовых сосочках языка, обонятельном эпителии носа, органе слуха и органе равновесия. Они позволяют нам получать богатую и подробную информацию об окружающем мире.

Обонятельная луковица

Глаза (зрение)

Обонятельные нервы

Полость носа

Язык (вкус)

Вкусовые сосочки

Уши (слух, равновесие)

Полукружные каналы

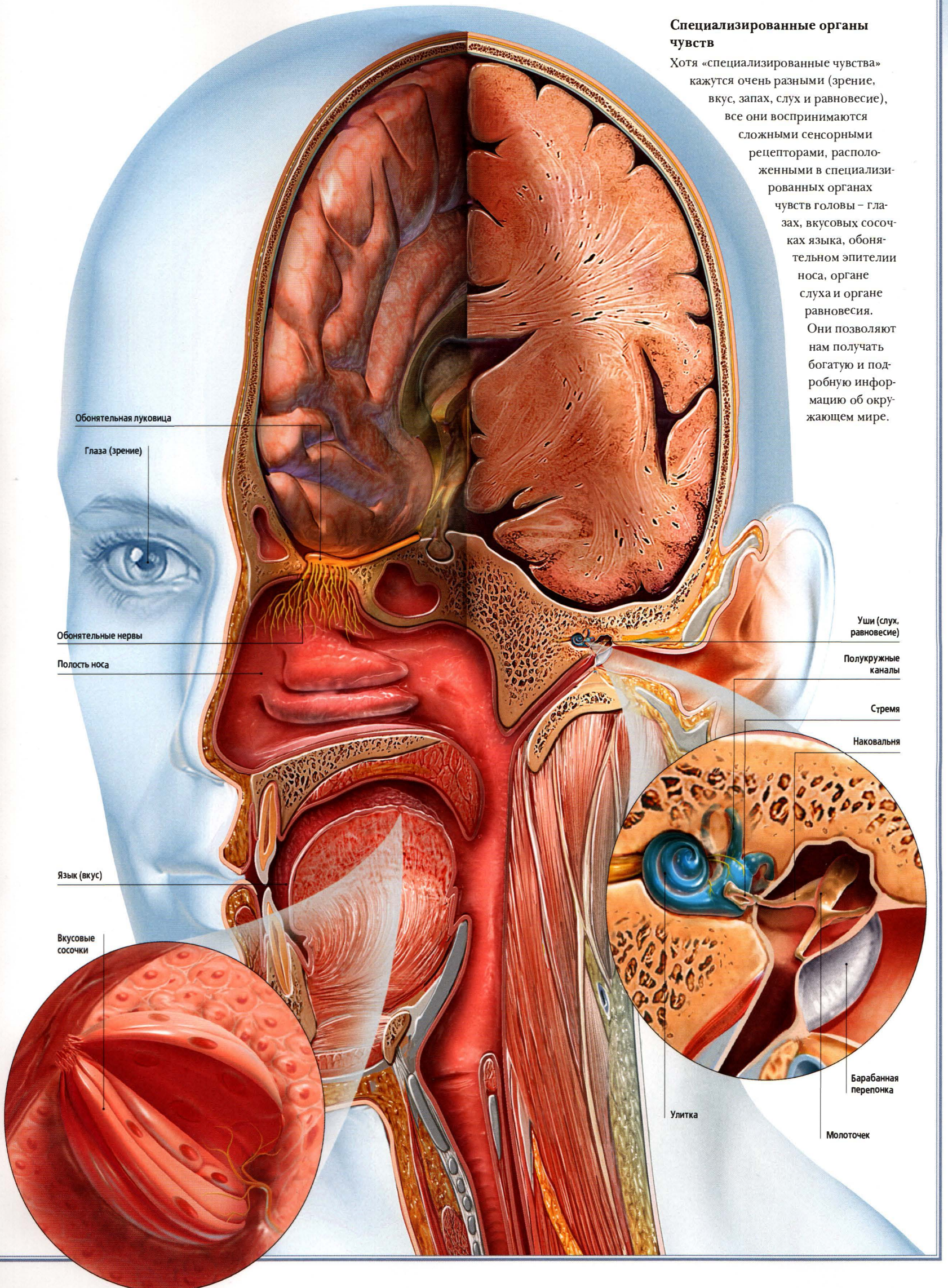
Стремя

Наковальня

Барабанная перепонка

Молоточек

Улитка



ЗРЕНИЕ

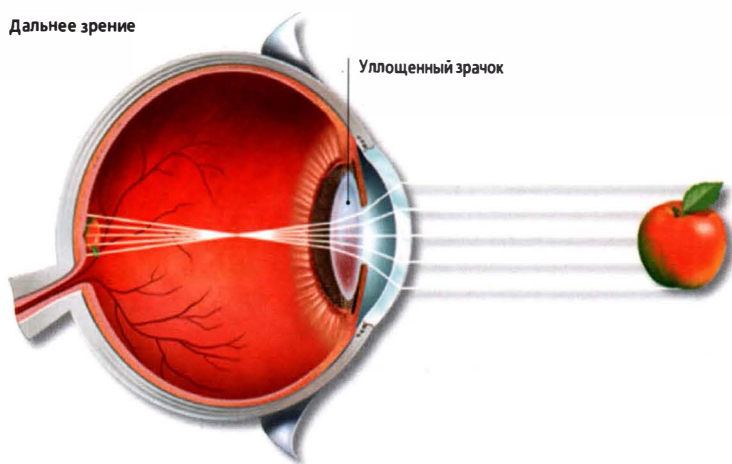


Глаз имеет трехслойное строение и позволяет нам видеть. Наружный слой состоит из роговицы и белой склеры – плотной фиброзной оболочки, защищающей нежные внутренние части. Средний слой содержит кровеносные сосуды и мышцы, управляющие хрусталиком – линзой, фокусирующей свет на третьем, самом глубоком слое – сетчатке. Сетчатка содержит более 125 миллионов фоторецепторов и нейроны. Аксоны от этих нейронов образуют зрительный нерв, передающий импульсы в головной мозг. Фоторецепторы очень чувствительны к свету. К ним относятся конусообразные клетки, реагирующие на яркий свет, и палочкообразные клетки, реагирующие на сумеречный свет.

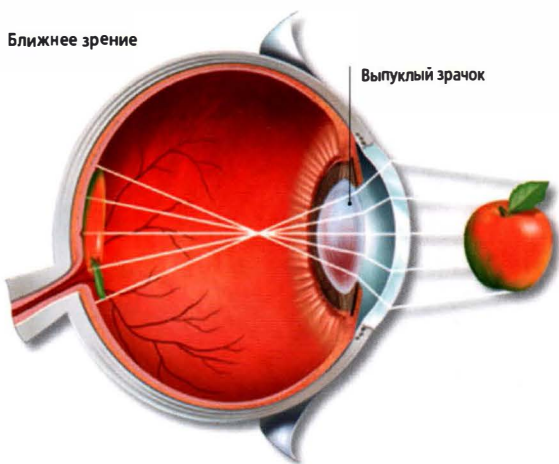
Фокусировка изображения

Небольшие изменения формы или положения хрусталика позволяют точно фокусировать световые волны на сетчатке. Хрусталик окружен узкой ресничной мышцей и прикреплен к ней с помощью связок. Если свет фокусируется за сетчаткой, мышца сокращается, и хрусталик становится более выпуклым, смещая фокальную точку вперед. Если свет фокусируется перед сетчаткой, мышца расслабляется и смещает фокальную точку назад. Этот процесс называют зрительной аккомодацией.

Дальнее зрение



Ближнее зрение

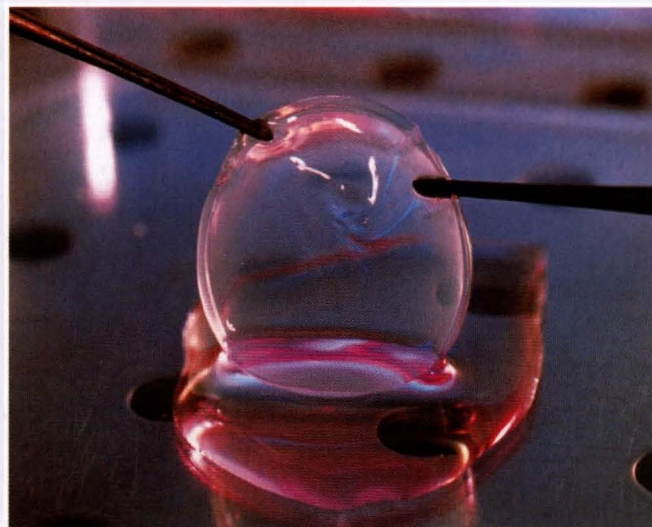


Радужная оболочка

Гладкомышечные волокна радужной оболочки расходятся из центра и образуют узор, уникальный у каждого человека. Это позволяет использовать радужную оболочку для идентификации личности. Сегодня в некоторые системы безопасности используют сканирование радужной оболочки глаза.

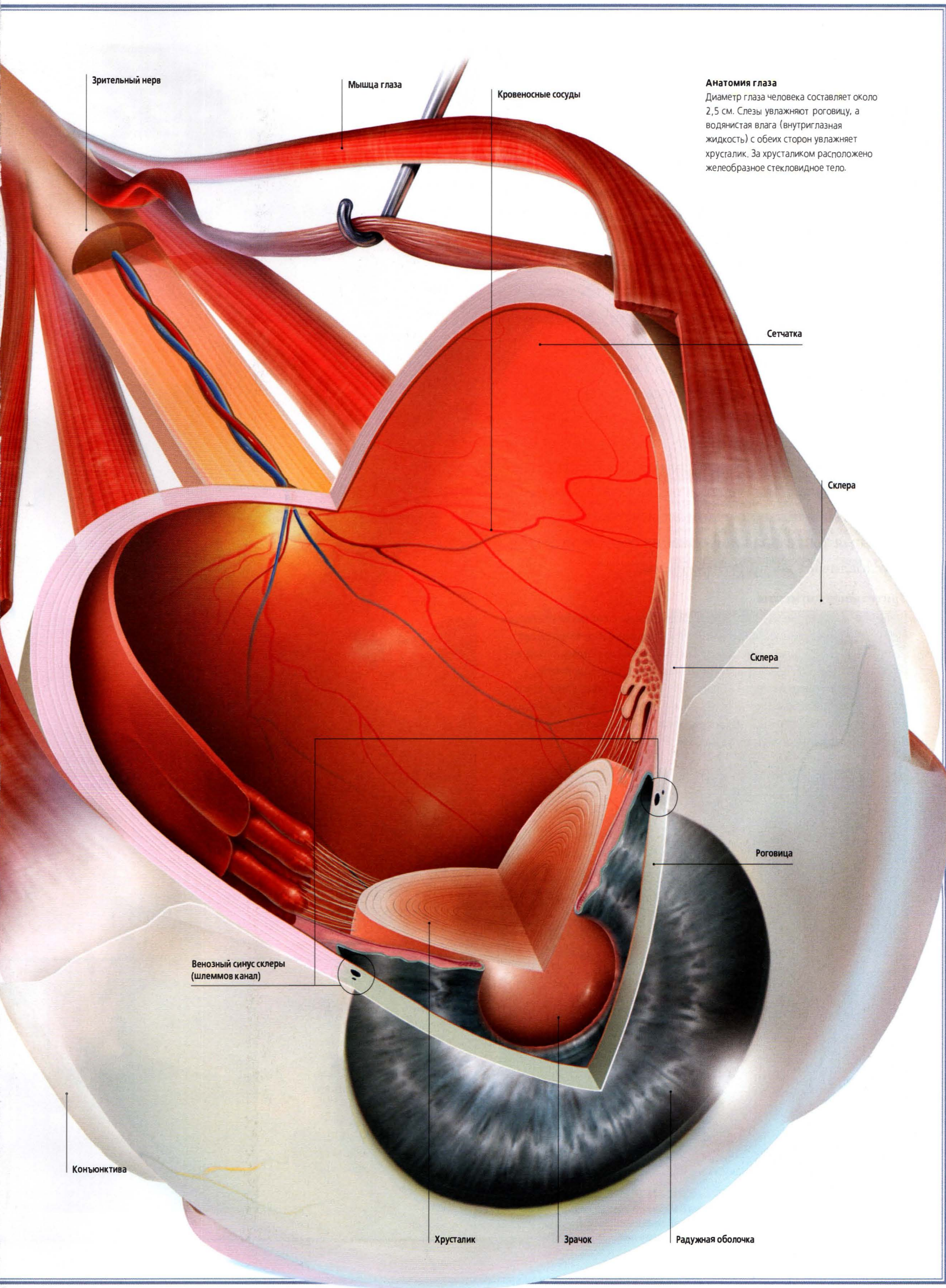
Кривизна роговицы

Попадая в глаз, световые лучи падают на изогнутую поверхность роговицы под разными углами. Проходя через роговицу, они преломляются и фокусируются на задней части глазного яблока. Изменение траектории световых лучей приводит к тому, что на сетчатке получается перевернутое изображение. Потом, в процессе переработки зрительной информации в головном мозге, изображение «переворачивается» обратно.



Выращенная роговица

Эта полоска прозрачной ткани была выращена в лаборатории из клеток роговицы человека. Эту ткань можно использовать для замены поврежденной роговицы.



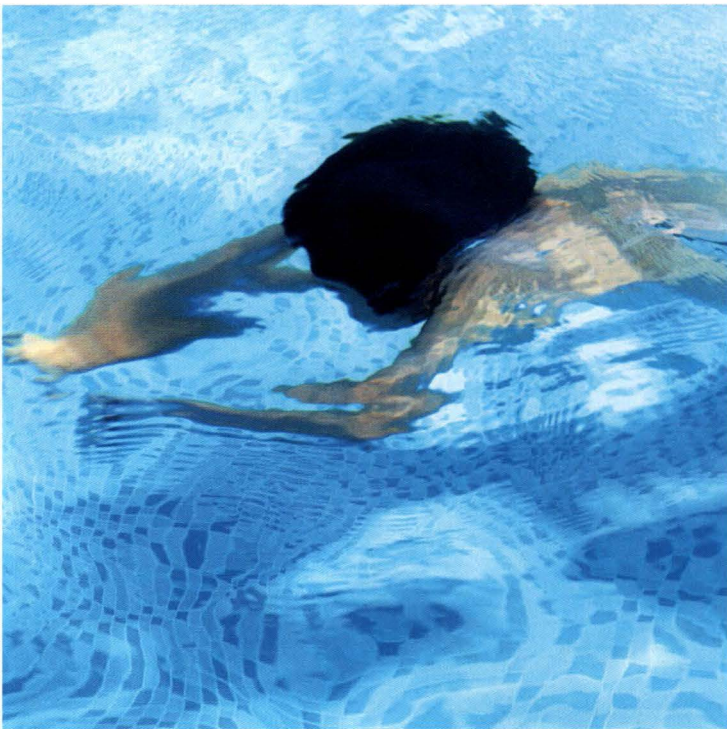
ОБРАБОТКА ЗРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ



Зрение – сложный процесс, требующий превращения световых волн в нервные импульсы. Он начинается в палочках и колбочках, фотопигменты которых улавливают падающий на сетчатку свет. Световая энергия вызывает кратковременное изменение формы пигментных белков, что вызывает генерацию импульсов в расположенных рядом с фоторецепторами нейронах. Эти импульсы переходят на другие нейроны, называемые ганглиозными клетками. Ганглиозные клетки перерабатывают поступающие сигналы и посылают нервные импульсы по своим аксонам, образующим зрительный нерв. Эти сигналы сначала поступают в первичную зрительную кору, затем в лежащие рядом ассоциативные центры, где сырая зрительная информация обрабатывается и обуславливает восприятие образов.

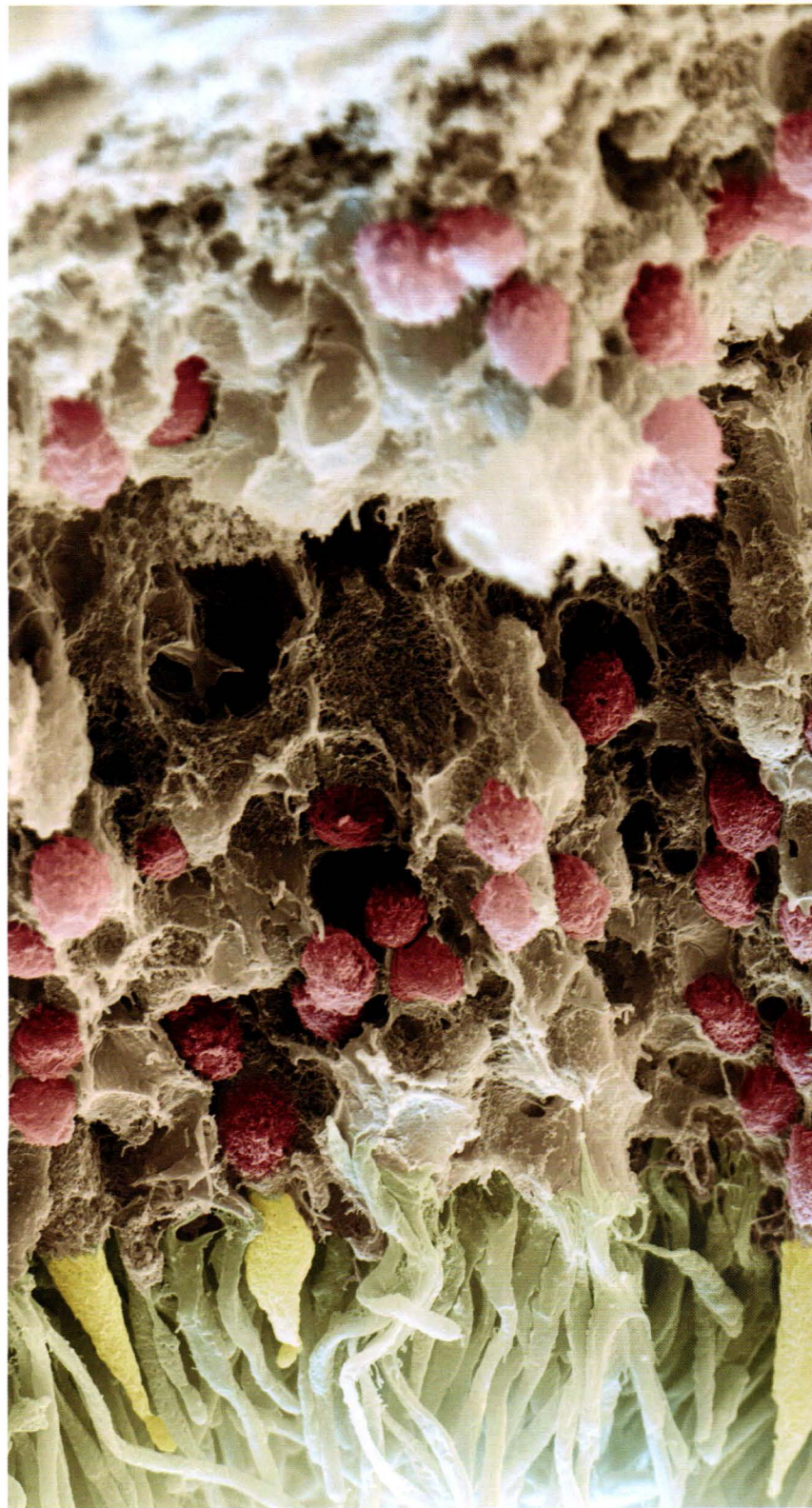
Зрительные пигменты

Без зрительных пигментов палочки и колбочки не смогли бы посылать нервные импульсы по зрительному нерву. Каждая колбочка содержит один из трех пигментов, чувствительных к синему, зеленому или красному свету. Палочки содержат пигмент родопсин, улавливающий типичный для сумерек сине-зеленый свет. Молекула родопсина представляет собой комбинацию белков опсина и цис-ретинала – производного витамина А. Поэтому недостаток витамина А может привести к нарушению зрения, особенно в сумерках и ночью.



Преломление света

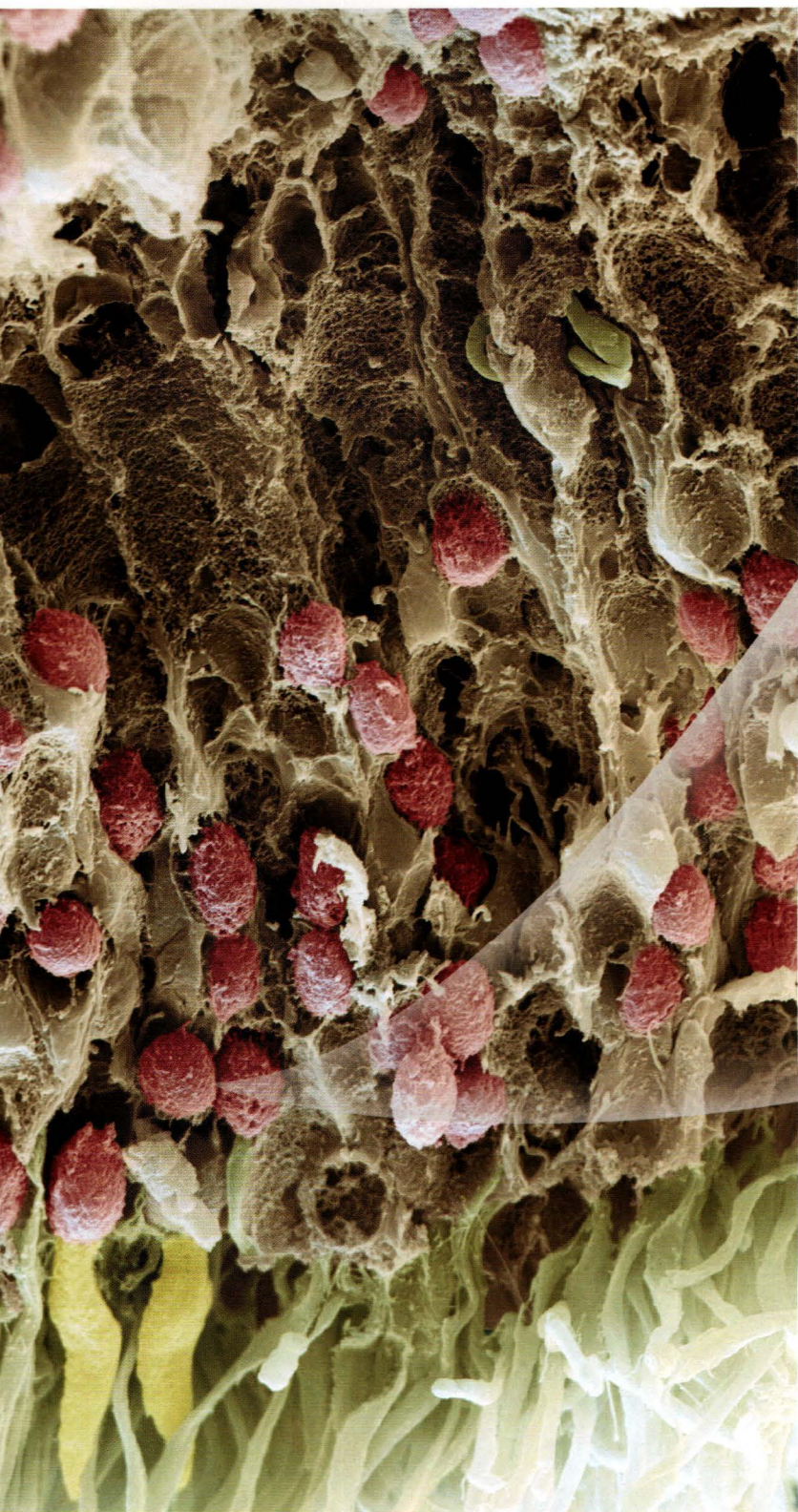
Проходя из воздуха в воду, лучи света преломляются (загибаются), поэтому руки пловца на фотографии кажутся кривыми и искаженными. Входя в наполненный жидкостью глаз, лучи света преломляются и фокусируются на сетчатке.



Ночь и день

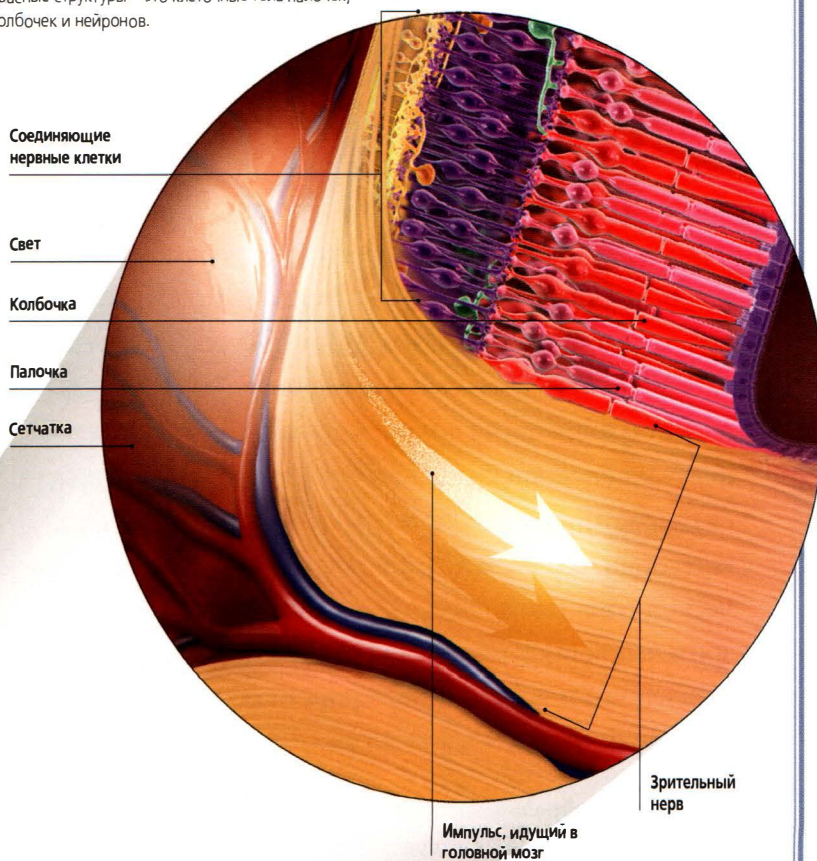
Содержащийся в палочках родопсин реагирует даже на слабый свет, поэтому палочки крайне важны для зрения при плохом освещении. Три пигмента колбочек обуславливают острое дневное зрение. Поэтому освещение влияет на наше восприятие образов: ночью, когда колбочки неактивны, предметы выглядят размытыми.





Палочки и колбочки

На этом рисунке показана сетчатка человека. Нитеобразные кончики палочек окрашены белым цветом, а острые кончики колбочек – светло-желтым. Округлые красные структуры – это клеточные тела палочек, колбочек и нейронов.



Световой спектр

Когда свет проходит через капельки воды во влажном воздухе, появляется радуга. При этом капельки воды играют роль призм, преломляющих лучи разной длины под разными углами.



ОБМАН ЗРЕНИЯ



Даже черви способны ощущать свет, но человек имеет сложную зрительную систему, позволяющую определять форму и положение визуальных стимулов, а также их яркость, движение и расстояние до них. Такая универсальность обусловлена наличием разных областей сетчатки, фоторецепторы которых посылают сигналы к разным группам нейронов. Каждая из этих групп лучше всего реагирует на определенную категорию стимулов: светлые пятна на темном фоне; четко ограниченные линии; движение и т.д. Когда мозг получает спутанные или необычные стимулы и старается рассортировать их на эти запрограммированные категории, возникают зрительные иллюзии. Хотя оптический обман может казаться нарушением переработки зрительной информации, на самом деле он дает представление о механизмах интерпретации зрительной информации головным мозгом.

Сортировка образов

Имеющийся в мозге набор запрограммированных визуальных образов включает такие широкие группы, как «тени», «острые края» и «наклонные линии». Зрительные иллюзии часто возникают вследствие того, что мозг старается «подогнать» зрительную информацию под эти стандартные группы. В процессе нейронной обработки выравнивается размер между близко расположенными фигурами, например, круг внутри квадрата.

Иллюзии в медицинской практике

Некоторые изменения зрения возникают вследствие заболеваний или нарушений. Приступы мигрени и некоторые формы эпилептических припадков имеют общие симптомы, включая появление т.н. «ауры». Характер ауры помогает врачам в диагностике. Нервные импульсы, возникающие перед приступом мигрени, вызывают появление перед глазами черных и белых зигзагов, что может продолжаться в течение 20 минут. Перед эпилептическим припадком аура имеет форму цветных кругов и обычно продолжается 1–2 минуты.



Микроскопия и макроскопия

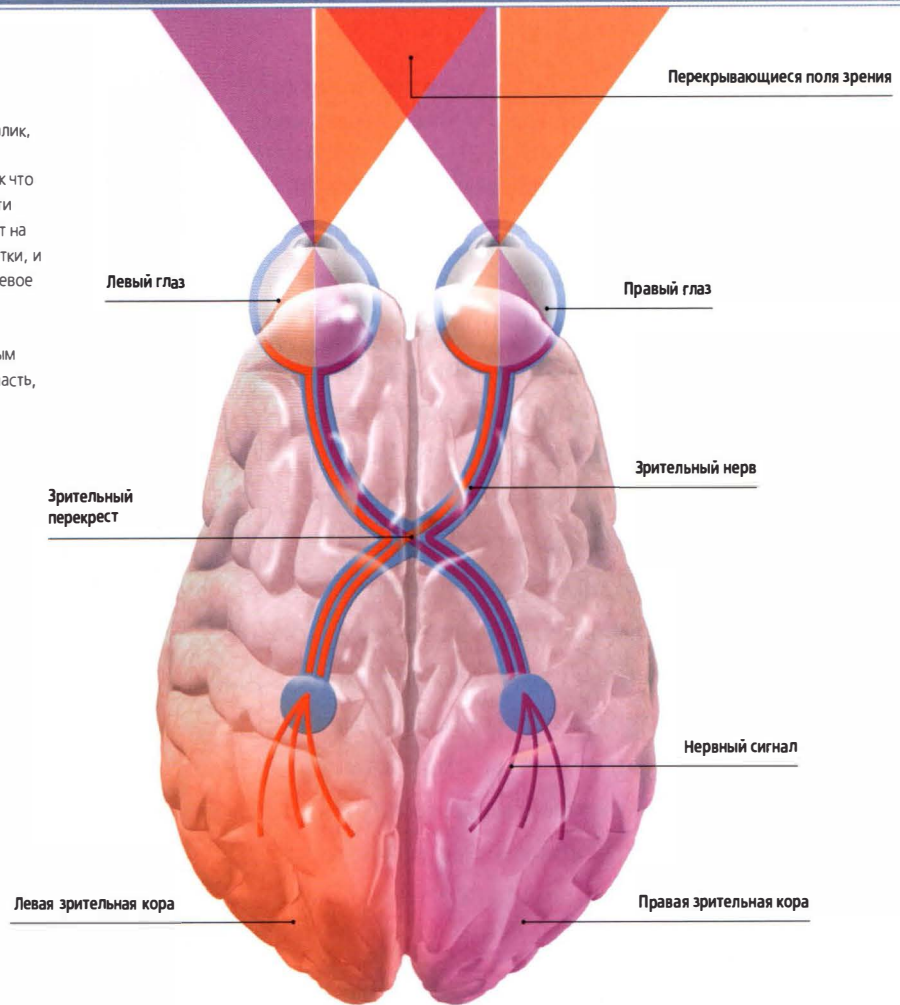
Микроскопия (синдром Алисы в Стране Чудес) характеризуется отеком роговицы, в результате чего окружающие предметы кажутся меньше, чем на самом деле. При макроскопии происходит обратное – предметы кажутся намного больше, чем они есть. Причиной этих расстройств может быть опухоль головного мозга, мигрень и в редких случаях эпилепсия.





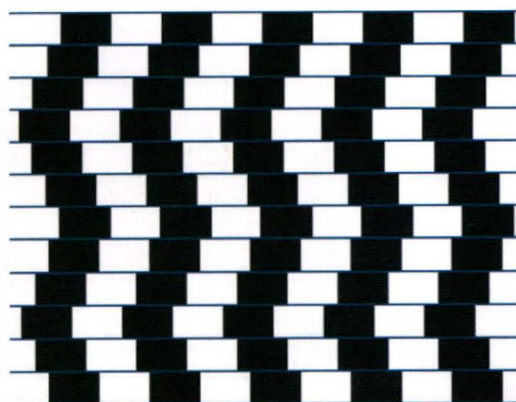
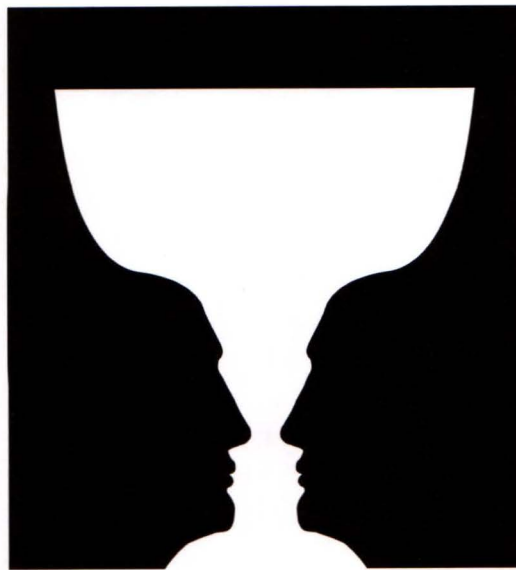
Перекрывание полей зрения

Проходя через хрусталик, картинка переворачивается, так что сигналы от левой части поля зрения попадают на правую сторону сетчатки, и наоборот. Правое и левое поля сильно перекрываются. Единственным «слепым пятном» является область, закрываемая носом.



Что вы видите?

При наличии двух возможных интерпретаций изображения – например, здесь можно увидеть вазу или два лица в профиль – мозг будет переключаться между ними. На рисунке ниже линии между черепицами параллельны, но, стремясь обработать контрастные формы, мозг воспринимает их как ломанные.



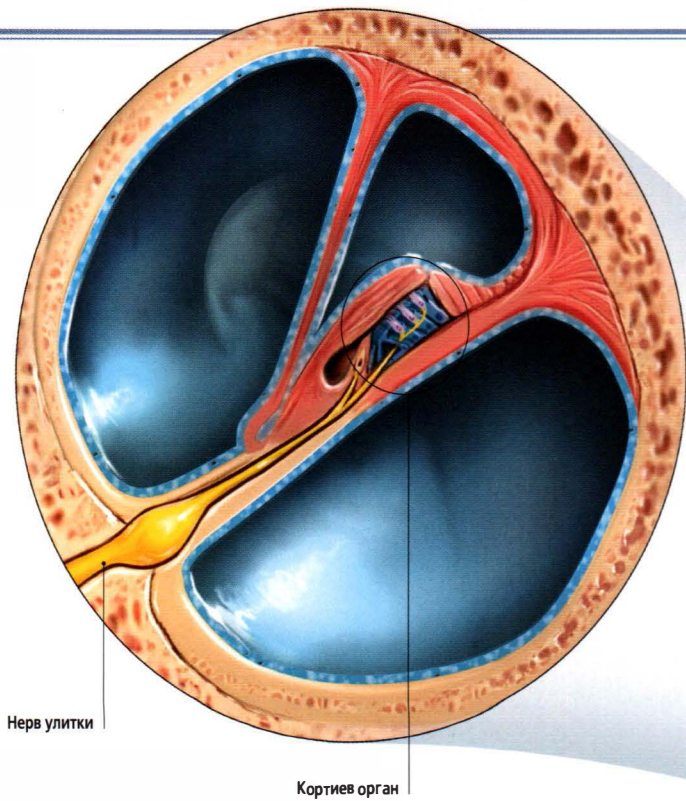
Фокусы с зеркалом

Фокусы с зеркалом похожи на оптический обман. Зеркало, помещенное под прямым углом в середине туловища мальчика, отражает другую сторону его тела. В результате кажется, что мальчик повернут к нам в анфас.

СЛУХ



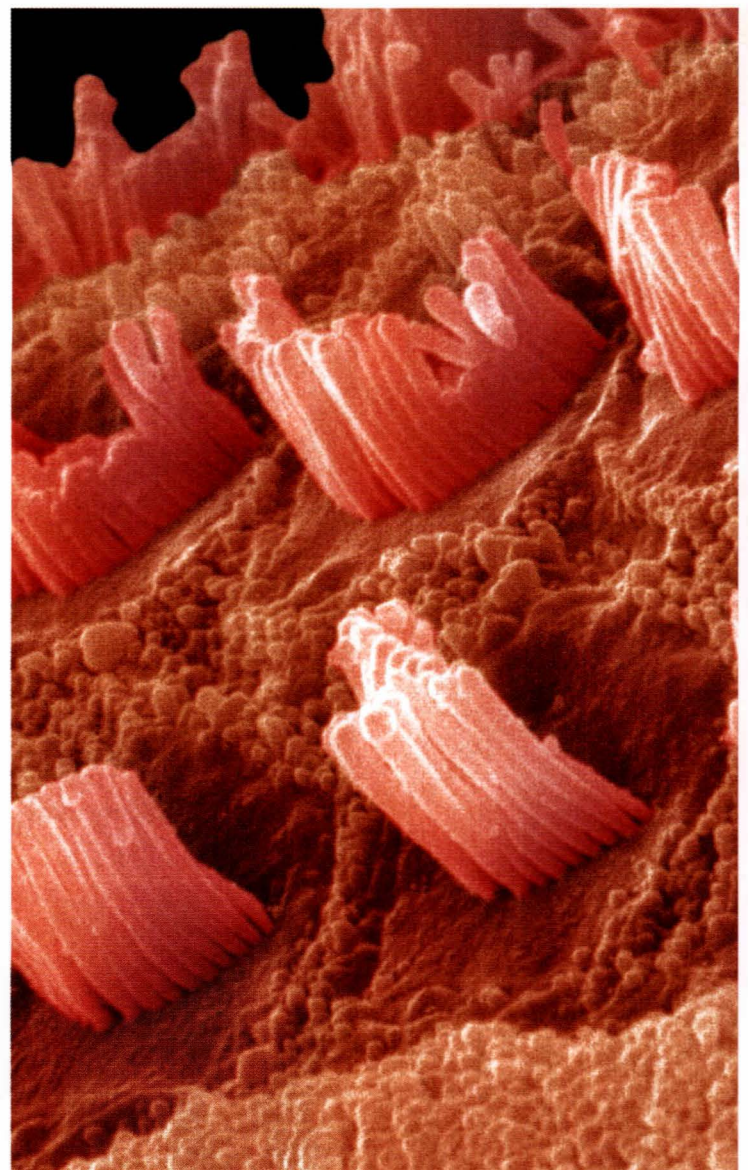
Уши воспринимают звуковые волны и превращают их в нервные импульсы, передаваемые в головной мозг. Ушная раковина улавливает звуковые волны и направляет их в среднее ухо. Расположенные там слуховые косточки усиливают колебания и передают их в заполненное жидкостью внутреннее ухо. Звук буквально вызывает волны жидкости, благодаря чему мы слышим. В крошечной улитке волны создают вибрации мембраны. Эти вибрации улавливаются механорецепторами уха – клетками, имеющими волосообразные структуры (стереоцилии). Мембрана давит на стереоцилии, и механорецепторы генерируют нервные импульсы, которые передаются в головной мозг по нерву улитки. Когда давление прекращается, волоски выпрямляются, и импульсы перестают генерироваться.



Рецепторы уха
Изогнутая улитка содержит слуховые рецепторы – ряды волосковых клеток, расположенные в т.н. кортиевом органе.

ИНФЕКЦИИ СРЕДНЕГО УХА

При изменениях атмосферного давления воздух выходит из среднего уха или заходит в него через евстахиеву трубу, открывающуюся в верхней части горла. Если давление выровняться не может – вследствие конгестии или другой причины, – возникает сильная боль, и может развиваться нарушение слуха. Микробы из носа и горла могут проходить по евстахиевой трубе в полость среднего уха. Это ведет к развитию инфекции, называемой средним отитом. Средним отитом часто страдают дети.



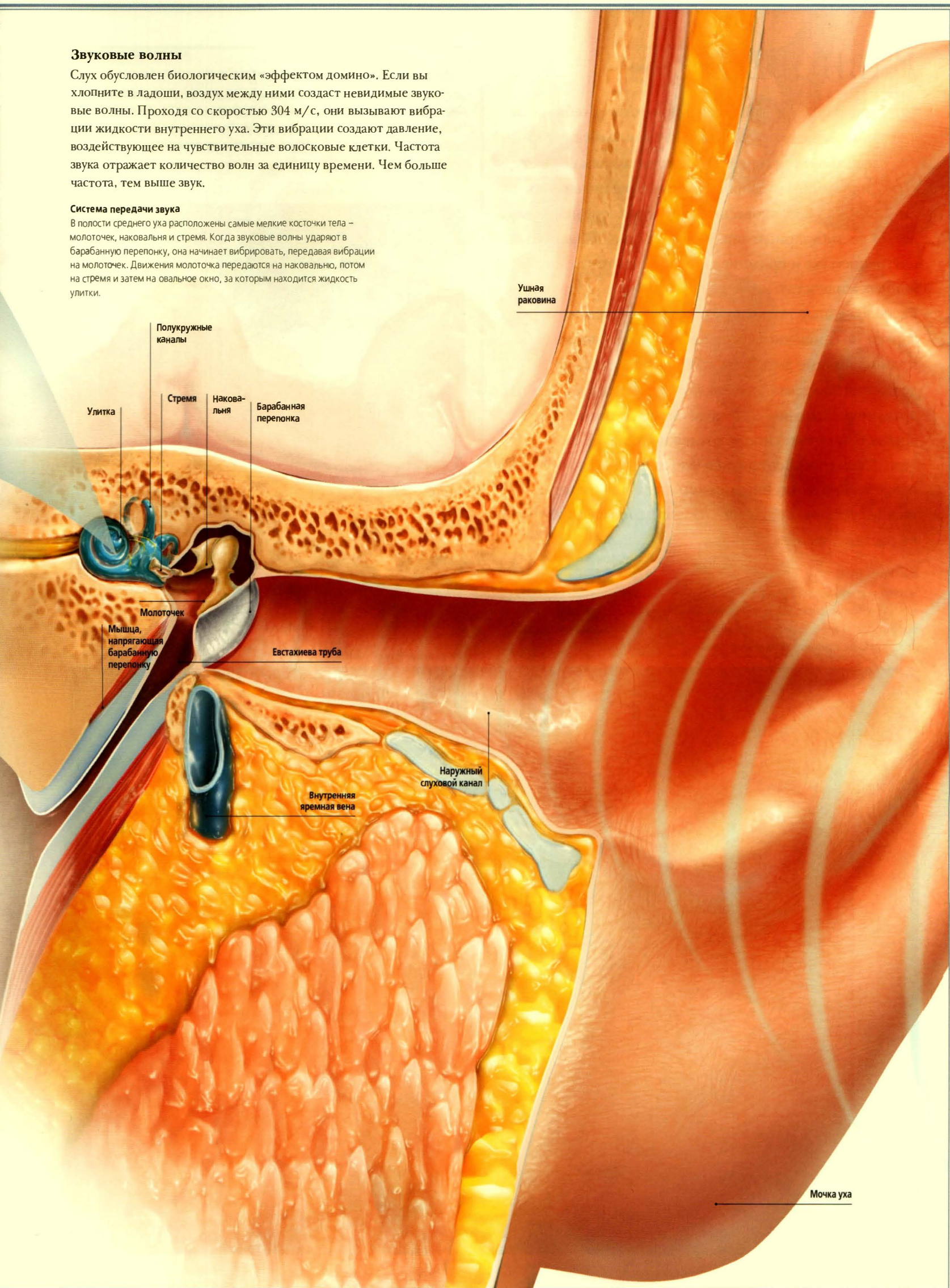
Стереоцилия
Улитка содержит 16 000 волосковых клеток, каждая из которых имеет 100 стереоцилий. Проходя по жидкости, волны прижимают мембрану к стереоцилиям, что вызывает их смещение. Это стимулирует волосковые клетки, и они генерируют нервные импульсы.

Звуковые волны

Слух обусловлен биологическим «эффектом домино». Если вы хлопните в ладоши, воздух между ними создаст невидимые звуковые волны. Проходя со скоростью 304 м/с, они вызывают вибрации жидкости внутреннего уха. Эти вибрации создают давление, воздействующее на чувствительные волосковые клетки. Частота звука отражает количество волн за единицу времени. Чем больше частота, тем выше звук.

Система передачи звука

В полости среднего уха расположены самые мелкие косточки тела – молоточек, наковальня и стремя. Когда звуковые волны ударяют в барабанную перепонку, она начинает вибрировать, передавая вибрации на молоточек. Движения молоточка передаются на наковальню, потом на стремя и затем на овальное окно, за которым находится жидкость улитки.



РАВНОВЕСИЕ



Твердо стоя на ногах, человек чувствует себя устойчиво, но если прокатиться на американских горках, то вы будете ощущать, когда машина падает или набирает скорость. Ощущение положения тела называется равновесием. Орган равновесия называется вестибулярным аппаратом. Он расположен во внутреннем ухе и представляет собой систему наполненных жидкостью мешочков и каналов.

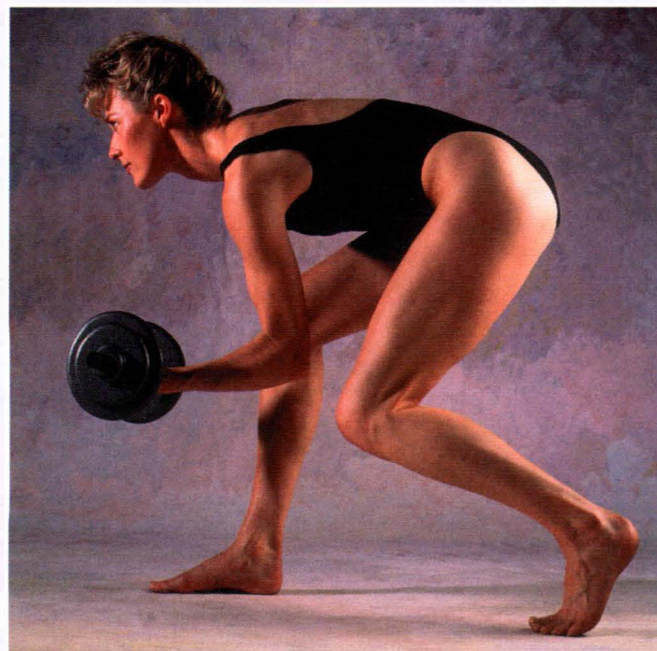
Расположенные там волосковые сенсорные клетки реагируют на изменения положения головы, например, прямолинейные движения при ходьбе или сложные движения во время танца, включающие ускорение и вращение. Головной мозг получает информацию и от других сенсорных систем, отслеживающих положение тела. Глаза сообщают визуальную информацию о направлении движений, проприоцепторы скелетных мышц, суставов, сухожилий и связок сообщают об уровне растяжения этих тканей.

Балансируй!

Чтобы устоять на доске для серфинга, головной мозг должен обрабатывать сенсорные сигналы от внутреннего уха, глаз и мышечных проприоцепторов. В результате мышцы работают должным образом, поддерживая прямое положение тела.

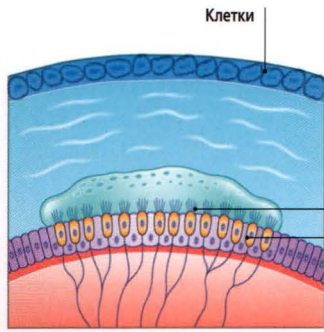
ПРОПРИОЦЕПТОРЫ

Проприоцепторы – это рецепторы, расположенные в синовиальных суставах, скелетных мышцах и соединениях между мышцами и сухожилиями. Т.н. «мышечные веретена» регистрируют растяжение скелетных мышц, помогая мозгу регулировать и координировать мышечные сокращения в соответствии с выполняемой задачей.

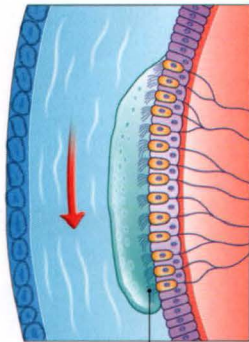


Орган равновесия

Полукружные каналы вестибулярного аппарата расположены в трех разных плоскостях. Они заполнены жидкостью и имеют волосковые клетки, реагирующие на движения этой жидкости при вертикальных или горизонтальных поворотах головы. Маточка и мешочек отвечают за статическое равновесие – положение головы относительно земли (т.е. относительно направления силы тяжести).

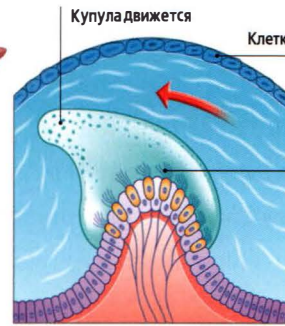
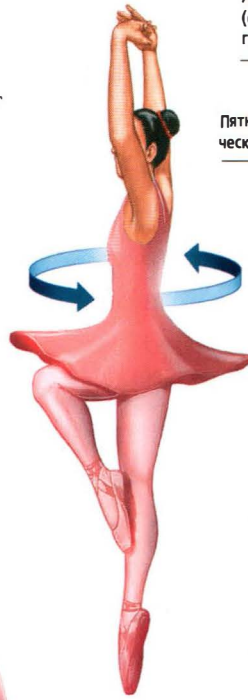


Прямое положение

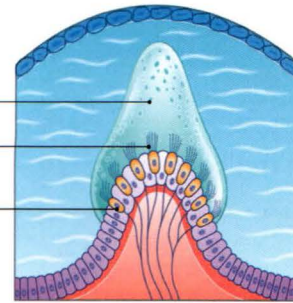


Наклон

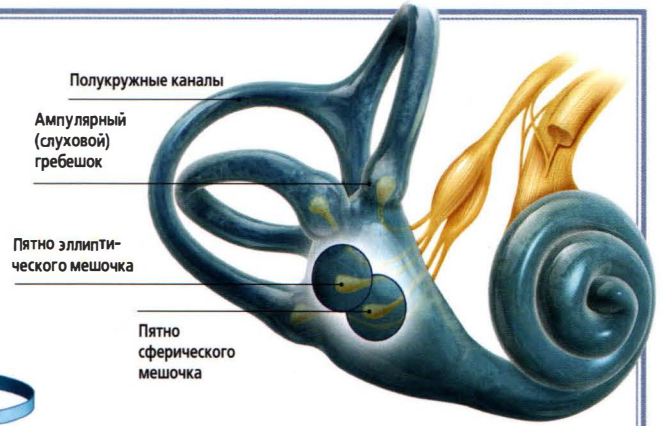
Чувствительные волоски сгибаются



Вращение

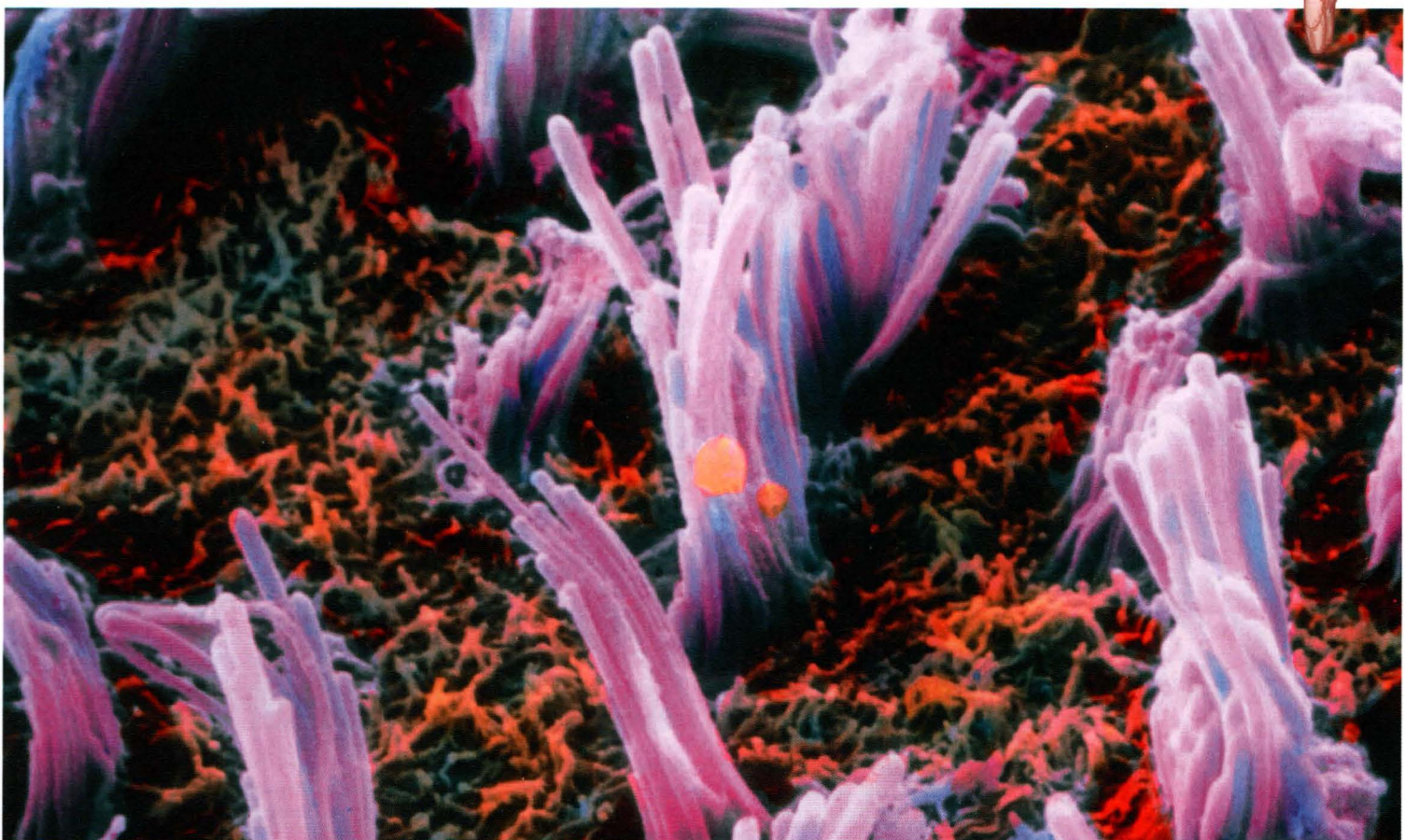


Неподвижное положение



Чувствительные волоски

Сенсорные волосковые клетки (пурпурный цвет) вестибулярного аппарата похожи на волосковые клетки улитки, но вместо восприятия слуховых сигналов они помогают регулировать работу мышц и поддерживать равновесие.

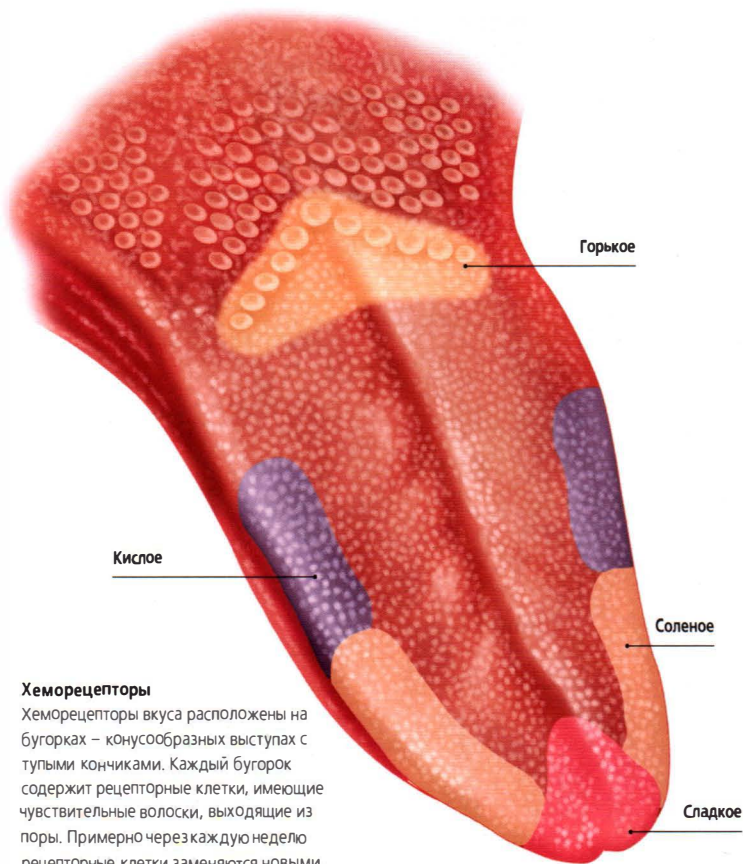


ВКУС



Вкус – один из способов восприятия химических веществ. Органами вкуса являются 10 000 вкусовых сосочков, расположенных в разных частях языка и разбросанных по небу и гортлю.

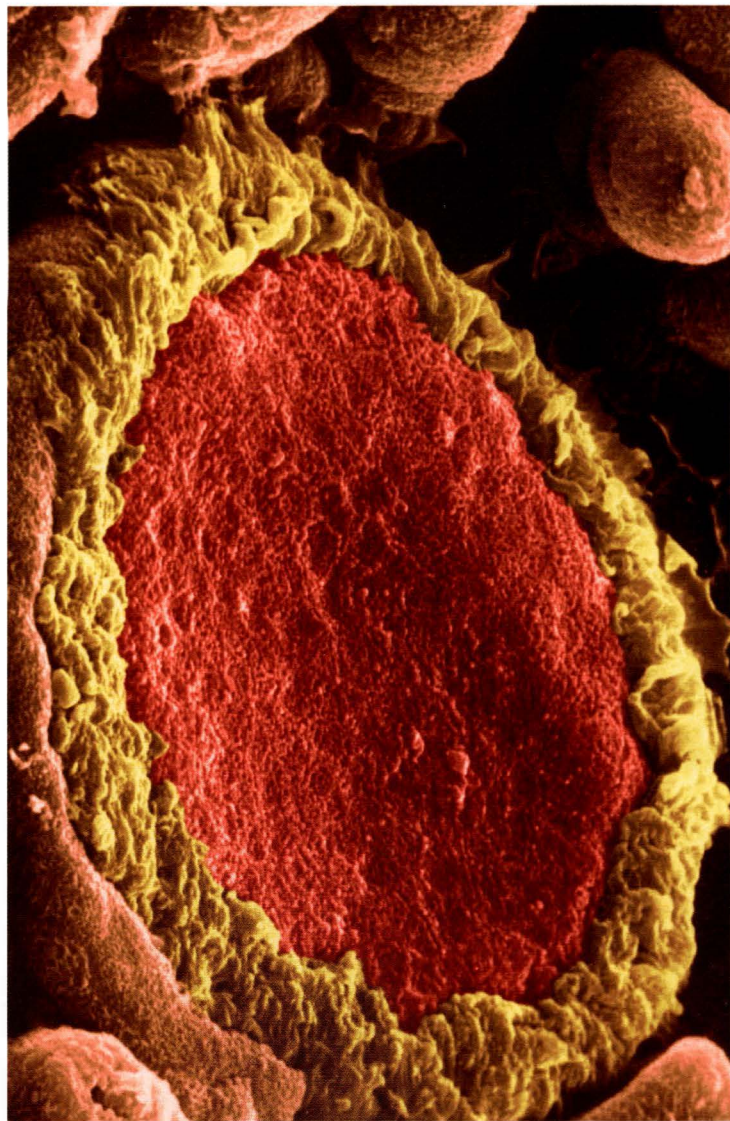
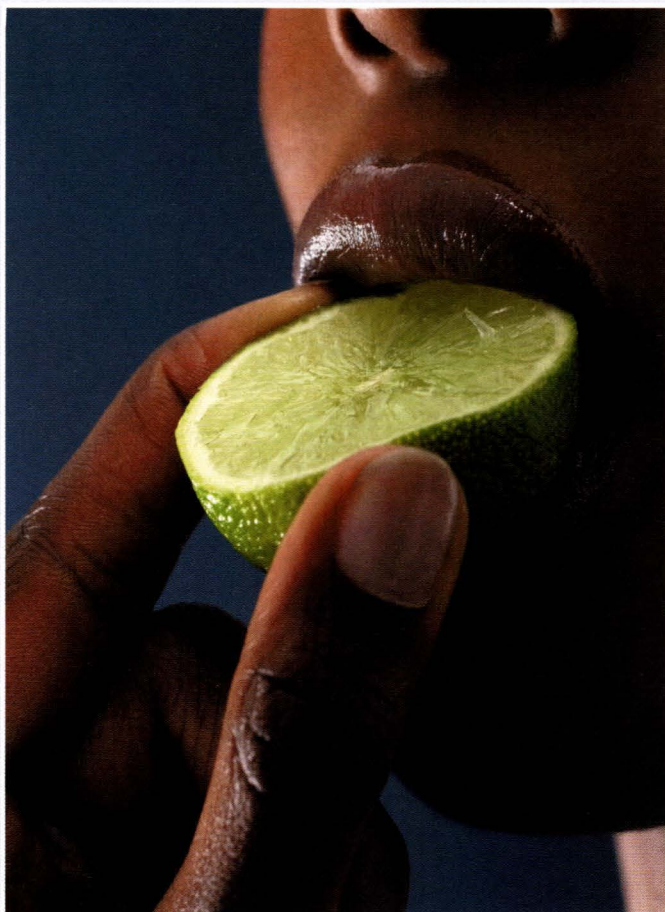
Вкусовые сосочки содержат хеморецепторы, чувствительные к растворенным в слюне химическим веществам. Ощущение вкуса жизненно важно. Вкус (и запах) пищи вызывают усиление выработки пищеварительных ферментов, необходимых для переваривания пищи и усвоения питательных веществ. Многие токсические вещества имеют горький вкус, а испорченные продукты плохо пахнут, что указывает на их потенциальный вред. Обнаружено, что вкусовые предпочтения определяются генетическими различиями во вкусовых рецепторах, а также детским и младенческим опытом. Это объясняет, почему людям какие-то продукты нравятся, а какие-то резко не нравятся.



Хеморецепторы
Хеморецепторы вкуса расположены на бугорках – конусообразных выступах с тупыми кончиками. Каждый бугорок содержит рецепторные клетки, имеющие чувствительные волоски, выходящие из поры. Примерно через каждую неделю рецепторные клетки заменяются новыми.

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ К ВКУСУ

Чувствительность вкусовых рецепторов определяется генетически. Некоторые люди имеют гены, кодирующие особую восприимчивость к определенным веществам. Хорошо известными примерами являются фенилтиокарбамид, содержащийся в крестоцветных овощах (таких как капуста и брокколи) и нарингин, обуславливающий горький вкус грейпфрута. В общем, люди могут различать более 100 разных горьких веществ.



Вкусовые сосочки
Вкусовые сосочки расположены на больших бугорках вдоль языка. Кроме того, они рассеяны по деснам, глотке и надгортаннику. Не зависимо от расположения, все вкусовые сосочки имеют одинаковое строение.



Мир вкуса

Разнообразие рынка пряностей отражает древнюю традицию использования острых приправ для маскировки неприятного запаха мяса и других продуктов, которые приходилось хранить без холодильников.

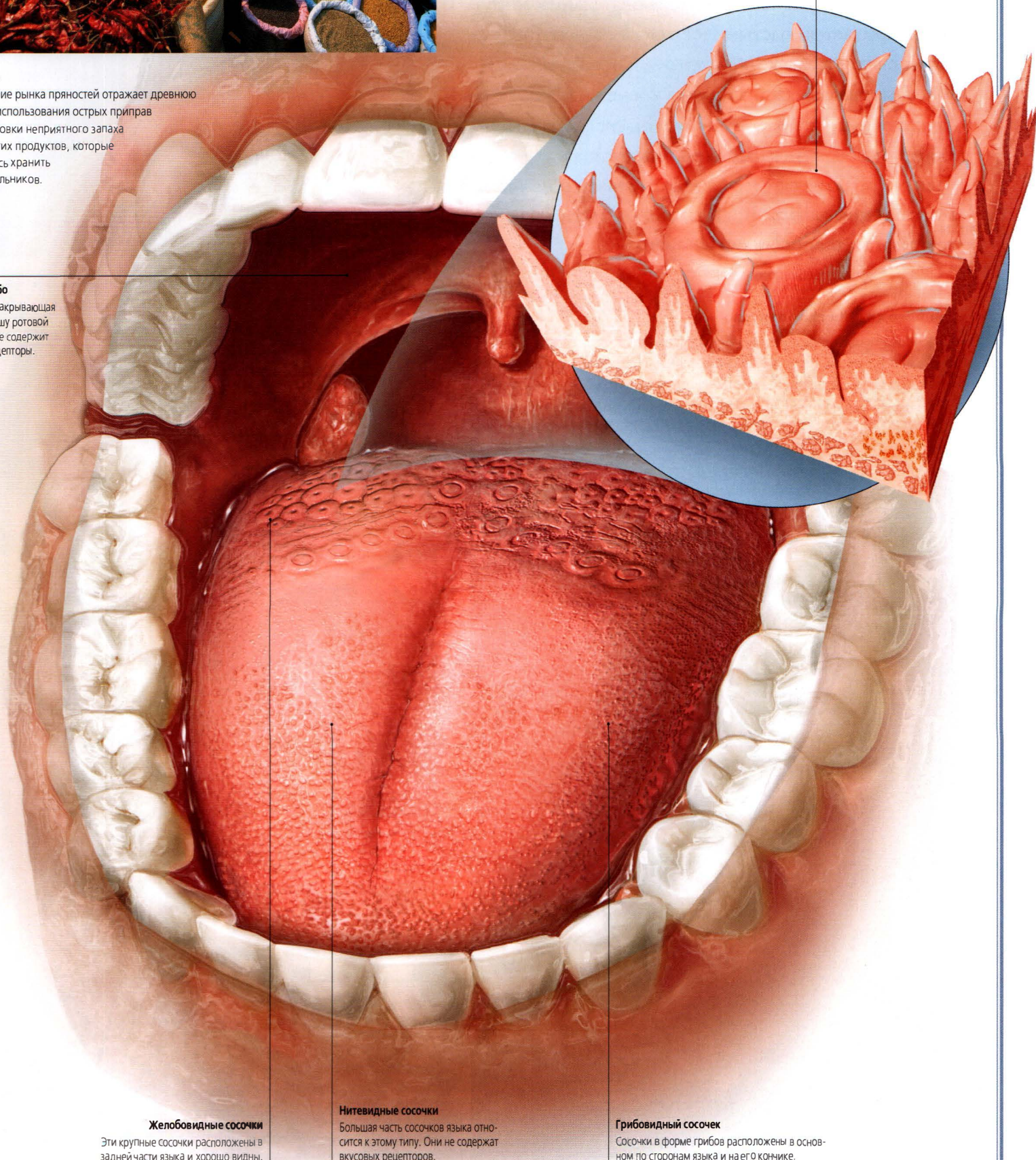
Твердое небо

Мембрана, закрывающая костную крышу ротовой полости, тоже содержит вкусовые рецепторы.

Категории вкуса

Физиологи выделяют пять основных вкусов: сладкий, кислый, соленый, горький и умами (вкус белковой пищи, такой как мясо и пикантные сыры). Каждый вкус связан с особыми химическими веществами. Например, натрий стимулирует рецепторы, воспринимающие соленый вкус, а сахара, аминокислоты и спирты стимулируют рецепторы сладкого. Все хеморецепторы постепенно изнашиваются и заменяются новыми. С возрастом процесс их обновления замедляется, поэтому престарелые люди замечают, что пища «утратила былой вкус».

Желобовидный сосочек
Выпуклые области в задней части языка содержат кластеры вкусовых рецепторов.



Желобовидные сосочки
Эти крупные сосочки расположены в задней части языка и хорошо видны.

Нитевидные сосочки
Большая часть сосочков языка относится к этому типу. Они не содержат вкусовых рецепторов.

Грибовидный сосочек
Сосочки в форме грибов расположены в основном по сторонам языка и на его кончике.

ОБОНЯНИЕ



Согласно подсчетам, у человека примерно пять миллионов обонятельных рецепторов разных типов, воспринимающих тысячи разных запахов. Обонятельные рецепторы очень важны, восприятие пищи как минимум на 80% обусловлено запахом. Вкус пищи представляет собой смесь пяти основных вкусов, текстуры пищи и запахов. При насморке вкус притупляется, т.к. обонятельный эпителий покрывается толстым слоем слизи. В мозге информация о вкусе и запахе обрабатывается отдельно. Вкусовые сигналы направляются в теменную долю и в «эмоциональный мозг» лимбической системы. Обработка обонятельных сигналов обуславливает наше восприятие вкуса, и благодаря связям с лимбической системой запах может ассоциироваться с определенными воспоминаниями и эмоциями.

Древнее химическое чувство

Способность ощущать химические раздражители, возможно, появилась вместе с первыми живыми существами. Нейробиологи полагают, что примитивный мозг древних насекомых и других организмов развился почти исключительно для обработки информации, касающейся окружающих химических веществ. Первые позвоночные 400 миллионов лет назад имели мозг с большими обонятельными луковицами, что показывает важность восприятия запахов для выживания. Хотя люди и другие приматы очень хорошо видят, современные млекопитающие, например собаки, превосходно чувствуют запахи, имея сотни миллионов обонятельных рецепторов.



ЗАПАХ ФЕРОМОНОВ

Феромоны – это химические вещества, влияющие на поведение других особей того же вида. Они служат важными сигналами, помогая животным находить пару или сообщать об опасности или наличии еды. Хотя наличие феромонов у человека пока не доказано, синхронизация менструальных циклов у совместно проживающих женщин позволяет предположить, что люди тоже воспринимают феромоны. В настоящее время ведутся исследования возможного влияния феромонов на половое поведение человека.



Оболочка носовой полости

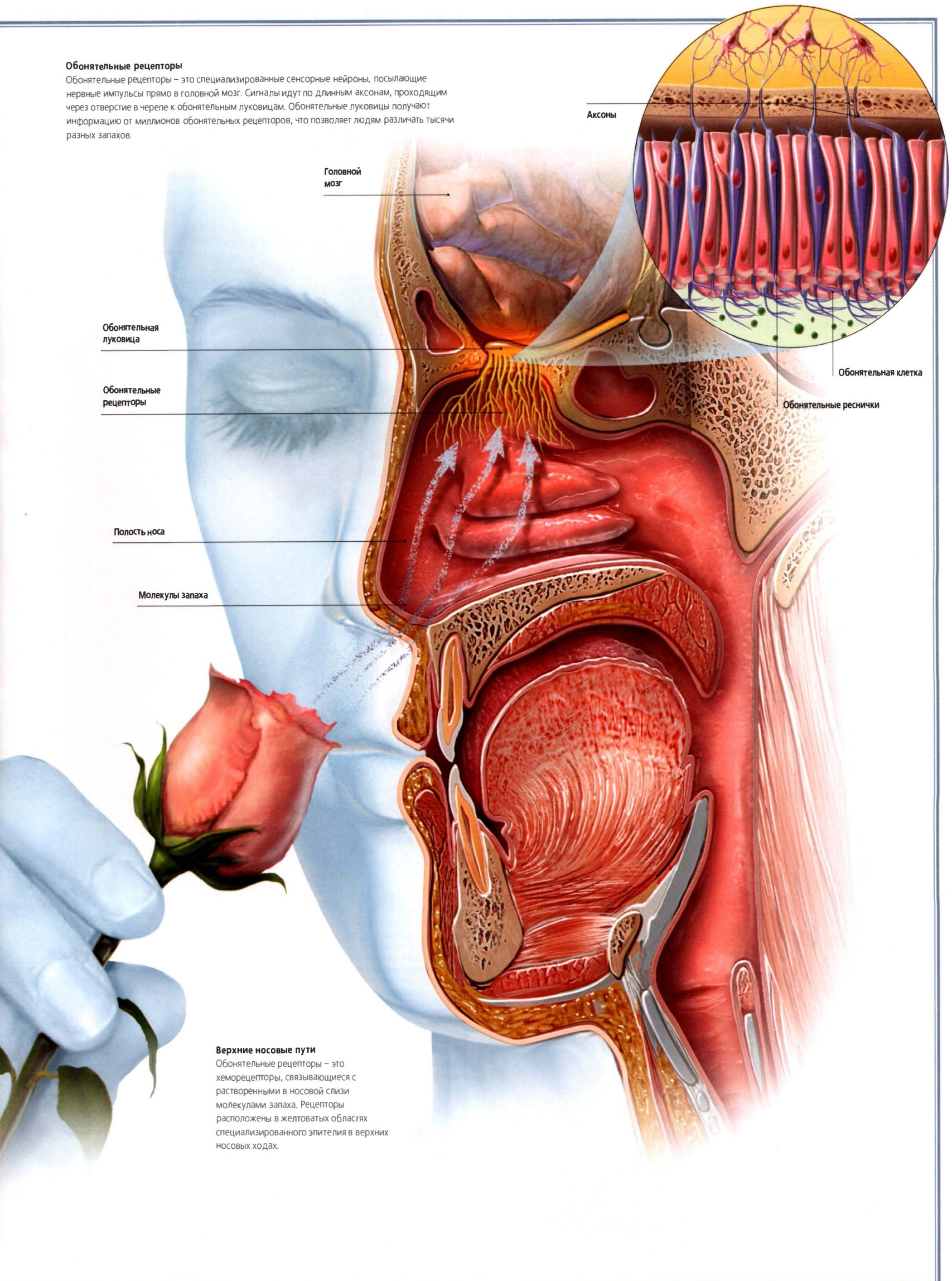
На этой микроэлектронной фотографии показаны клетки оболочки носовой полости. Некоторые клетки выделяют жидкость и слизь, задерживающие бактерии, пыль и другие частицы, предотвращая их попадание в легкие.

Запах пищи

Как и другие млекопитающие, люди нюхают пищу и другие субстанции. При этом молекулы запаха попадают в верхние носовые пути быстрее, чем при обычном дыхании. Расположенные в носовой полости обонятельные волосковые клетки (слева) собирают химическую информацию от циркулирующих молекул.

Обонятельные рецепторы

Обонятельные рецепторы – это специализированные сенсорные нейроны, посылающие нервные импульсы прямо в головной мозг. Сигналы идут по длинным аксонам, проходящим через отверстие в черепе к обонятельным луковицам. Обонятельные луковицы получают информацию от миллионов обонятельных рецепторов, что позволяет людям различать тысячи разных запахов.



Головной
мозг

Обонятельная
луковица

Обонятельные
рецепторы

Полость носа

Молекулы запаха

Аксоны

Обонятельная клетка

Обонятельные реснички

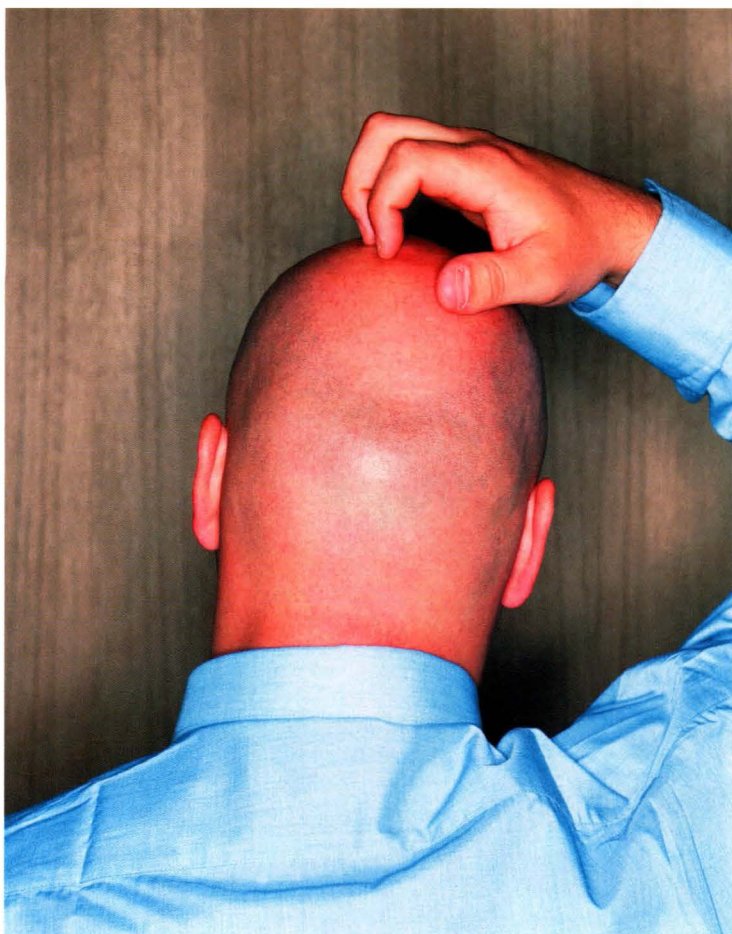
Верхние носовые пути

Обонятельные рецепторы – это хеморецепторы, связывающиеся с растворенными в носовой слизи молекулами запаха. Рецепторы расположены в желтоватых областях специализированного эпителия в верхних носовых ходах.

ОСЯЗАНИЕ



Соматическая чувствительность – восприятие прикосновений, давления и вибрации – обеспечивается рецепторами, расположенными в коже, под кожей и в слизистых оболочках. Некоторые из этих рецепторов представляют собой свободные нервные окончания, лежащие в основании волосных фолликулов и генерирующие импульсы при движении стержня волоса – от ветра или ползущего жука. Другие – более сложные механорецепторы, окруженные капсулой. При активации тактильных рецепторов, мозг получает информацию о локализации, форме, размере и текстуре раздражителя. Эти сигналы позволяют тактильно различить резиновый мячик и текущую по руке каплю воды. Большинство тактильных рецепторов со временем адаптируются к раздражителю и реагируют на него слабее. Быстрая адаптация рецепторов легкого прикосновения и кожного давления объясняет, почему люди быстро перестают обращать внимание на очки или одежду.



Тепло, холод и зуд

Стимулы, вызывающие ощущение зуда, щекотки, тепла и холода, воспринимаются свободными нервными окончаниями. Причиной зуда часто бывает воспаление, вызываемое химическими веществами (например, белком брадикинином). Дermalные рецепторы воспринимают тепло и регистрируют температурные стимулы в диапазоне от 32 °С до 48 °С. Рецепторы холода лежат ближе к поверхности кожи и реагируют на стимулы от 10 °С до 40 °С. Более низкие температуры активируют рецепторы боли.

ВНУТРЕННЯЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Кровеносные сосуды и внутренние органы имеют интероцепторы, воспринимающие изменения внутри организма, например, растяжение ткани или действие химических веществ. Обычно эти сигналы обрабатываются мозгом на подсознательном уровне, поэтому люди не осознают их наличие. Но если желудок слишком растянут пищей или в мочевом пузыре скопилось слишком много мочи, сигналы интероцепторов ощущаются как боль или давление.



Осязательное тельце Мейснера

Безволосая кожа содержит рецепторы, воспринимающие вибрацию и легкое давление.

Дерма

Дерма содержит свободные нервные окончания (которые лежат вокруг волосных фолликулов) и рецепторы, чувствительные к растяжению и глубокому давлению.

Тельца Руффини

Эти рецепторы расположены в дермальном слое и подкожной ткани. Они реагируют на глубокое длительное давление.

Слой базальных клеток

На нижнем эпидермальном слое лежат диски Меркеля, реагирующие на легкое давление.

Тельца Пачини

Эти сенсоры лежат в дермальном слое, в подкожных связках и других местах. Они воспринимают быстрые вибрации и глубокое давление.

Рецепторы на рисунке не масштабированы

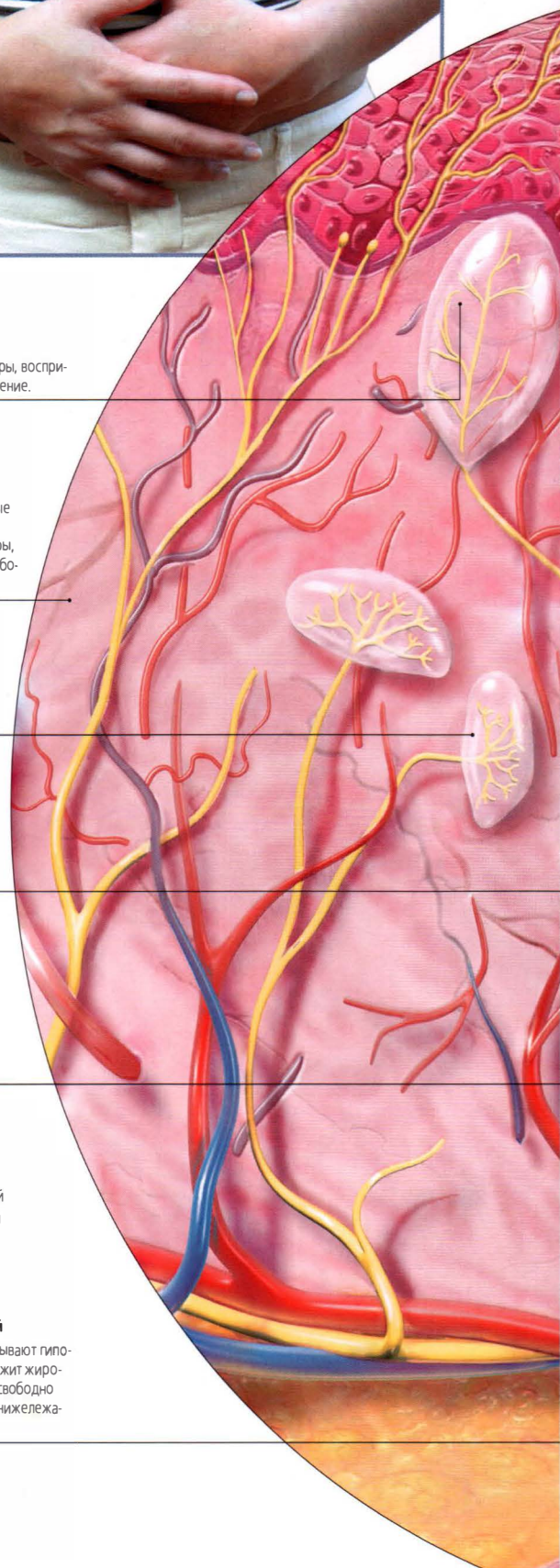
Тельца Мейснера – 150 мкм длиной

Тельца Руффини – 1–2 мм длиной

Тельца Пачини – 1 мм длиной

Подкожный слой

Этот слой еще называют гиподермой. Он содержит жировые отложения и свободно связывает кожу с нижележащими тканями.

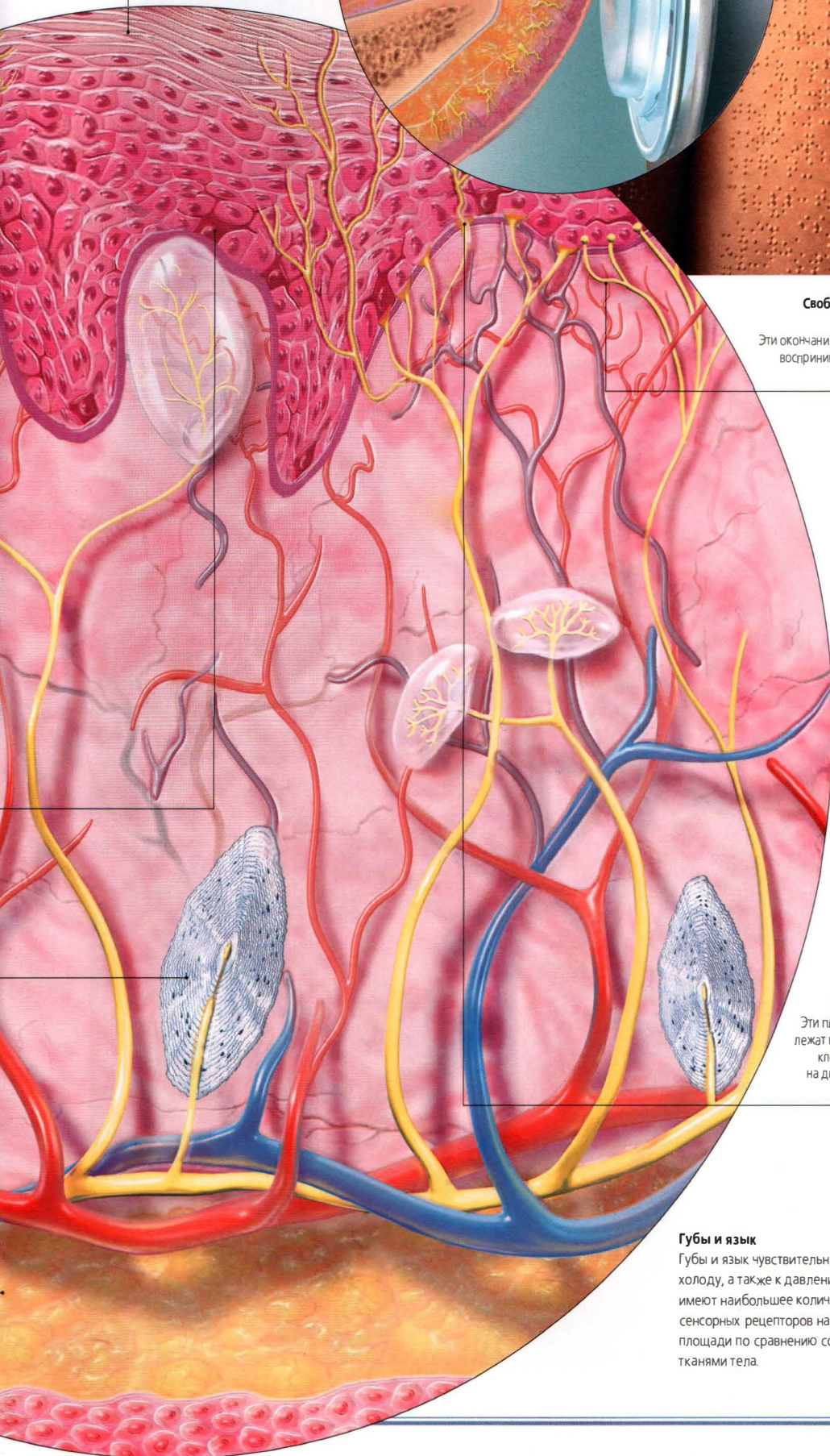
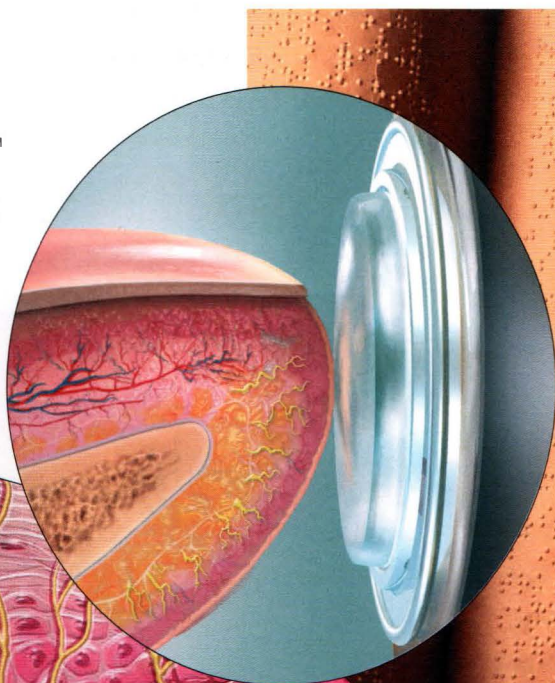


Сенсорные рецепторы

Разные типы сенсорных рецепторов разбросаны по всему телу, но прикосновение мы воспринимаем благодаря рецепторам эпидермиса, дермы и подкожных тканей. В основном они представляют собой свободные нервные окончания. Рецепторы ниже на рисунке, например тельца Руффини, не масштабированы.

Эпидермис

Самый верхний слой кожи имеет несколько типов свободных нервных окончаний.

**Свободные нервные окончания**

Эти окончания нервных клеток воспринимают боль, тепло и холод.

Тактильные сигналы

Кончики пальцев содержат огромное количество тактильных рецепторов. Передаваемые ими импульсы (как и другие тактильные сигналы) идут через спинной мозг в нервные центры головного мозга, благодаря чему мы чувствуем прикосновения.

Диски Меркеля

Эти плоские структуры лежат в слое базальных клеток и реагируют на длительное легкое давление.

Губы и язык

Губы и язык чувствительны к теплу и холоду, а также к давлению. Они имеют наибольшее количество сенсорных рецепторов на единицу площади по сравнению со всеми тканями тела.



БОЛЬ



Боль сигнализирует о повреждении тела, помогает избегать травм или бороться с ними.

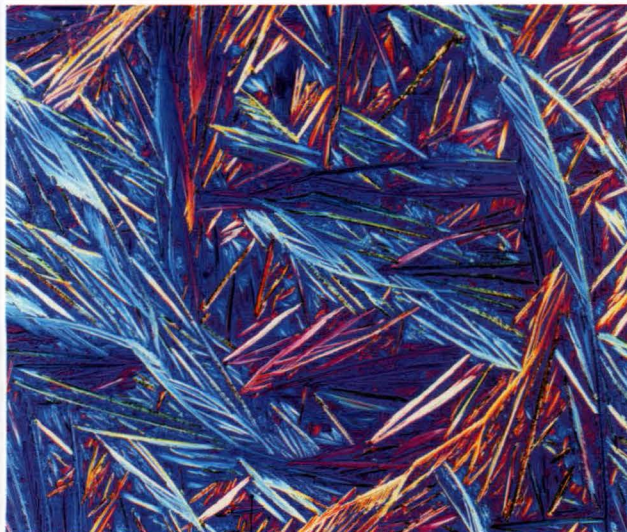
Миллионы свободных нервных окончаний, воспринимающих боль, разбросаны по всему телу, кроме головного мозга. Ноцицепторы воспринимают боль двух типов: острую, ощущаемую в течение десятой доли секунды после повреждения (например, при уколе или порезе) и ноющую, тупую или пульсирующую, которая медленнее регистрируется и дольше длится. Независимо от причины, поврежденные клетки выделяют простагландины и другие химические медиаторы воспаления. Получая болевые сигналы, нейроны центральной нервной системы высвобождают субстанцию Р – вещество, усиливающее реакцию головного мозга на боль.

Болевая устойчивость

Болевые рецепторы у всех имеют одинаковый порог чувствительности, т.е. нервный импульс запускается стимулами одинаковой интенсивности. Однако разные люди по-разному переносят боль. Их реакции определяются культурными нормами, эмоциональным состоянием, возрастом и другими факторами. Но длительная боль изматывает кого угодно.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ОБЕЗБОЛИВАЮЩИЕ СУБСТАНЦИИ

Организм вырабатывает несколько соединений, оказывающих обезболивающий эффект. К ним относятся эндорфины и энкефалины, замедляющие высвобождение субстанции Р в головном мозге. Эндорфины также вызывают приятные ощущения, поэтому при длительных изматывающих упражнениях иногда ощущается эйфория.



Кристаллы бета-эндорфина

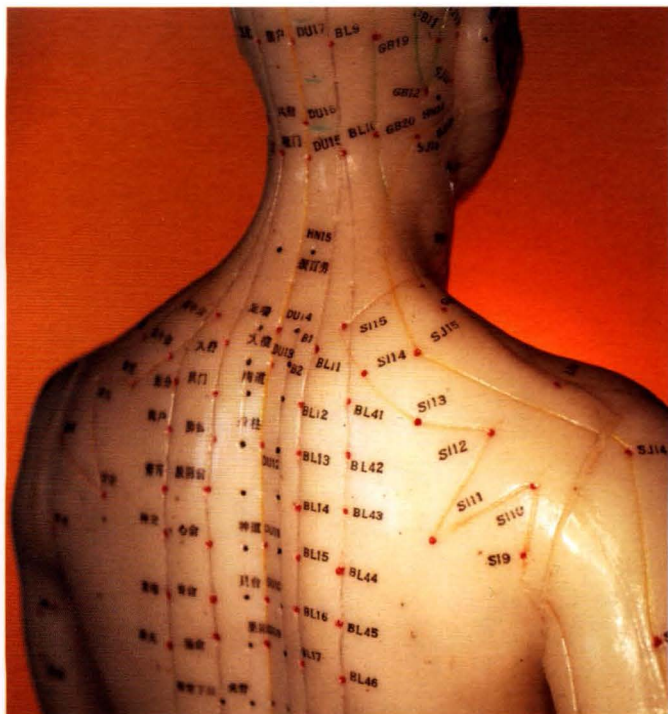
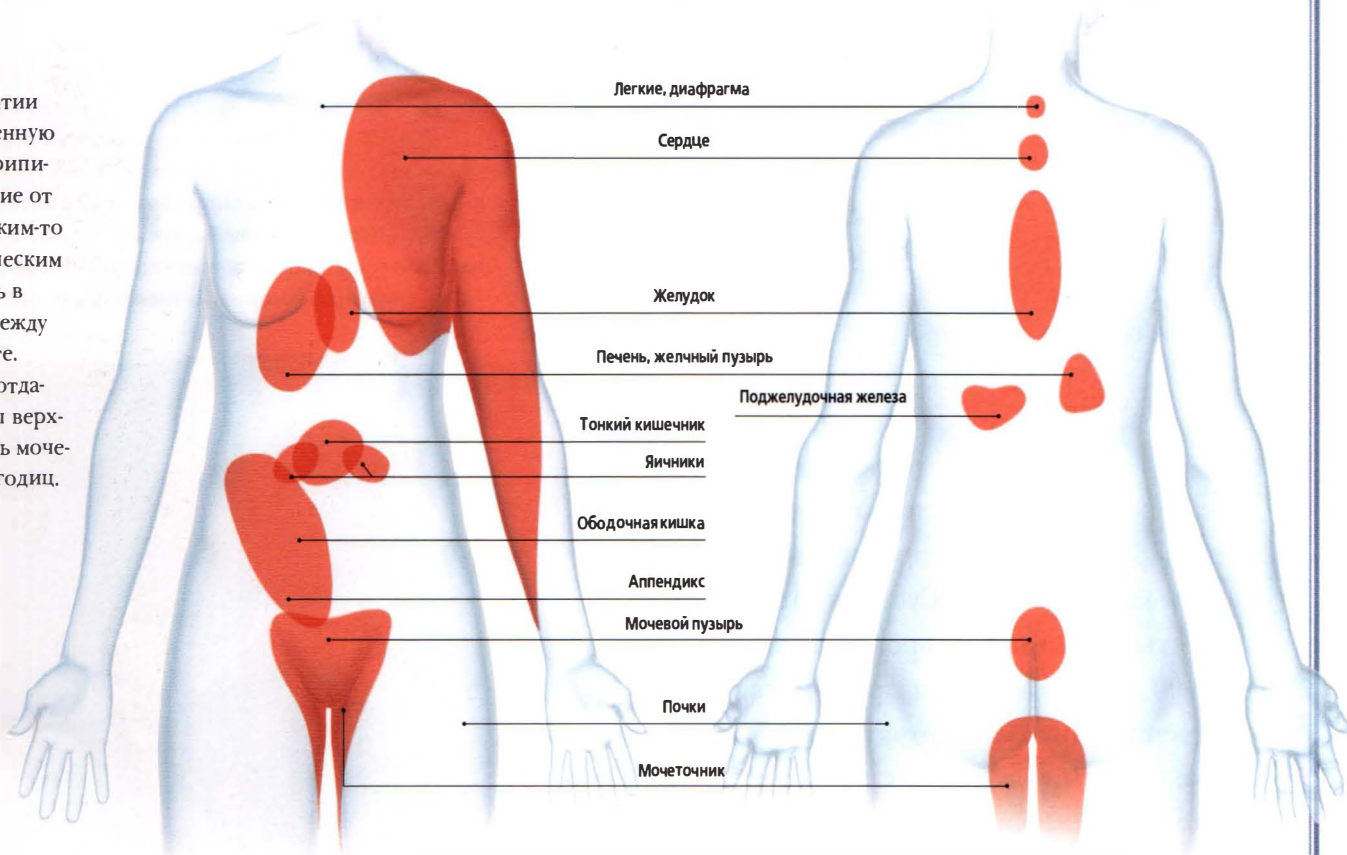


Отраженная боль

Сбой в системе восприятия боли вызывают «отраженную боль». При этом мозг приписывает ощущения, идущие от внутренних органов, каким-то областям кожи. Классическим примером является боль в левой руке, плече или между лопатками при инфаркте. Боль яичников может «отдавать» в кожные покровы верхней части живота, а боль мочевого пузыря – на кожу ягодич.

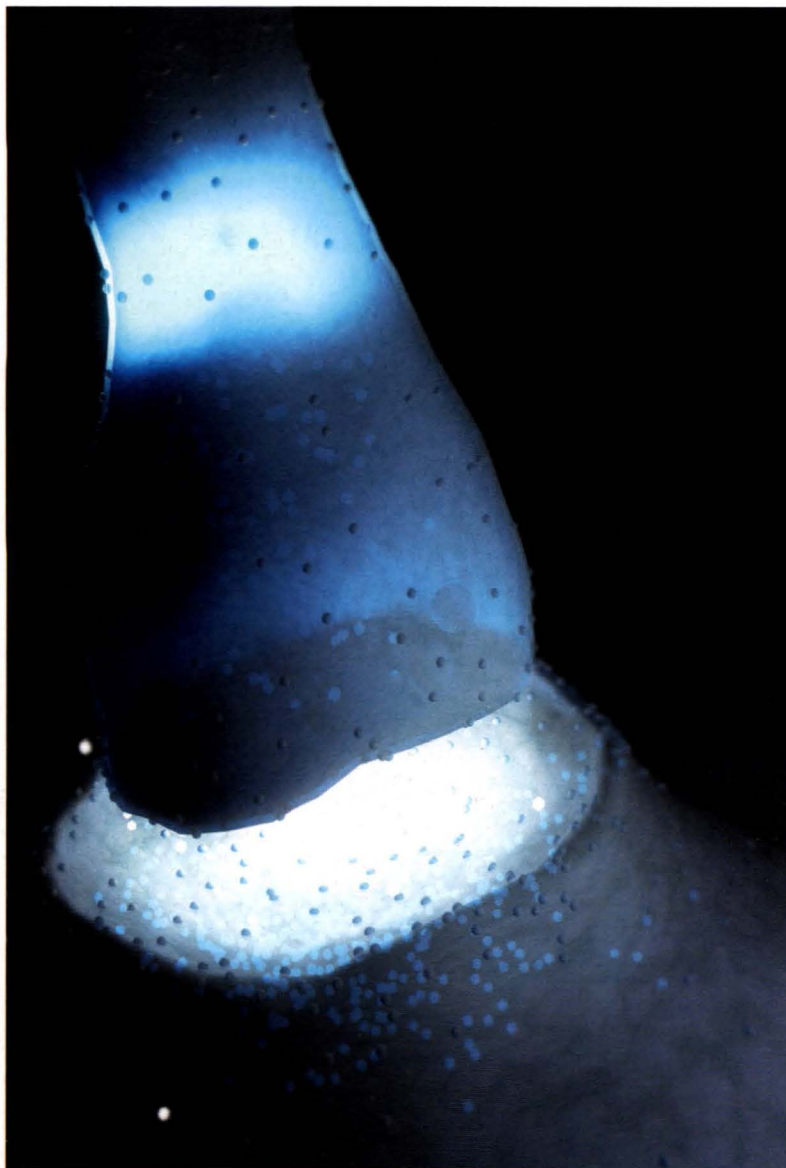
Акупунктура

Это древняя китайская практика, подразумевающая введение игл в определенные точки для облегчения боли. Эти точки соответствуют разным органам и расположены вдоль определенных линий или меридианов. Выделяют шесть инь- и янь-меридианов на каждой руке и шесть на каждой ноге.



Ноцицепторы

На этом рисунке показано нервное окончание, воспринимающее боль. Ноцицепторы расположены во всех областях тела и воспринимают болевые стимулы от внешних или внутренних раздражителей.



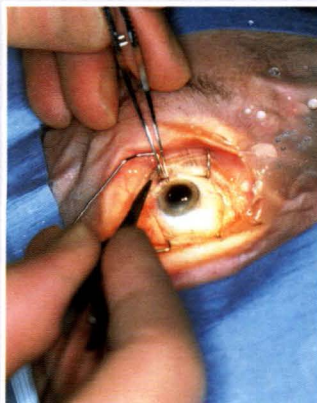
Акупунктурный МЕРИДИАН	РАСПОЛОЖЕНИЕ	СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ОБЛАСТИ ТЕЛА
Три инь-меридиана руки	Начинаются на грудной клетке и идут вдоль внутренней поверхности руки к кисти	Легкие, перикард, сердце
Три янь-меридиана руки	Начинаются на кисти и идут вдоль наружной поверхности руки к голове	Толстый кишечник, лимфатическая система и тонкий кишечник
Три инь-меридиана ноги	Начинаются на стопе и идут вдоль внутренней поверхности ноги к грудной клетке	Почки, печень, селезенка
Три янь-меридиана ноги	Начинаются на лице около глаз и идут вниз, вдоль наружной поверхности туловища, к стопе	Мочевой пузырь, желчный пузырь, желудок

ЗАБОЛЕВАНИЯ ГЛАЗ И НАРУШЕНИЯ ЗРЕНИЯ

Наиболее распространенные и легко излечимые нарушения включают миопию (близорукость), гиперметропию (дальнозоркость) и астигматизм, при котором роговица имеет неправильную форму и не преломляет лучи должным образом. Красно-зеленая цветовая слепота – генетическое нарушение, при котором глаз не имеет обычного набора колбочек с пигментами, реагирующими на световые волны красного и зеленого цвета. Существуют генетические дефекты, вызывающие врожденную слепоту, а 5 из 100 000 детей рождаются с ретинобластомой – злокачественной опухолью сетчатки, требующей удаления глаза. Сильный удар может вызвать отслойку сетчатки от нижележащих тканей, что при отсутствии хирургического лечения ведет к слепоте. Довольно распространены инфекционные заболевания глаз, такие как конъюнктивит.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ КАТАРАКТЫ

Катаракта (замутнение хрусталика) вызывает прогрессирующее ухудшение зрения и является главной причиной слепоты во всем мире. Современные технологии позволяют удалить катаракту до того, как она разрастется. Для этого используют ультразвуковые волны, разрушающие замутненные участки хрусталика. Другая возможность – хирургическая замена хрусталика.

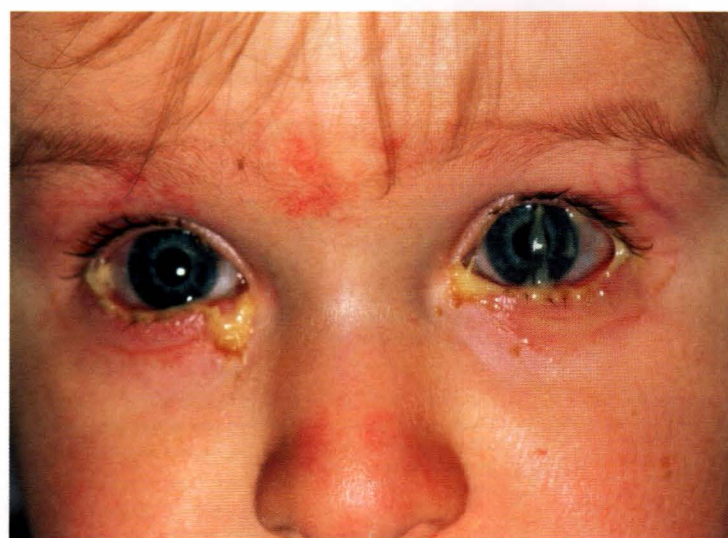
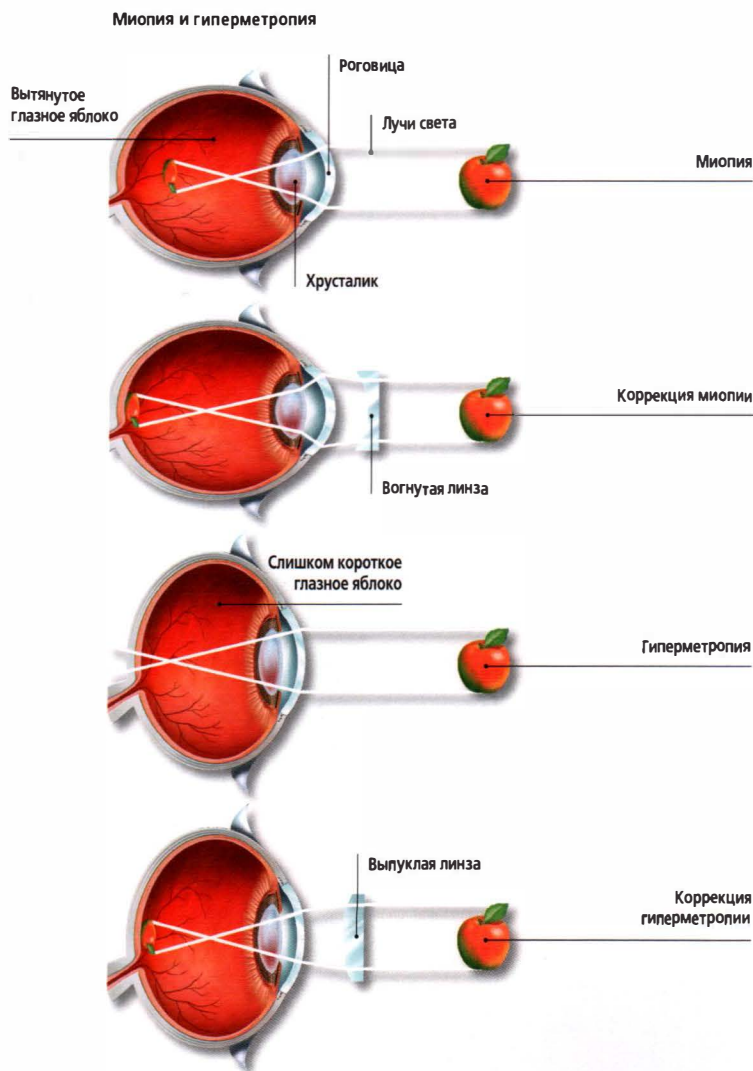


Трахома

Трахома – заразная бактериальная инфекция роговицы и конъюнктивы глаза. Необходимо лечение антибиотиками, иначе пациенты рискуют потерять зрение. В Африке и Азии трахома является главной причиной слепоты.

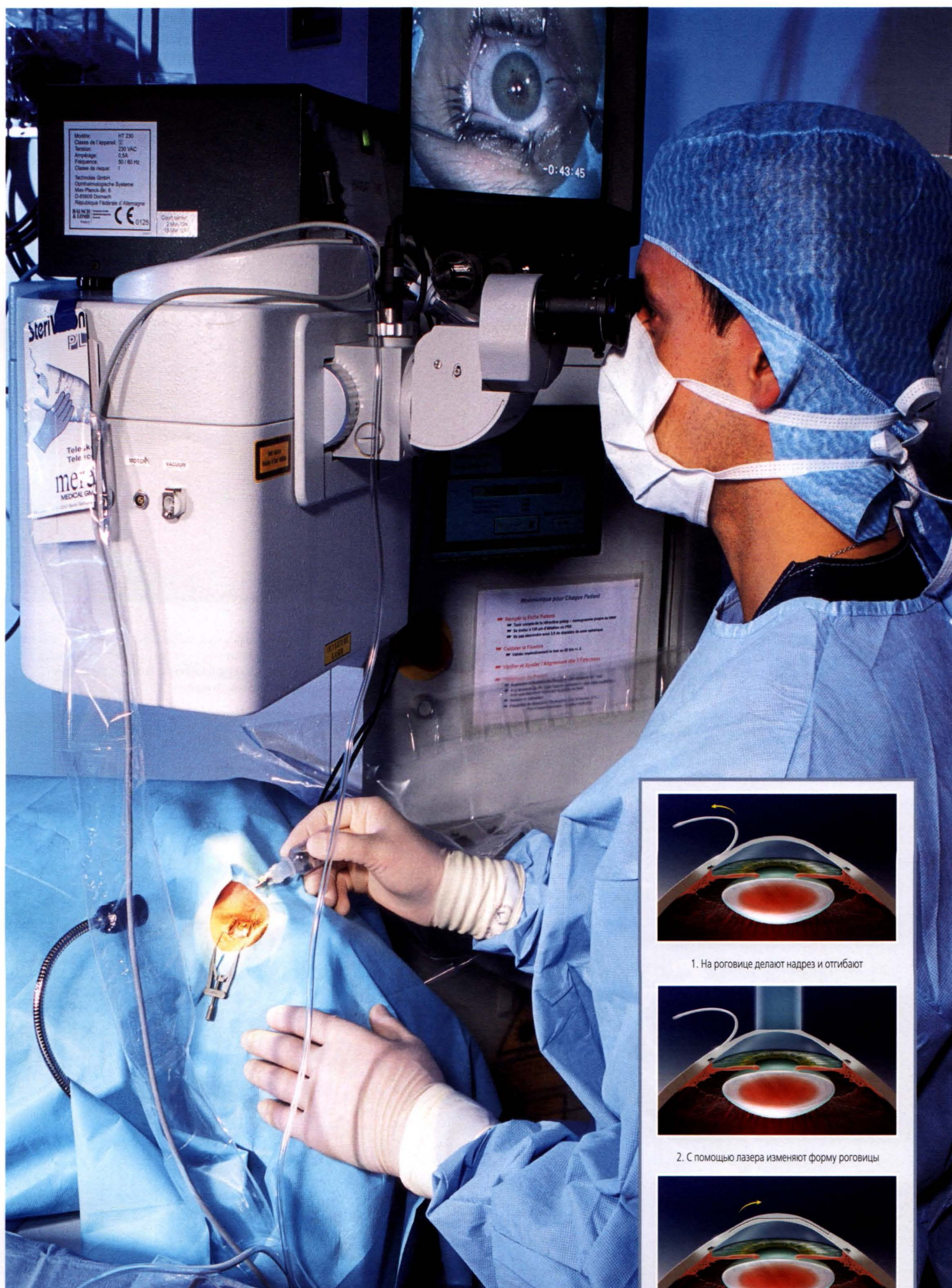
Корректировка распространенных нарушений зрения

Для корректировки миопии и гиперметропии нужно отрегулировать преломление световых лучей в глазу. Самый простой и дешевый способ – очки и контактные линзы. В случае легкой или средней близорукости альтернативой может быть внутрироговичное кольцо – съемная пластиковая вставка, слегка уплощающая роговицу, так что лучи света будут фокусироваться на сетчатке. Для хирургического лечения используют крошечный лазер, с помощью которого изменяют форму роговицы.



Конъюнктивит

У этого ребенка бактериальный конъюнктивит – гнойная инфекция конъюнктивы – прозрачной слизистой оболочки, выстилающей веки и покрывающей белок глаза. Для лечения назначают капли или мази с антибиотиками.

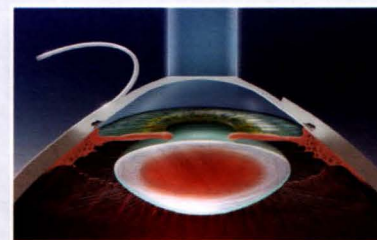


Лазерная коррекция зрения (LASIK)

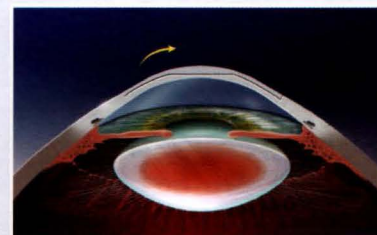
При лазерной коррекции зрения хирург с помощью специального расширителя фиксирует глаза пациента в открытом состоянии, а затем под местной анестезией выполняет процедуру, отслеживая ход операции на мониторе. Обычно одновременно оперируют один глаз.



1. На роговице делают надрез и отгибают



2. С помощью лазера изменяют форму роговицы



3. Лоскут роговицы помещают обратно

ЗАБОЛЕВАНИЯ УШЕЙ

Самое известное заболевание ушей – средний отит (воспаление среднего уха), но нарушения могут возникать в любом отделе уха. Воспаление наружного слухового канала называется наружным отитом. Он может развиваться как осложнение экземы, при слишком интенсивном очищении уха или вследствие скопления жидкости, в которой разводятся бактерии или грибы (т.н. «ухо пловца»). Некоторые люди страдают врожденным нарушением слуха, другие – временной или хронической тугоухостью, вызванной разрывом барабанной перепонки, серной пробкой или возрастными изменениями слуховых косточек, ведущими к нарушению передачи звука. Миллионы людей страдают шумом в ушах, который не представляет опасности, но значительно снижает качество жизни. Склонность к развитию шума в ушах передается по наследству, и часто он является первым признаком нейросенсорной глухоты.

Диагностика глухоты

На этом изображении, полученном с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ), можно видеть головной мозг и нервы в слуховом канале. Для диагностики нарушений слуха МРТ часто оказывается лучшим методом. Здесь видны нервы внутреннего уха (преддверно-улитковый нерв, обведено) и можно выявить любые нарушения или заболевания, ведущие к потере слуха, например, опухоль.

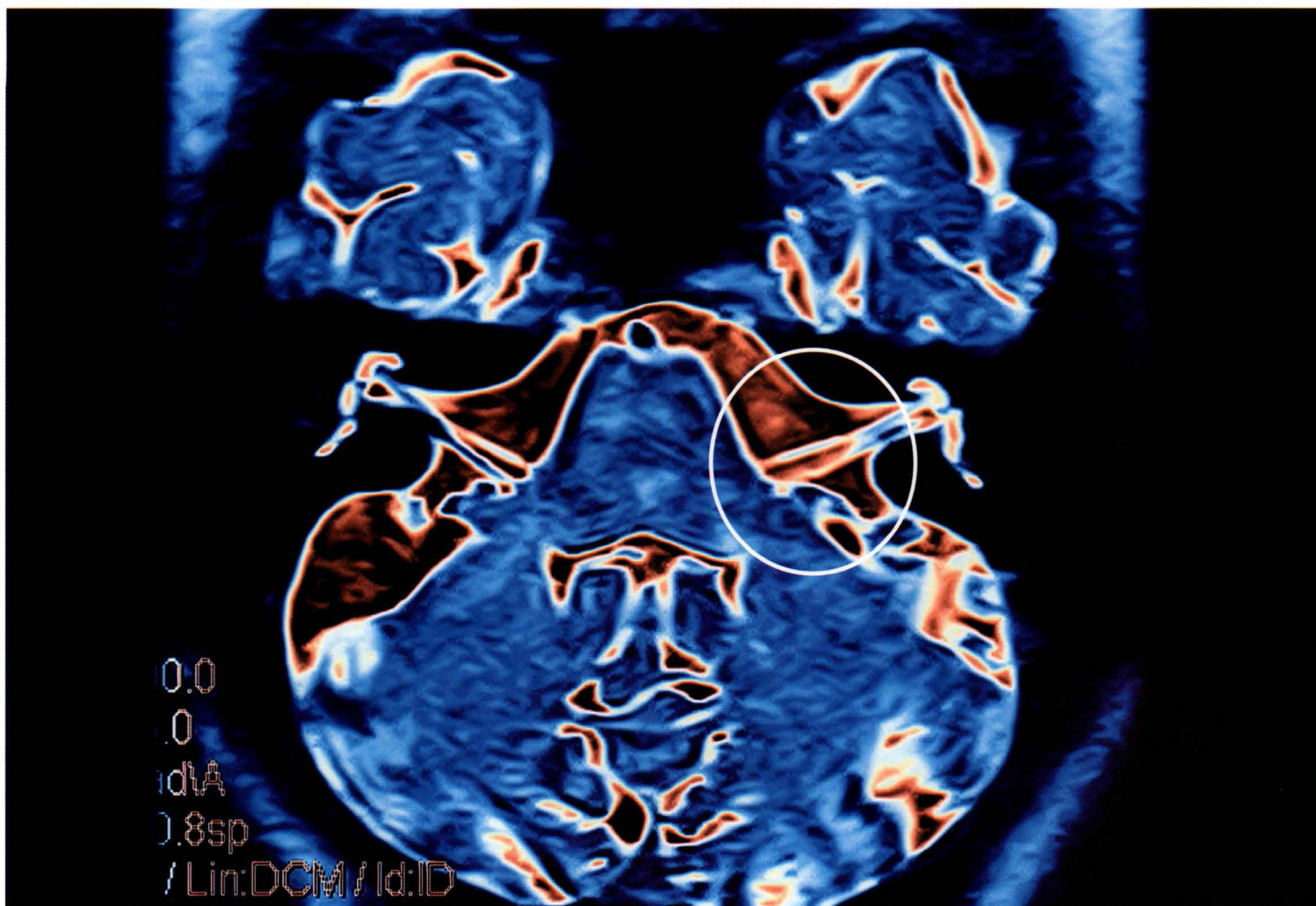
Нейросенсорная глухота

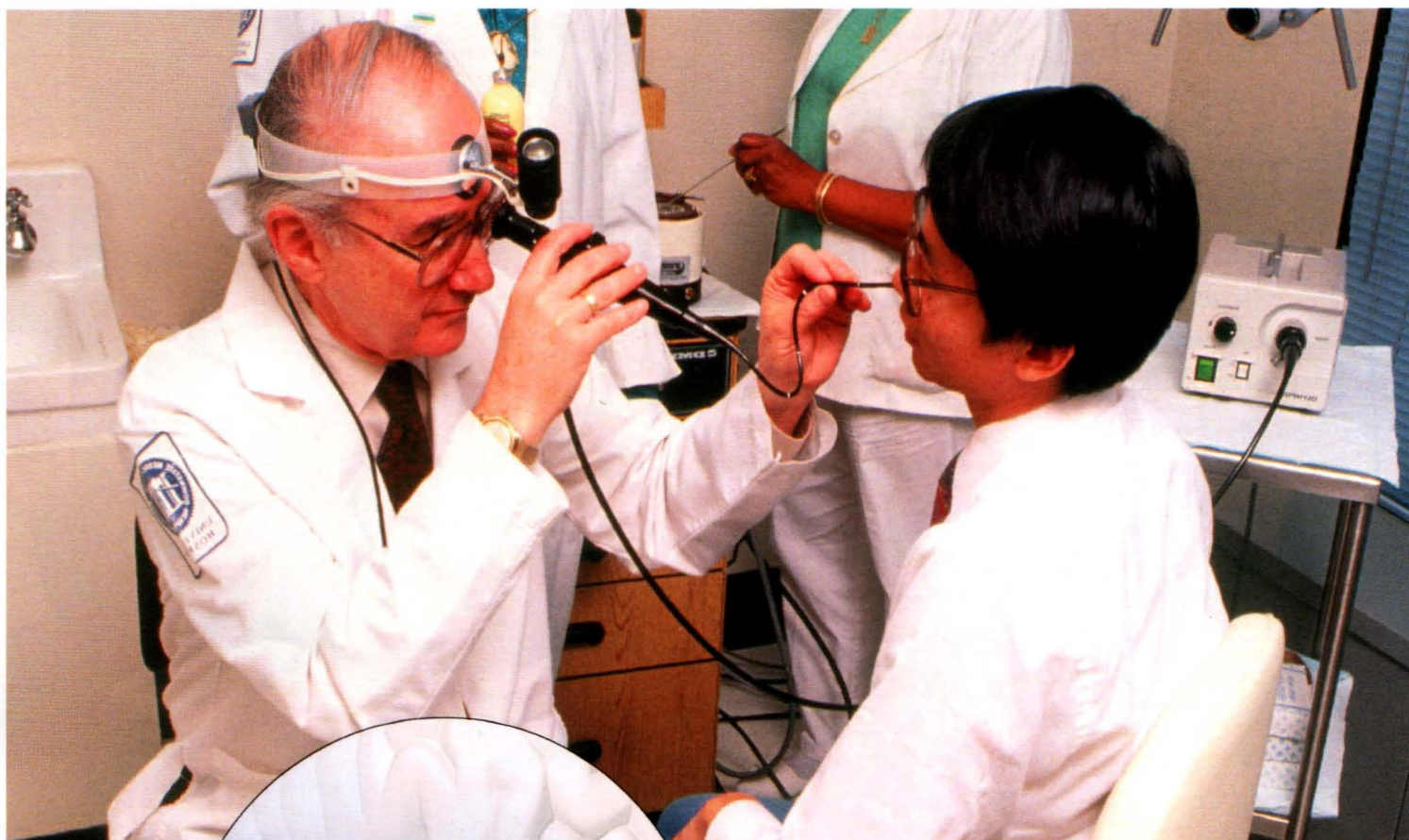
Это самая распространенная форма глухоты, причиной которой часто бывают возрастные изменения, генетические факторы или вызванное шумом повреждение волосковых клеток внутреннего уха. Если хрупкие ресничкигибаются или отламываются, сенсорные клетки разрушаются и не могут передавать импульсы на нерв улитки. Наиболее уязвимы волосковые клетки, реагирующие на звуки высокой частоты.



Нарушения барабанной перепонки

Кровянистые выделения могут указывать на перфорацию барабанной перепонки. Это довольно распространенная травма, т.к. барабанная перепонка очень тонкая и легко разрывается при инфекции или даже при неаккуратном очищении уха тампоном. В большинстве случаев барабанная перепонка заживает в течение нескольких недель.





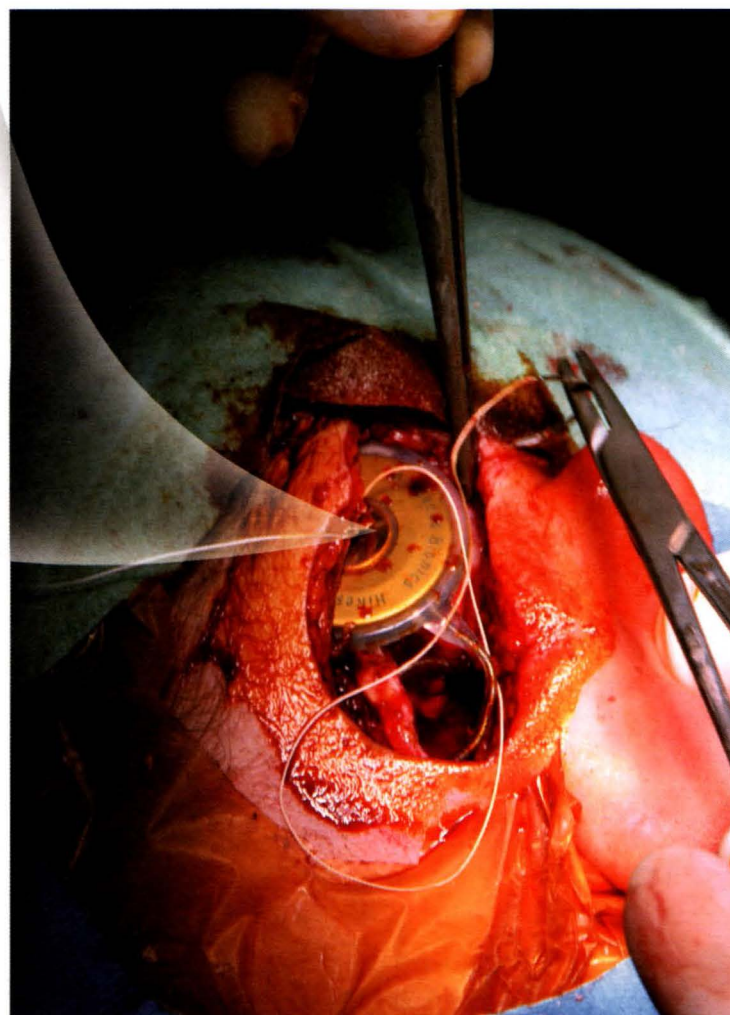
Шум в ушах

Врач с помощью оптического волоконного отоскопа осматривает ухо пациента, страдающего шумом в ушах. Это нарушение иногда передается по наследству, но может иметь много разных причин.



Кохлеарный имплант

Этот аппарат превращает звуки в электрические сигналы, которые затем передаются в мозг.



Операция по вживлению кохлеарного импланта

При значительной потере слуха вследствие повреждения волосковых клеток улитки могут помочь кохлеарные импланты. Наружные части этих аппаратов превращают звук в электрические импульсы, а внутренние электроды передают эти импульсы на улитковый нерв.

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Мир вокруг нас становится все более шумным, что способствует развитию нейросенсорной глухоты. При регулярном воздействии шума, превышающего 75–80 децибел, волосковые клетки внутреннего уха начинают повреждаться. Однократное воздействие очень сильного шума, такого как выстрел или взрыв, может вызвать резкое и необратимое повреждение.

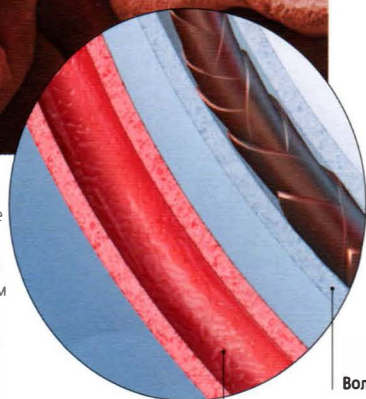
ГРОМКОСТЬ ШУМОВ	
Шум	ДЕЦИБЕЛЫ
ТИКАНИЕ ЧАСОВ	10
ШЕЛЕСТ ЛИСТЬЕВ	20
НОРМАЛЬНЫЙ РАЗГОВОР	50–60
ШУМ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ ИЛИ ОЖИВЛЕННОГО РЕСТОРАНА	75–80
КУХОННЫЙ КОМБАЙН (БОЛЬШОГО ОБЪЕМА)	90
СТЕРЕОСИСТЕМА	100+
РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ИЛИ ВЗЛЕТ САМОЛЕТА	110–150
РОК-КОНЦЕРТ	120–130

ЖЕНСКАЯ РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА

Женская репродуктивная система обеспечивает биологическое воспроизводство. Она включает яичники, фаллопиевы трубы, матку, шейку матки и влагалище. Яичники являются первичными репродуктивными органами, они могут сохранять функциональность в течение 40 лет или дольше. После полового созревания они начинают синтезировать эстрогены – женские половые гормоны, контролирующие появление вторичных половых признаков. В течение детородного возраста выработка эстрогенов, прогестерона и других гормонов яичников подчиняется 28-дневному циклу. В ходе этого цикла развивается и высвобождается одна (или несколько) яйцеклеток, которые затем могут оплодотвориться спермой. Если яйцеклетка не была оплодотворена, цикл начинается сначала.



Фаллопиевы трубы
Фаллопиевы трубы физически не прикреплены к яичнику, и чтобы туда попасть, яйцеклетка должна пересечь узкую щель. Над входом в фаллопиеву трубу расположены похожие на зонтик бахромки, помогающие улавливать яйцеклетки.



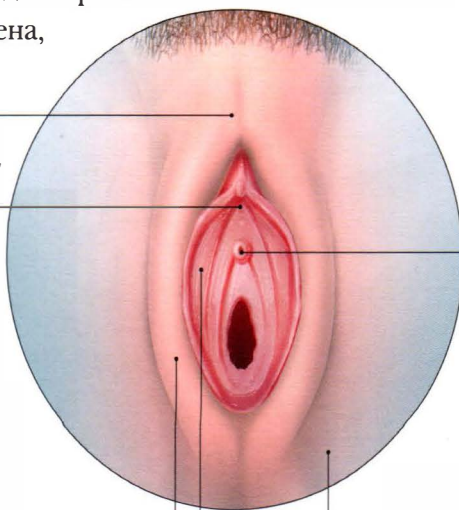
Волосок

Фаллопиева труба

Внутри фаллопиевой трубы

Оплодотворение происходит в фаллопиевой трубе – узком канале, ширина которого не превышает толщину волоса. Некоторые клетки оболочки фаллопиевой трубы имеют реснички, биение которых проталкивает яйцеклетку к матке.

Отверстие уретры



Лонное возвышение

Это округлый участок жировой ткани, под которым лежит кость.

Клитор

Аналог мужского пениса, этот небольшой орган чувствителен к сексуальной стимуляции.

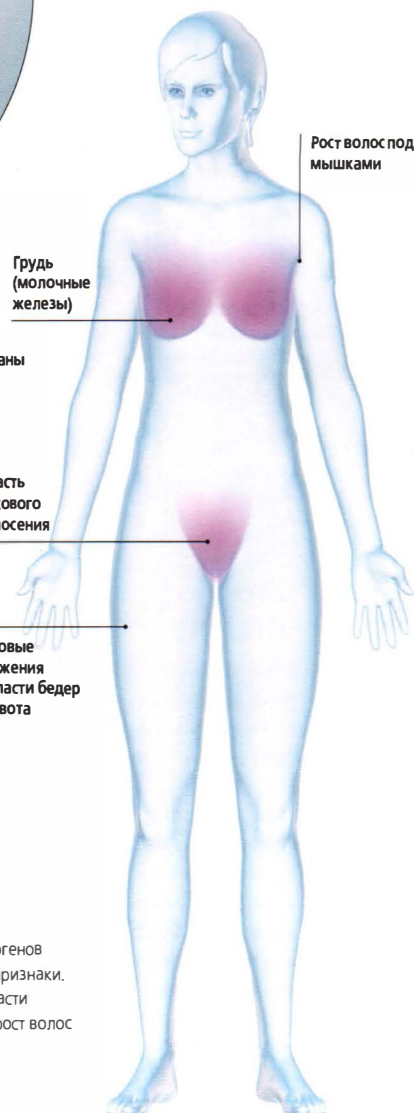
Большие половые губы
Эти мясистые жиросодержащие складки кожи образуют часть вульвы – внешних половых органов.

Малые половые губы
Внутренние кожные складки, лежащие вдоль входа во влагалище и тоже составляющие часть вульвы.

Внешние половые органы

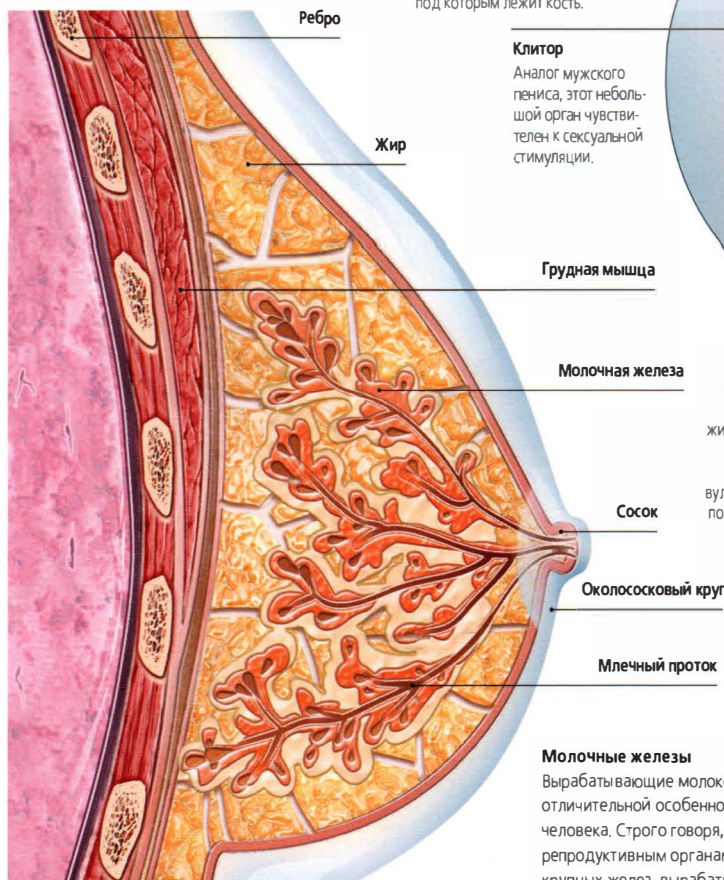
Область лобкового оволосения

Жировые отложения в области бедер и живота



Рост волос под мышками

Грудь (молочные железы)



Рёбра

Жир

Грудная мышца

Молочная железа

Сосок

Околососковый круг

Млечный проток

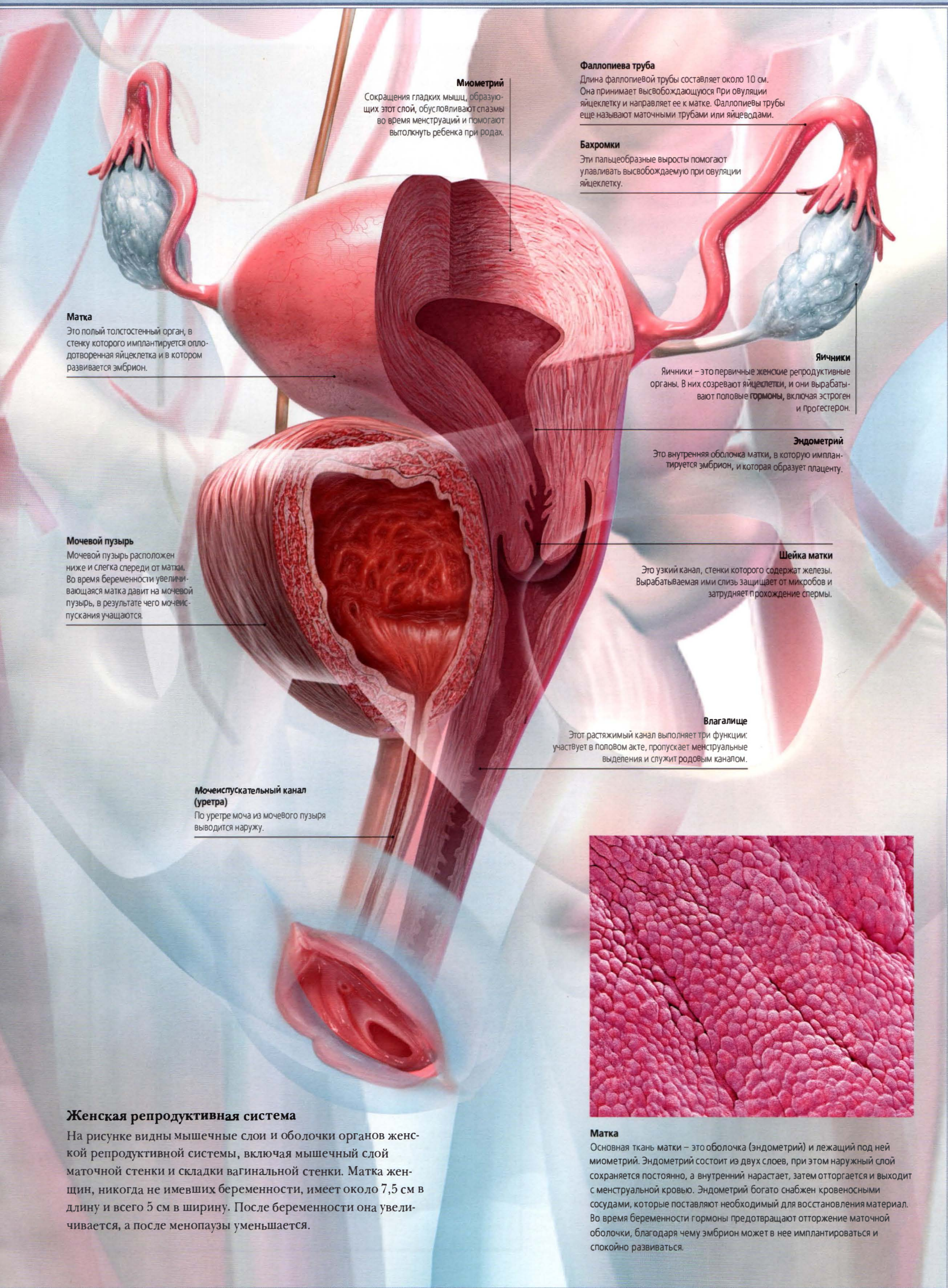
Молочные железы

Вырабатывающие молоко молочные железы являются отличительной особенностью млекопитающих, включая человека. Строго говоря, грудь не относится к репродуктивным органам. Она состоит из жировой ткани и крупных желез, вырабатывающих молоко для питания новорожденного.

ЖЕНСКИЕ РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ	
Яичники	Вырабатывают яйцеклетки (женские половые клетки)
ФАЛЛОПИЕВЫ ТРУБЫ	Переносят созревшую яйцеклетку к матке
МАТКА	Камера, где развивается эмбрион
ШЕЙКА МАТКИ	Проход, соединяющий матку и влагалище
ВЛАГАЛИЩЕ	Участвует в половом акте и пропускает менструальные кровотечения (и рождающегося ребенка)

Женские вторичные половые признаки

В пубертатный период под контролем эстрогенов развиваются женские вторичные половые признаки. К ним относятся жировые отложения в области молочных желез, живота и бедер, а также рост волос под мышками и на лобке.

**Миометрий**

Сокращения гладких мышц, образующих этот слой, обуславливают спазмы во время менструаций и помогают вытолкнуть ребенка при родах.

Фаллопиева труба

Длина фаллопиевой трубы составляет около 10 см. Она принимает высвобождающуюся при овуляции яйцеклетку и направляет ее к матке. Фаллопиевы трубы еще называют маточными трубами или яйцеводами.

Бахромки

Эти пальцеобразные выросты помогают улавливать высвобождаемую при овуляции яйцеклетку.

Матка

Это полый толстостенный орган, в стенку которого имплантируется оплодотворенная яйцеклетка и в котором развивается эмбрион.

Яичники

Яичники – это первичные женские репродуктивные органы. В них созревают яйцеклетки, и они вырабатывают половые гормоны, включая эстроген и прогестерон.

Эндометрий

Это внутренняя оболочка матки, в которую имплантируется эмбрион, и которая образует плаценту.

Мочевой пузырь

Мочевой пузырь расположен ниже и слегка спереди от матки. Во время беременности увеличивающаяся матка давит на мочевой пузырь, в результате чего мочеиспускания учащаются.

Шейка матки

Это узкий канал, стенки которого содержат железы. Вырабатываемая ими слизь защищает от микробов и затрудняет прохождение спермы.

Влагалище

Этот растяжимый канал выполняет три функции: участвует в половом акте, пропускает менструальные выделения и служит родовым каналом.

Мочеспускательный канал (уретра)

По уретре моча из мочевого пузыря выводится наружу.

**Матка**

Основная ткань матки – это оболочка (эндометрий) и лежащий под ней миометрий. Эндометрий состоит из двух слоев, при этом наружный слой сохраняется постоянно, а внутренний нарастает, затем отторгается и выходит с менструальной кровью. Эндометрий богат кровеносными сосудами, которые поставляют необходимый для восстановления материал. Во время беременности гормоны предотвращают отторжение маточной оболочки, благодаря чему эмбрион может в нее имплантироваться и спокойно развиваться.

Женская репродуктивная система

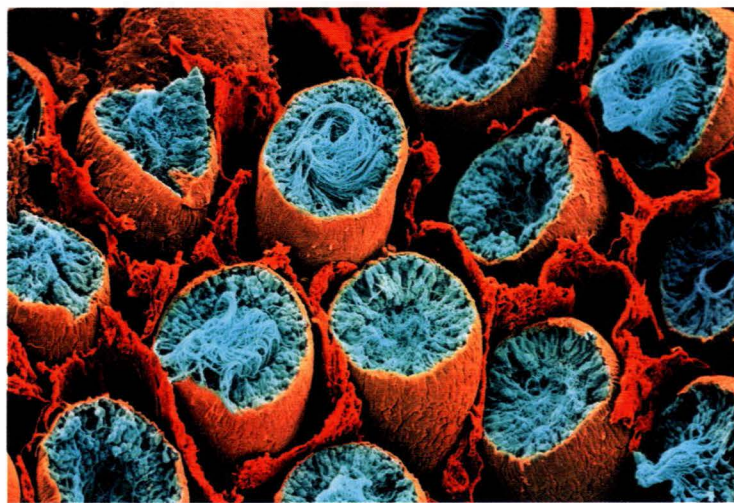
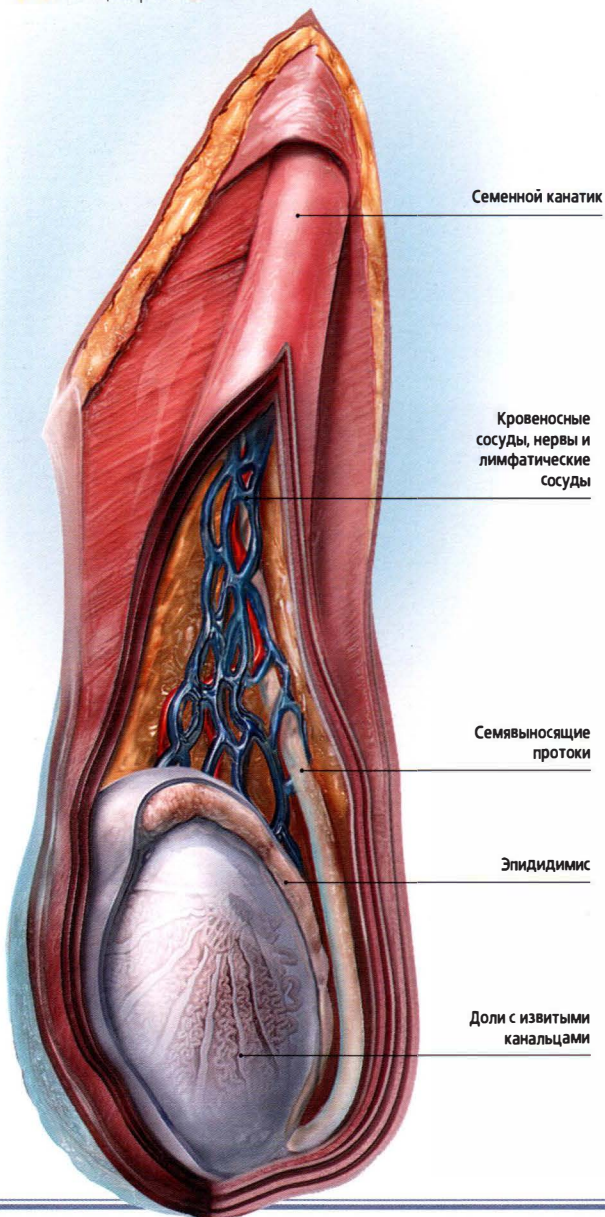
На рисунке видны мышечные слои и оболочки органов женской репродуктивной системы, включая мышечный слой маточной стенки и складки вагинальной стенки. Матка женщин, никогда не имевших беременности, имеет около 7,5 см в длину и всего 5 см в ширину. После беременности она увеличивается, а после менопаузы уменьшается.

МУЖСКАЯ РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА

Первичными мужскими репродуктивными органами являются яички, каждое размером с небольшую сливу. Яички вырабатывают половые гормоны и половые клетки – сперматозоиды, которые оплодотворяют яйцеклетку и дают начало новой жизни. Яички расположены в мошонке, каждое из них состоит из более 200 долей, содержащих тонкие извитые каналцы со сперматозоидами в разной стадии развития. У половозрелого мужчины в любой момент времени в яичках развивается примерно 1 миллион сперматозоидов. Другие органы мужской репродуктивной системы включают пенис и железы, вырабатывающие семенную жидкость, которая защищает и питает сперматозоиды.

Яички

Большая часть ткани яичек состоит из извитых семенных каналцев. Эти каналцы соединяются эпидидимисом, в котором хранятся созревшие сперматозоиды. Семенной канатик содержит кровеносные сосуды, нервы и части семявыносящих протоков.

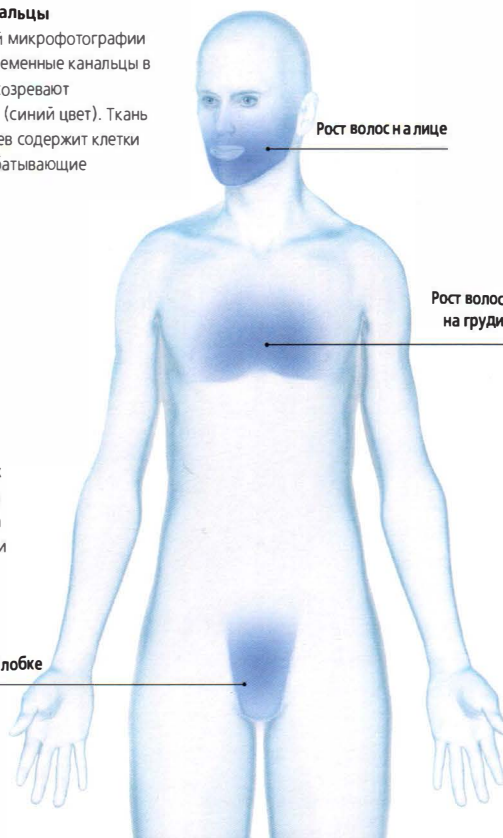


Семенные каналцы

На этой цветной микрофотографии можно видеть семенные каналцы в разрезе. В них созревают сперматозоиды (синий цвет). Ткань вокруг каналцев содержит клетки Лейдига, вырабатывающие тестостерон.

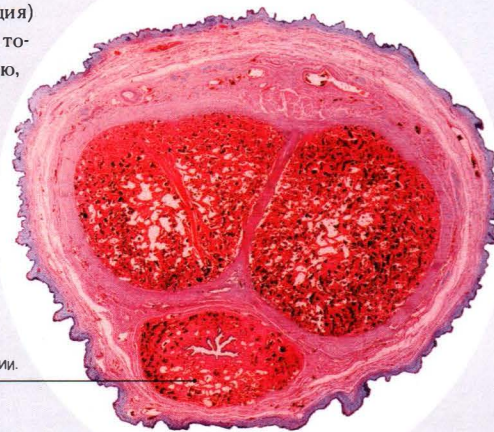
Мужские вторичные половые признаки

В пубертатный период тестостерон вызывает развитие мужских половых признаков – рост волос на лице, под мышками, на лобке и на всем теле, а также увеличение мышечной массы и понижение тембра голоса.



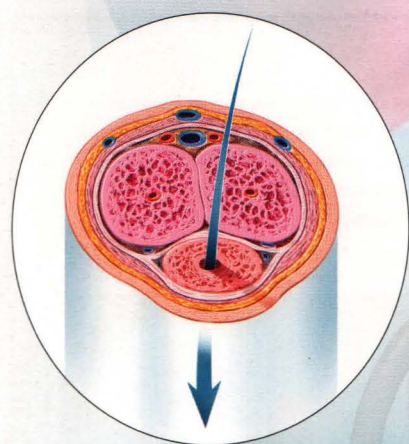
ПЕЩЕРИСТЫЕ ТЕЛА

На поперечном разрезе пениса можно видеть две большие округлые секции – это пещеристые тела. В центре каждого из них проходит артерия. При сексуальном возбуждении мозг посылает сигналы, вызывающие расслабление мышц артериальных стенок. Артерии расширяются и наполняют пещеристые тела кровью, что ведет к эрекции. Губчатое тело (небольшая округлая секция) содержит уретру. Оно тоже наполняется кровью, но остается мягкой, так что уретра не пережимается.



Уретра

Уретра важна для процесса эякуляции.



Путь сперматозоидов

Первичные сперматозоиды образуются в семенных канальцах и затем переходят в эпидидимис. Здесь, благодаря наличию питательных веществ, сперматозоиды созревают. При половом возбуждении они проходят по семявыносящему протоку, затем по семяизвергательному протоку, где смешиваются с жидкостью семенных пузырьков. Потом в смесь добавляется секрция предстательной железы, а затем секрция бульбоуретральной железы. Мышечные сокращения выгоняют получившуюся вязкую сперму через уретру.

Семяизвергательные протоки

При эякуляции эти протоки выносят сперматозоиды из семявыносящих каналов в уретру.

Предстательная железа

Предстательная железа окружает уретру. Она вырабатывает субстанцию, входящие в состав спермы и активирующие сперматозоиды.

Семенные пузырьки

Два семенных пузырька вырабатывают несколько субстанций, входящих в состав спермы, включая простагландины.

Бульбоуретральная железа

Эти железы вырабатывают слизь, смазывающую уретру во время сексуального возбуждения.

Семявыносящие протоки

По этим протокам сперматозоиды проходят из эпидидимиса в семяизвергательные каналы.

Эпидидимис

Это система протоков, принимающая и хранящая сперматозоиды до эякуляции. Если все эти протоки растянуть, то общая длина составит примерно 6 м.

Яички

Пара яичек вырабатывают сперматозоиды и являются первичными мужскими репродуктивными органами.

Мошонка

Мошонка – внешний кожный мешок, расположенный в основании пениса и содержащий яички.

Уретра

У мужчин мочеиспускательный канал служит и для выведения мочи, и для эякуляции спермы.

Пенис

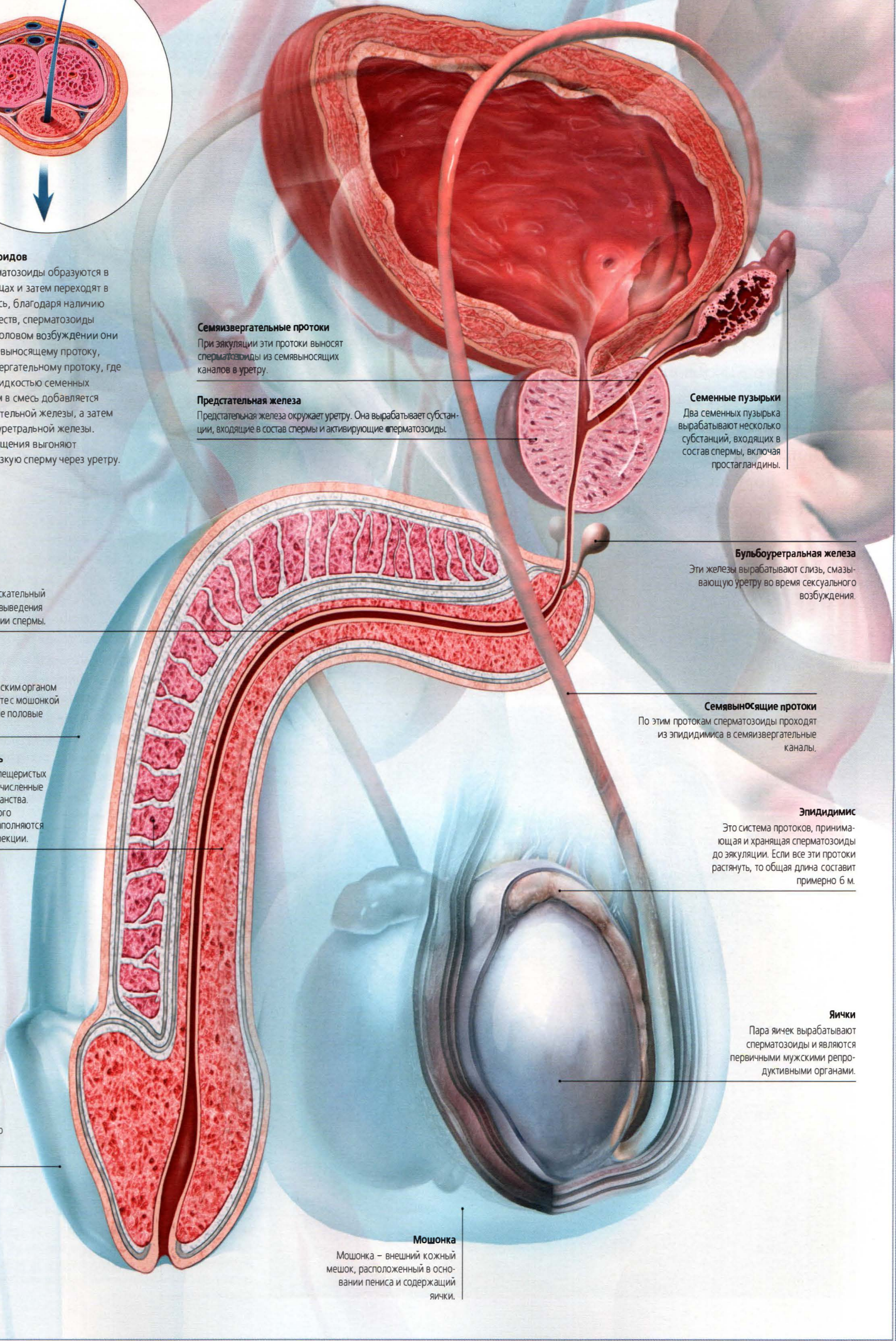
Пенис является мужским органом совокупления. Вместе с мошонкой он образует внешне половые органы мужчины.

Кавернозная ткань

Кавернозная ткань пещеристых тел содержит многочисленные васкулярные пространства. Во время сексуального возбуждения они наполняются кровью, что ведет к эрекции.

Головка полового члена

Кончик полового члена закрыт крайней плотью, которую удаляют при обрезании.



СМЕНА ПОКОЛЕНИЙ



При слиянии сперматозоида и яйцеклетки образуется первая клетка нового организма.

Сперматозоид и яйцеклетка – это гаметы, т.е. половые клетки, образующиеся в яичках и яичниках и несущие всю необходимую информацию для построения и функционирования нового существа. Эта информация закодирована в генах в форме ДНК. Все клетки тела, кроме гамет, содержат 46 хромосом, по 23 от каждого родителя. В наборе из 23 хромосом 22 являются аутосомами и несут инструкции для работы разных частей и органов тела. Двадцать третья хромосома является половой, у женщин это X-хромосома, а у мужчин – Y-хромосома. Всего геном человека содержит около 29 000 генов. Один и тот же признак может определяться разными формами гена, поэтому даже близкие родственники могут иметь разную форму носа и другие различия.



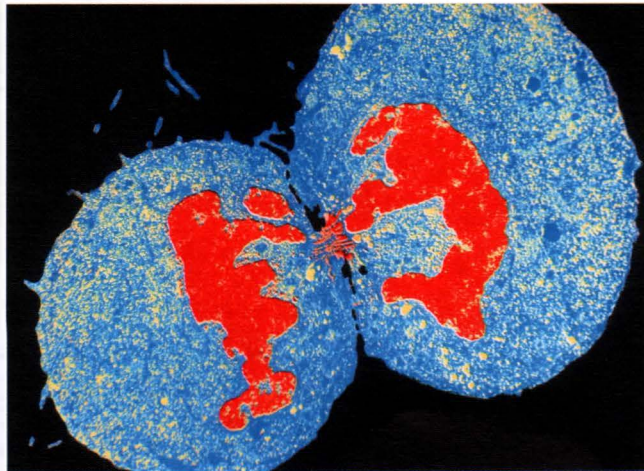
Генетические исследования

Знания о наследственных заболеваниях получены благодаря исследованиям человеческих клеток и их ДНК. В рамках этой работы ведется поиск связи между определенными признаками и генами, а также изучение взаимодействия различных генов.



ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

Существует два механизма деления клеток, выполняющих разные биологические функции. При митозе происходит удвоение всех частей родительской клетки, включая комплект из 46 хромосом. Другой механизм клеточного деления – мейоз – ведет к образованию гамет. При этом каждая дочерняя клетка получает лишь 23 хромосомы, т.е. половину родительского набора.



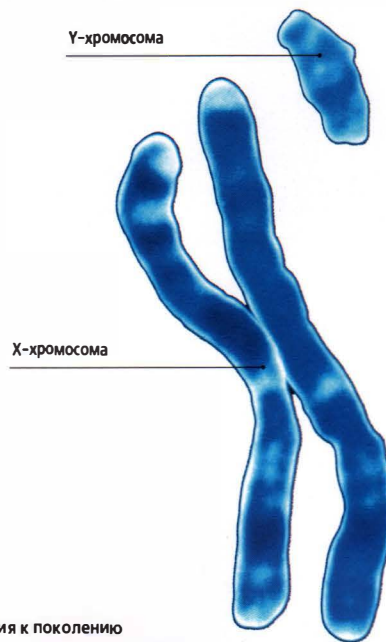
Половые хромосомы

Показанные справа на рисунке гаметы (яйцеклетка и сперматозоиды) имеют лишь 23 хромосомы, включая одну половую.

Неоплодотворенная яйцеклетка имеет одну X-хромосому, а сперматозоиды могут иметь или X- или Y-хромосому. X-хромосома несет около 2350 генов, а Y-хромосома – намного меньше.

Гены Y-хромосомы кодируют строение и функции мужской репродуктивной системы, а X-хромосома несет информацию о различных признаках, таких как формирование кровяного сгустка и способность к цветовому зрению.

Гены X-хромосомы определяют и некоторые половые черты, например, распределение жировых отложений. Признаки, контролируемые генами половых хромосом, называют «сцепленными с полом».



От поколения к поколению

Близкие родственники могут быть очень похожи друг на друга, но даже в пределах одной семьи сходство необязательно должно быть ярко выражено. Черты лица и другие передаваемые от родителей признаки определяются случайным образом.



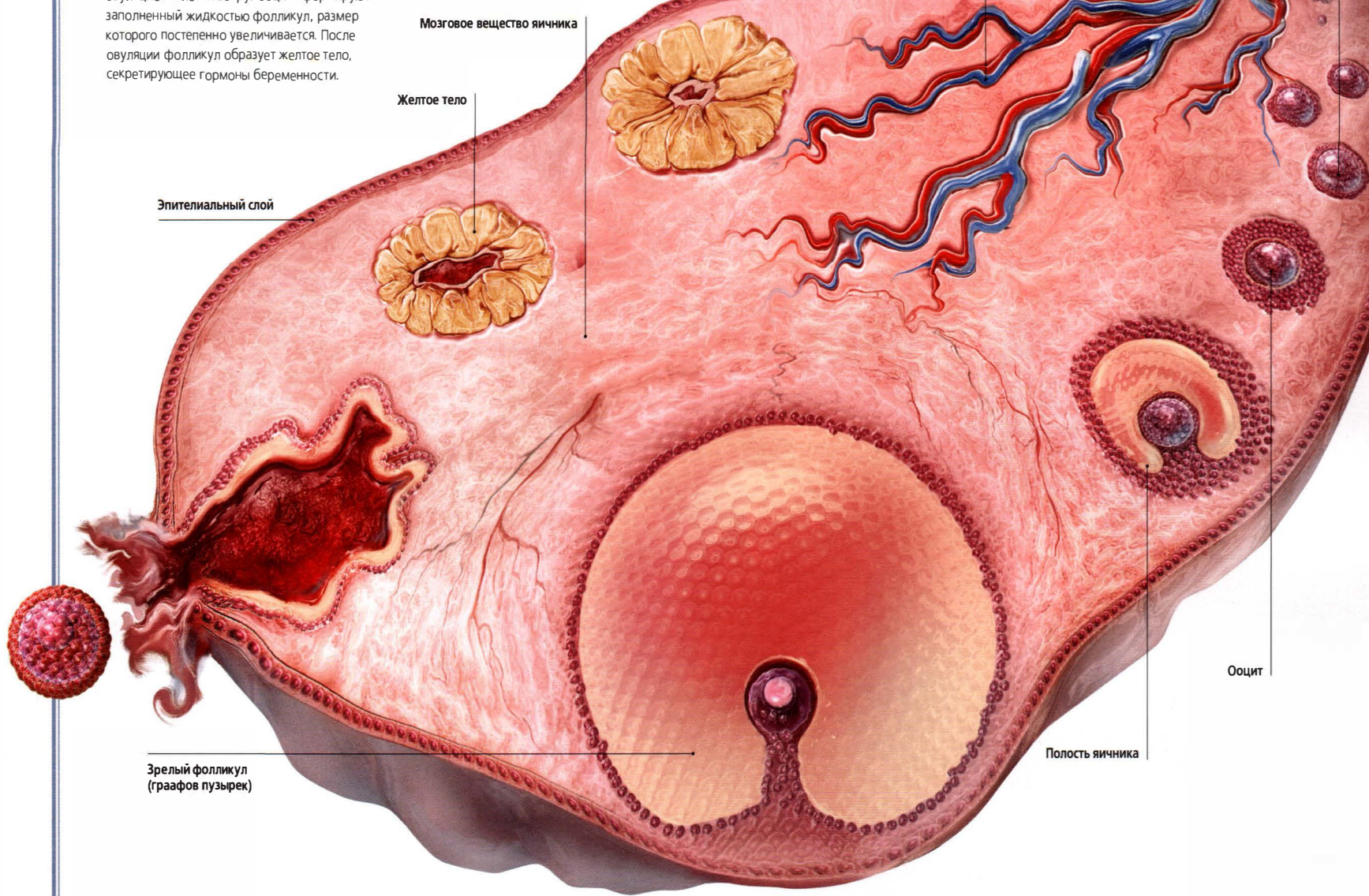
ЦИКЛ ЯИЧНИКОВ



В течение детородного периода менструальный цикл связан с циклом яичников, в которых созревают яйцеклетки. Созревание яйцеклетки – первый шаг к беременности, т.к. она содержит материнские хромосомы, несущие генетическую информацию. Цикл яичников определяется эстрогеном и другими гормонами, контролирующими последовательность стадий развития яйцеклетки и ее подготовку к овуляции. Если высвободившаяся при овуляции яйцеклетка не сможет успешно преодолеть щель между яичником и воронкой из бахромок маточной трубы, она попадет в брюшную полость (что случается редко). Попад в фаллопиеву трубу, яйцеклетка движется к матке и может быть оплодотворена. Если оплодотворение не состоялось, начинаются менструации, и цикл начинается снова.

Внутри яичника

На этом рисунке показан яичник перед овуляцией. Клетки вокруг ооцита формируют заполненный жидкостью фолликул, размер которого постепенно увеличивается. После овуляции фолликул образует желтое тело, секретирующее гормоны беременности.



Мозговое вещество яичника

Желтое тело

Эпителиальный слой

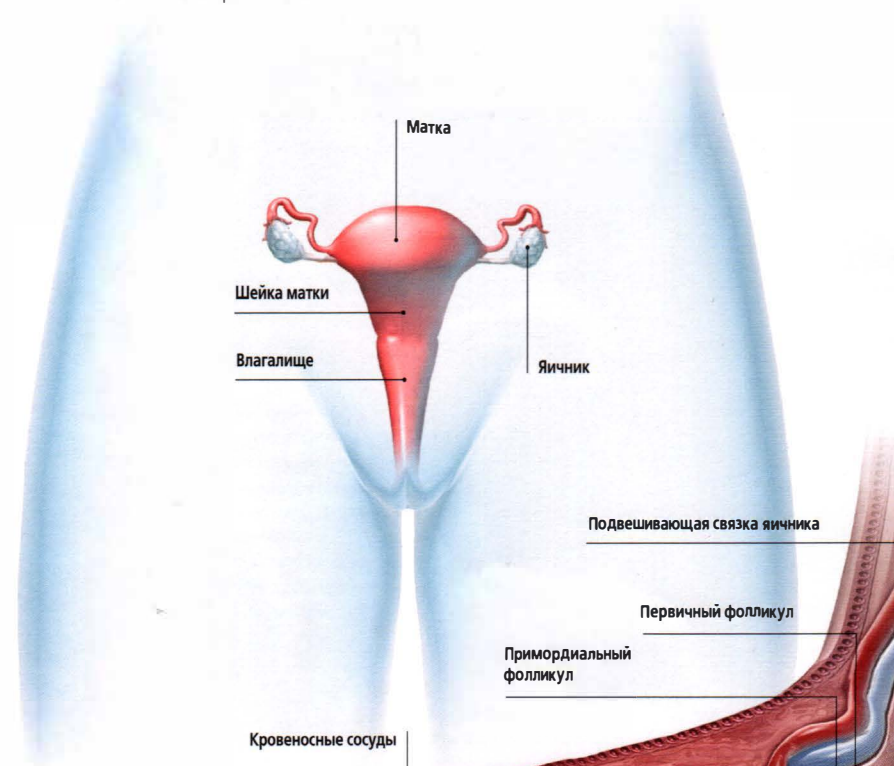
Зрелый фолликул (граафов пузырек)

Полость яичника

Ооцит

Гормональный контроль овуляции

Развитие фолликула стимулируется выделяемыми гипофизом лютеинизирующим и фолликулостимулирующим гормонами. После овуляции прогестерон и эстроген фолликула готовят эндометрий к возможной беременности.



Матка

Шейка матки

Влагалище

Яичник

Подвешивающая связка яичника

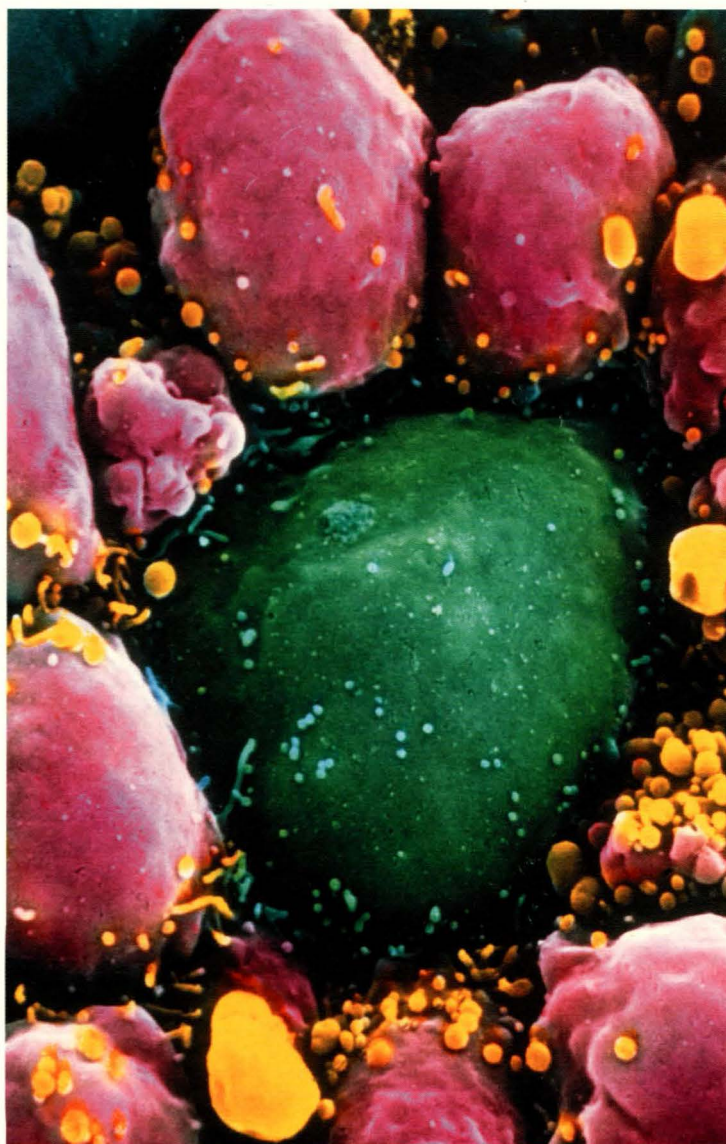
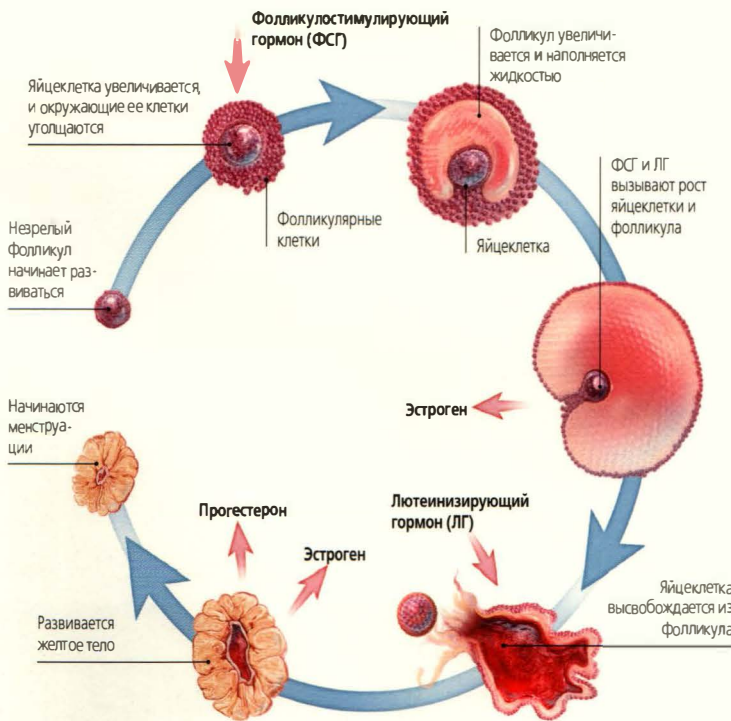
Первичный фолликул

Примордиальный фолликул

Кровеносные сосуды

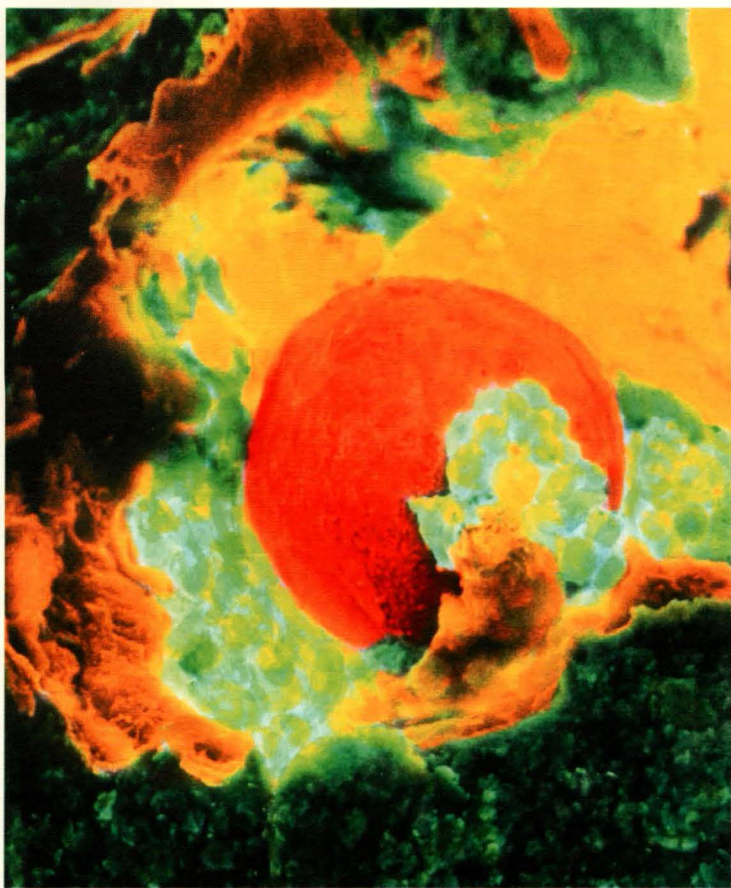
Координированные месячные циклы

Скоординированные циклы яичников и матки, каждый примерно по 28 дней, готовят организм к возможной беременности. Гормоны гипофиза стимулируют рост фолликула яичника и созревание яйцеклетки, яичники высвобождают эстроген и прогестерон, вызывающие утолщение маточной оболочки (эндометрия). Гормональные сигналы запускают овуляцию и поддерживают развитие эндометрия в течение двух недель. Если яйцеклетка не была оплодотворена, яичники прекращают вырабатывать гормоны, и часть эндометрия отторгается и выходит с менструациями.



Будущая яйцеклетка

На этом цветном изображении, полученном с помощью СЭМ, край будущей яйцеклетки выглядит зеленым и окружен розовыми фолликулярными клетками. У зародыша женского пола миллионы подобных клеток развиваются в первичные ооциты, но к пубертатному периоду их остается всего несколько сотен тысяч.



Овуляция

Выброс ЛГ запускает овуляцию, в ходе которой раздувшийся фолликул лопается и высвобождает яйцеклетку. На рисунке показан момент выхода яйцеклетки (оранжевый цвет) из яичника и начало ее путешествия по фаллопиевой трубе к матке.

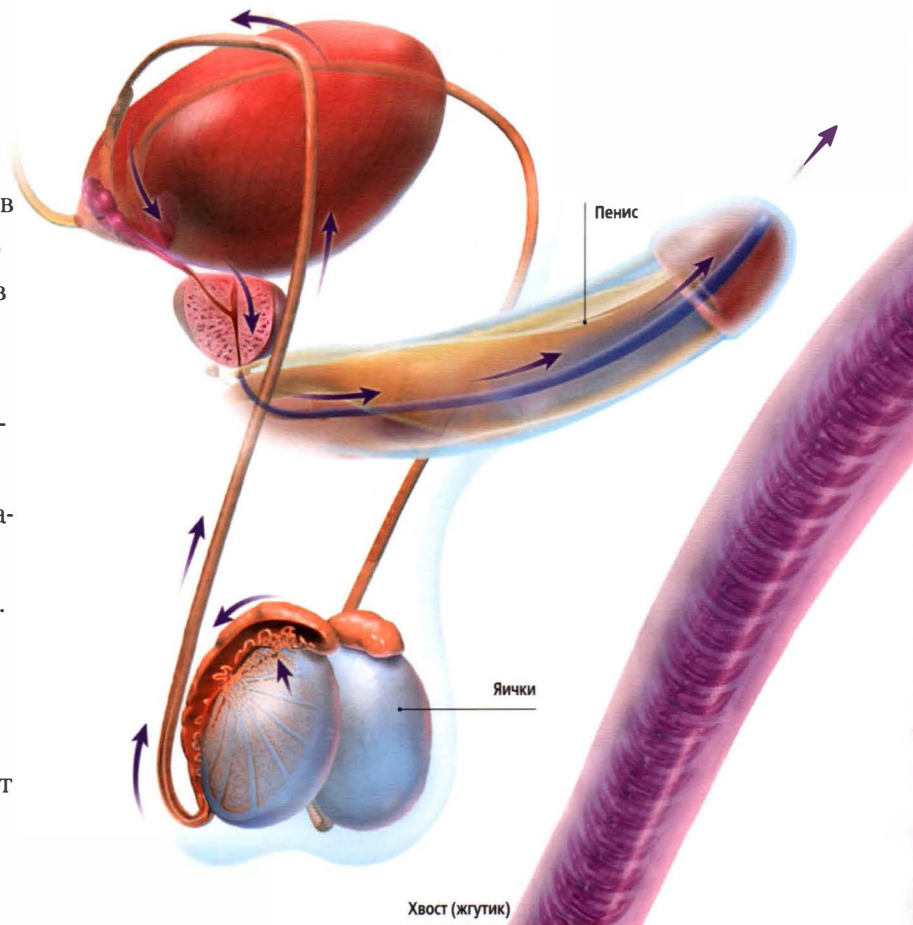
МЕНАРХЕ И МЕНОПАУЗА

Менархе – первая менструация – обычно приходит в возрасте от 10 до 14 лет. Несколько десятилетий спустя, обычно от 40 до 45 лет, начинается перименопауза, в ходе которой замедляется выработка репродуктивных гормонов, и циклы становятся все более нерегулярными. Полная менопауза наступает обычно в возрасте 50–55 лет, когда менструации окончательно прекращаются.



СПЕРМАТОЗОИДЫ

Сперматозоиды – это гаметы, несущие мужские гены. Они созревают за 9–10 недель, превращаясь в клетки, плавающие с помощью жгутикообразного хвоста. Созревание сперматозоидов начинается в пубертатный период и регулируется гормонами, включая тестостерон и фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), которые присутствуют и у женщин. Процесс начинается в семенных канальцах, скрученных внутри каждого яичка. При этом сначала клетки канальцев, называемые сперматогониями, превращаются в сперматоциты, а затем в сперматиды. Потом у сперматидов появляется тонкий хвост, и они преобразуются в сперматозоиды. Созревание сперматозоидов регулируется химическими сигналами окружающих клеток. Созревшие сперматозоиды переходят в длинный извитый эпидидимис.

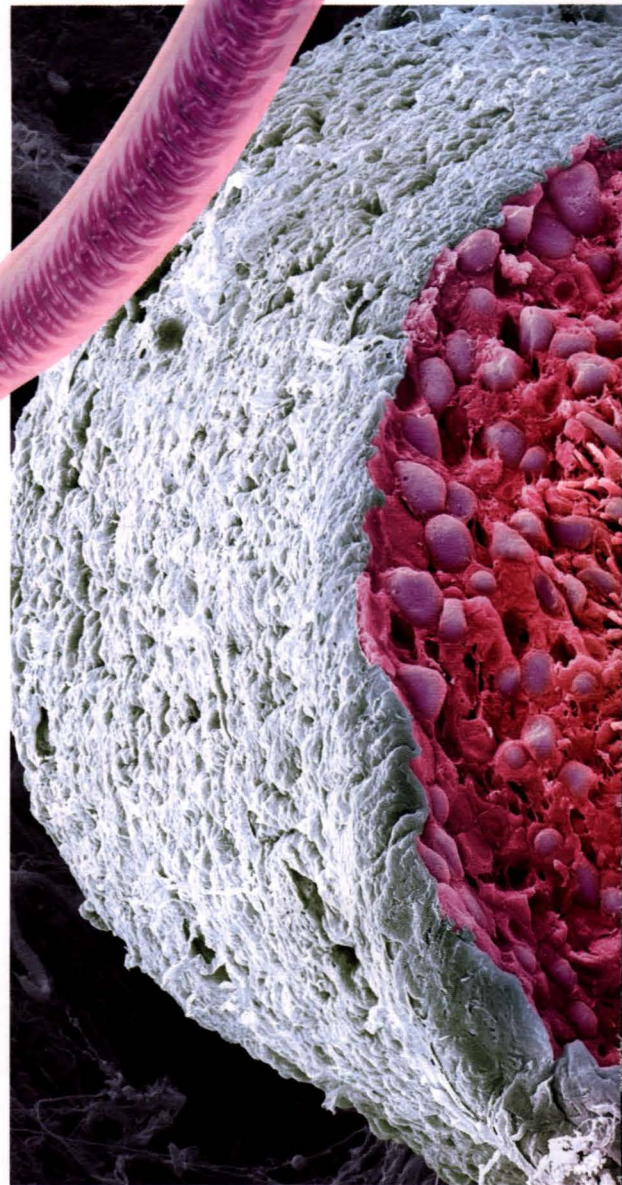


Строение сперматозоида

Строение сперматозоидов помогает им добраться по женскому репродуктивному тракту до яйцеклетки и ее оплодотворить. Сперматозоид состоит из трех частей: головки, средней части и хвоста. В головке расположено ядро, содержащее ДНК, а ее передняя часть закрыта акросомой. Акросома содержит ферменты и другие белки, помогающие сперматозоиду попасть в яйцеклетку. Тело сперматозоида содержит митохондрии, обеспечивающие клетку энергией, необходимой для движения хвоста.

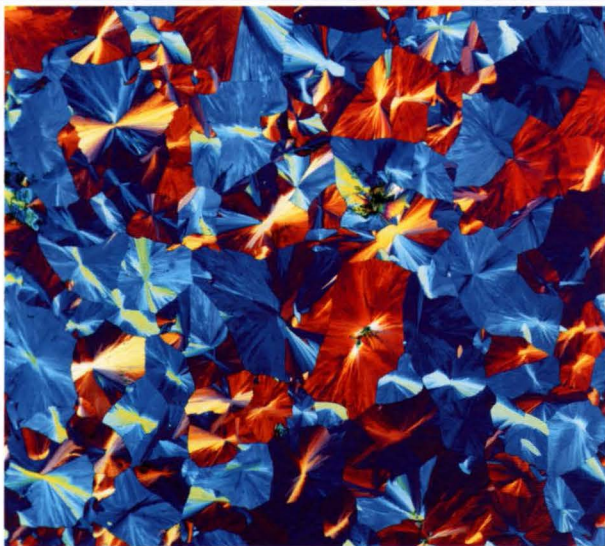
Место образования сперматозоидов

На этой электронной микрофотографии показаны семенные канальцы в разрезе. Они расположены в яичках, и именно в них образуются сперматозоиды. Развитие сперматозоидов начинается в наружном конце канальца, и по мере созревания они продвигаются вовнутрь.



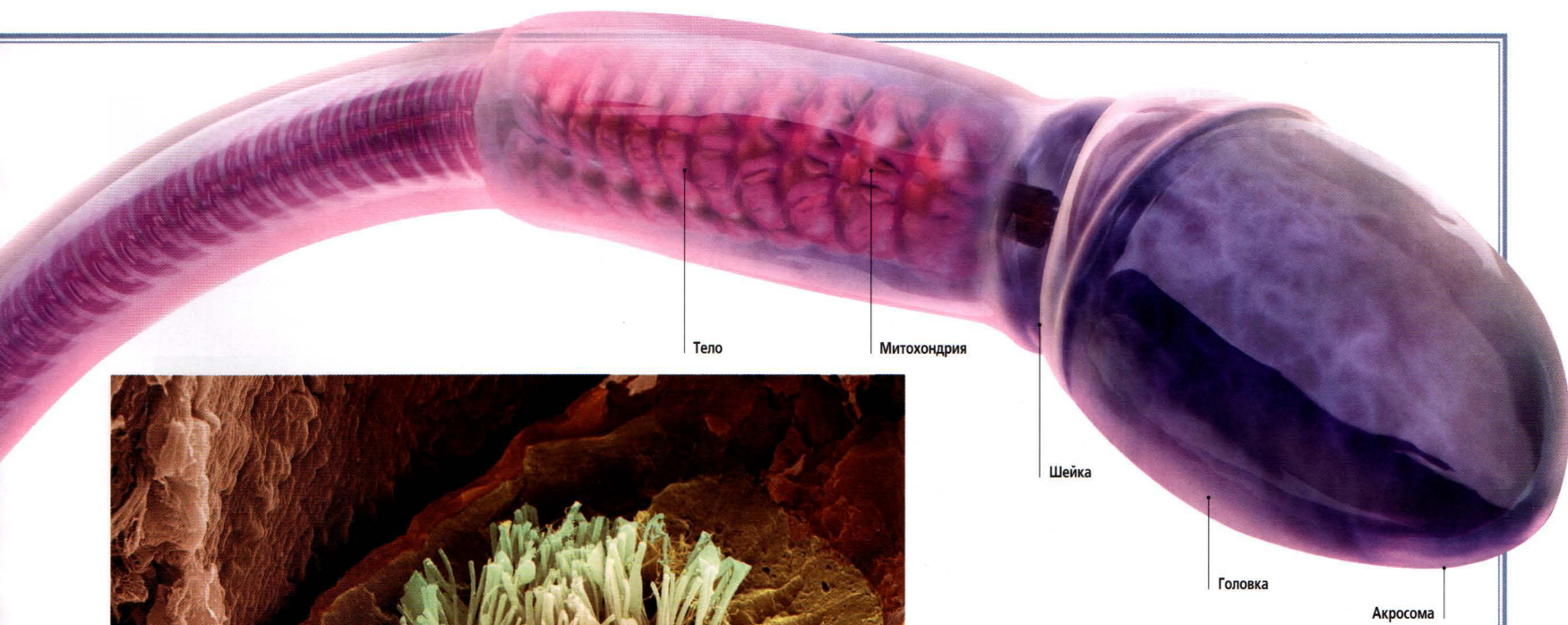
ТЕСТОСТЕРОН

Тестостерон – основной андроген, относящийся к стероидным гормонам. Хотя он есть у людей обоих полов, его считают основным мужским половым гормоном. У эмбрионов, получивших Y-хромосому, эмбриональные яички вырабатывают тестостерон, контролирующий развитие других мужских репродуктивных органов. Позже тестостерон контролирует половое поведение и половые признаки, включая образование сперматозоидов и увеличение скелетных мышц.



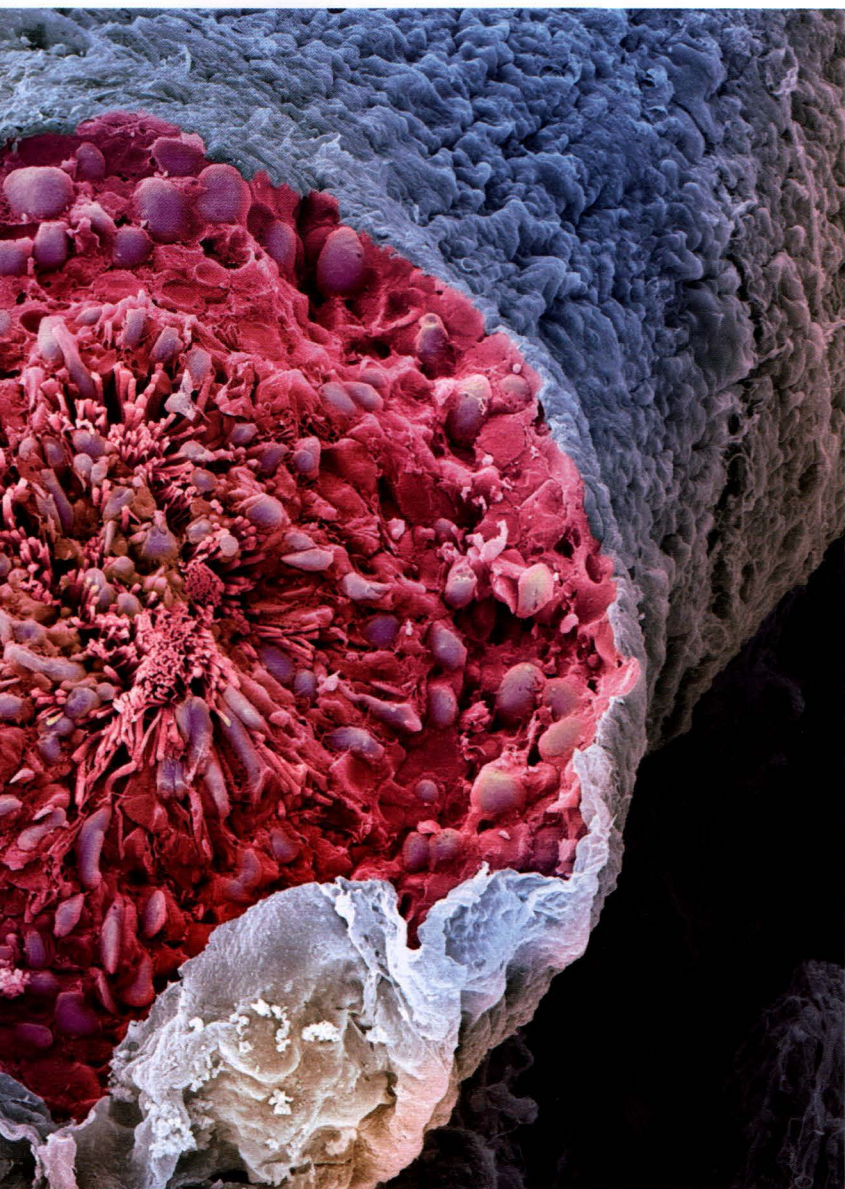
Тестостерон

На этой световой микрофотографии видны кристаллы тестостерона. Тестостерон в основном вырабатывается клетками Лейдига в яичках.



Сперматозоиды и возраст

На этой сканирующей электронной микрофотографии видны сперматозоиды в эпидидимисе – извитой трубочке, в которой они созревают. С возрастом количество сперматозоидов изменяется. Примерно в 40 лет уровень тестостерона падает, и сперматозоидов становится все меньше, хотя они продолжают образовываться до старости.



Жгутикообразный хвост

Хвост необходим сперматозоидам, чтобы плыть к яйцеклетке. При эякуляции сперма довольно вязкая, но затем в результате химических изменений она становится более водянистой, что облегчает движение сперматозоидов.



БЕРЕМЕННОСТЬ

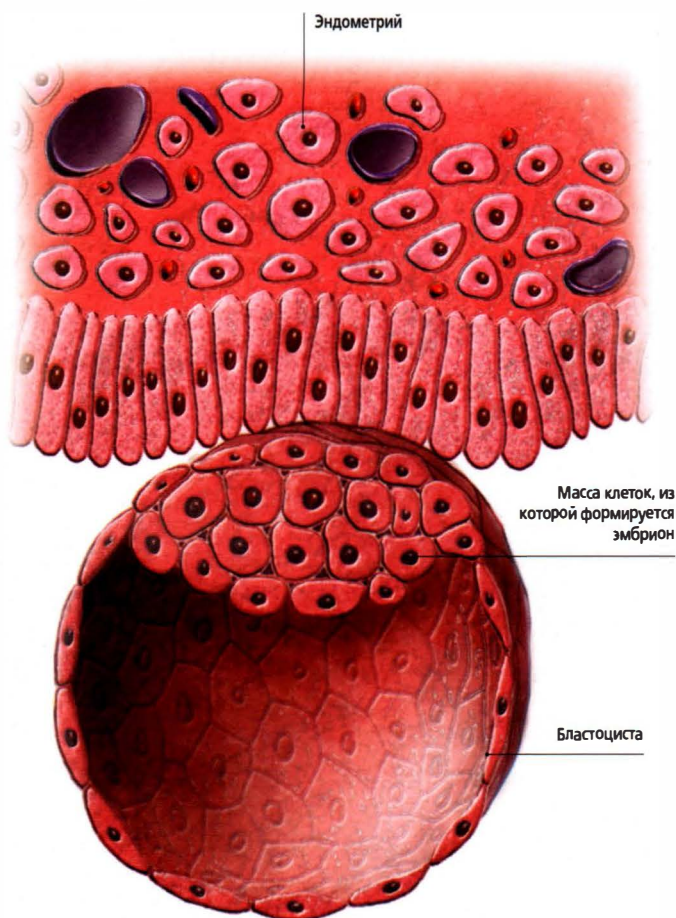


Из миллионов сперматозоидов до фаллопиевой трубы доходит менее тысячи. В матке защитные клетки атакуют сперматозоиды как чужеродные частицы. Кроме того, сперматозоиды должны пройти капацитацию – химические изменения, ослабляющие оболочку акросомы. Для этого требуется 6–8 часов. Существуют химические барьеры, допускающие проникновение в яйцеклетку лишь одного сперматозоида. Вскоре после этого генетический материал сперматозоида и яйцеклетки сливается.

Плодные оболочки

Развивающийся эмбрион имеет четыре оболочки и плаценту. Желточный мешок выполняет различные функции, в т.ч. вырабатывает первые кровяные клетки. Амниотическая оболочка образует мешок, в котором плавает эмбрион. Аллантаоис дает начало кровеносным сосудам, связывающим организм эмбриона с организмом матери через пуповину. Эти структуры окружены хорионом. Хорион вырабатывает хорионический гонадотропин человека (ХГЧ) – гормон, предотвращающий эрозию эндометрия до формирования плаценты.

Имплантация эмбриона



Фаза 1: начало имплантации

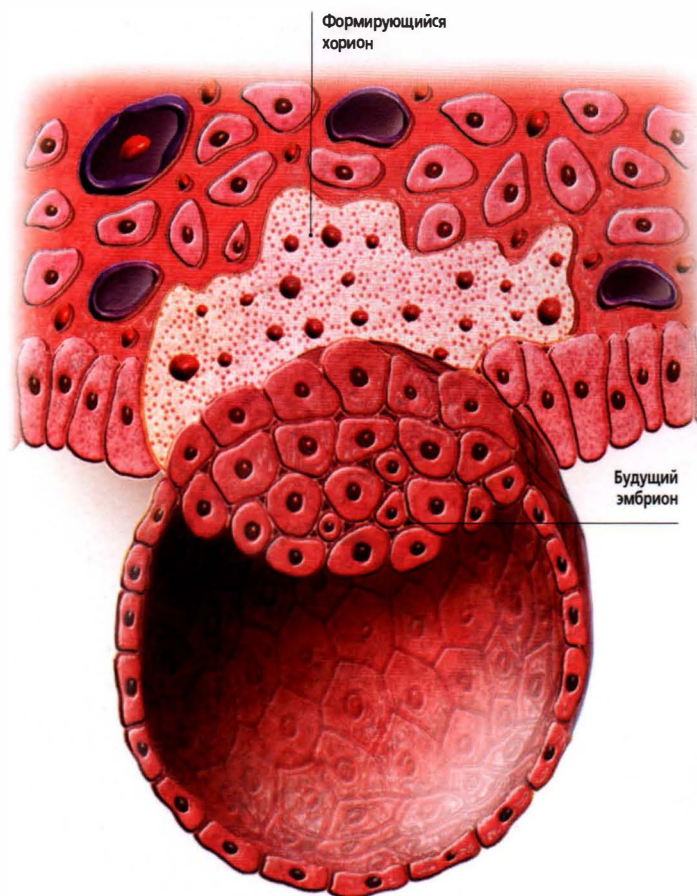
Процесс имплантации имеет три фазы. Сначала клетки поверхности бластоцисты начинают проникать в эндометрий. При этом масса клеток, из которой в будущем разовьется эмбрион, расположена ближе к эндометрию.

Выкидыш

Согласно статистике, 20% или более всех беременностей заканчиваются выкидышем – спонтанным абортом. Причиной может быть гормональный дисбаланс, структурные аномалии матки или шейки матки или заболевания матери, например диабет. При многоплодной беременности риск выкидыша возрастает. Примерно в 50% случаев причиной оказываются генетические аномалии или дефект плода.

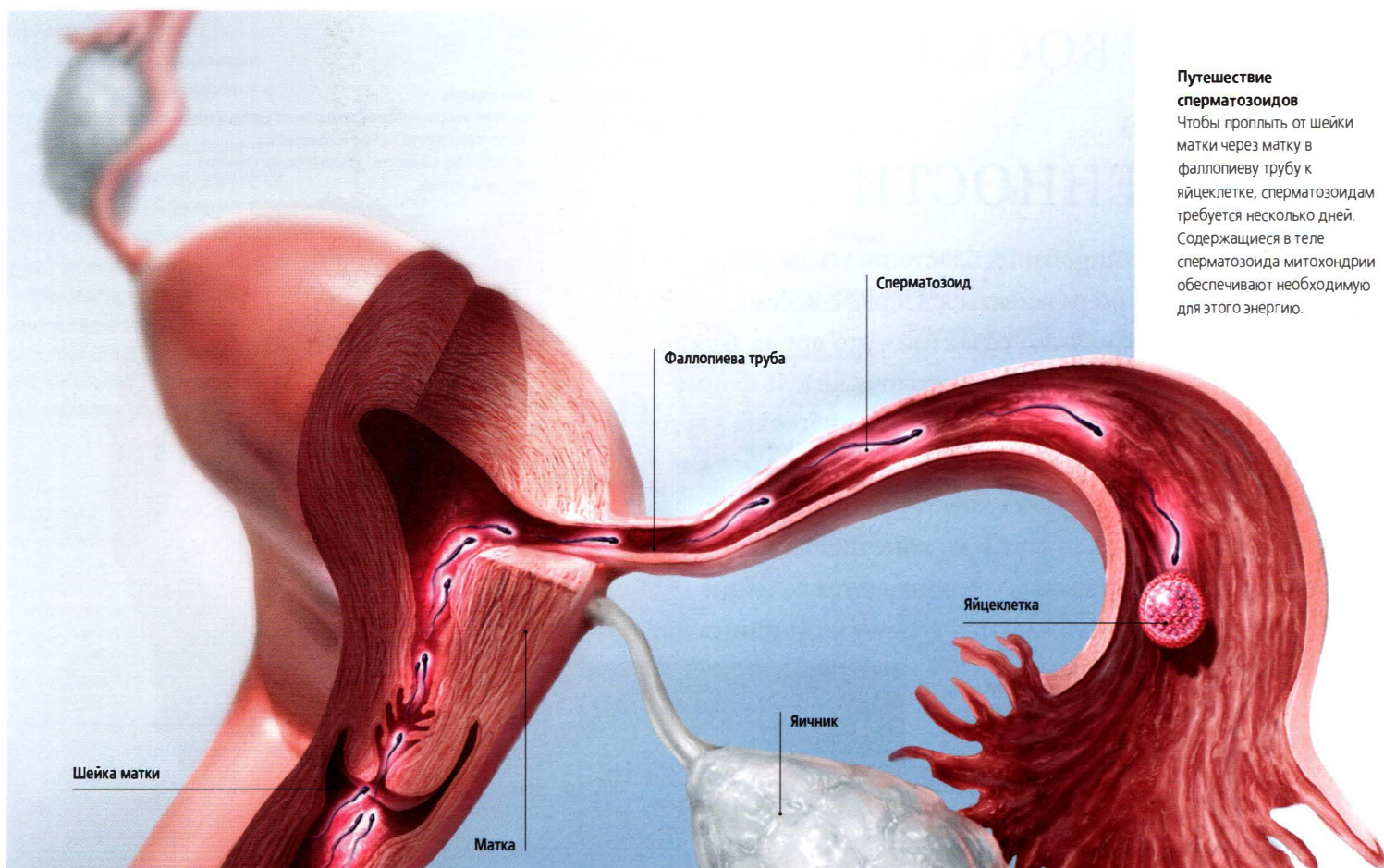


Плод, потерянный на 17 неделе

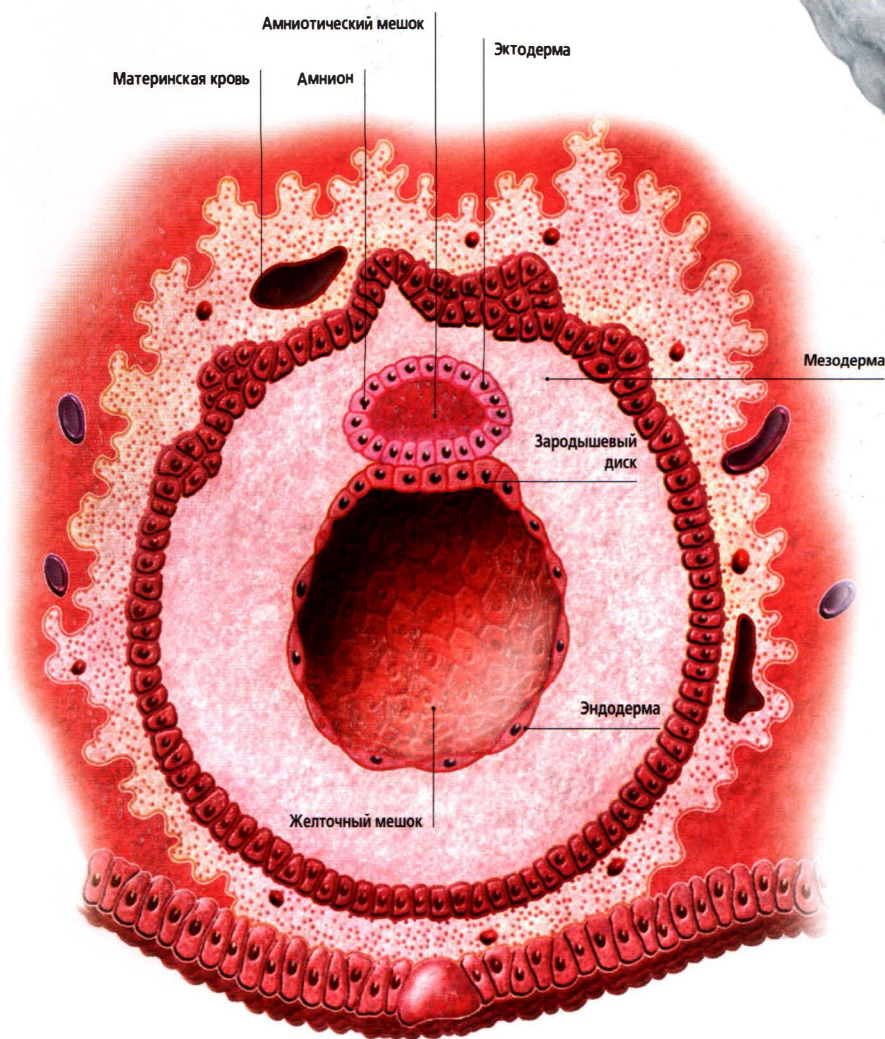


Фаза 2: углубление имплантации

В течение следующих нескольких дней бластоциста углубляется в эндометрий, который постепенно над ней смыкается. Начинает развиваться эмбрион и околоплодные оболочки. К третьей неделе беременности хорион и амниотическая полость уже сформированы.



Путешествие сперматозоидов
 Чтобы проплыть от шейки матки через матку в фаллопиеву трубу к яйцеклетке, сперматозоидам требуется несколько дней. Содержащиеся в теле сперматозоида митохондрии обеспечивают необходимую для этого энергию.



Половой акт
 Воспроизводство – один из самых важных биологических процессов, и не только для человека, но и для всех видов. Несмотря на появление новых технологий искусственного оплодотворения, любовные связи, стимулируемые половым влечением, продолжают быть первым шагом на пути продолжения рода.

Фаза 3: формирование зародышевых листков
 Третья фаза происходит на 2–3-й неделе беременности. В это время зародышевый диск делится на три округлых листка, или слоя: эктодерму, энтодерму и мезодерму. Эти слои затем дают начало органам и тканям организма.

ПЕРВЫЕ ВОСЕМЬ НЕДЕЛЬ БЕРЕМЕННОСТИ



С момента формирования бластоцисты эмбрион начинает быстро развиваться. Первые восемь недель внутриутробного развития – это время активного роста. В течение первых четырех недель формируются плацента и пуповина, а размер эмбриона за это время увеличивается в 500 раз. Хотя его длина не превышает 0,5 см и он все еще имеет хвост, у него начинают формироваться сердце, мозг, глаза, конечности и мышцы. В течение следующего месяца увеличиваются голова и мозг, исчезает хвост и появляются конечности, гениталии и внутренние органы. К началу девятой недели длина эмбриона уже достигает 2,56 см.

Четырехнедельный эмбрион

Позвоночник четырехнедельного эмбриона имеет две характерные черты: хвост и вторую жаберную дугу в области шеи. Позже хвост превращается в копчик, а жаберная дуга формирует части лица, шеи и полость носа.



Четыре недели

К четвертой неделе у эмбриона уже бьется сердце, перегоняя кровь по зачаточным сосудам.



Три недели

На третьей неделе эмбрион вытягивается, и начинает формироваться нервная трубка, из которой позже разовьются головной и спинной мозг.



Две недели

Через две недели, к завершению процесса имплантации, эмбрион представляет собой двухслойный диск, прикрепленный к желточному мешку.



Пять недель

На пятой неделе эмбрион продолжает расти. У него быстро развивается голова и появляются ластообразные выросты, которые позже становятся руками и ногами.



ЗДОРОВЬЕ И ПИТАНИЕ

Плохое питание, употребление спиртного и табака, болезни и даже лекарства – все это может представлять угрозу для будущего ребенка. Питание будущей матери и рекомендуемые врачом пищевые добавки должны обеспечивать все необходимое для роста и развития эмбриона. Пищевые добавки обычно включают витамины, железо и фолиевую кислоту. Фолиевая кислота помогает предотвратить расщелину позвоночника – дефект развития, при котором нервная трубка не полностью зарастает и часть позвоночника отсутствует, обнажая спинной мозг.



Пальцы рук и ног

На седьмой неделе развития на крошечных конечностях эмбриона появляются похожие на ласты зачатки кистей и стоп. Затем часть клеток отмирает, в результате чего исчезает ткань между пальцами, и они отделяются друг от друга, как это можно видеть на рисунке слева. Пока основой пальцев является хрящ, но скоро он будет заменен костной тканью.

**Шесть недель**

К шести неделям развития длина эмбриона удваивается, и появляются зачатки глаз и ушей.

**Восемь недель**

К восьмой неделе появились все основные органы, и уже полностью функционирует пуповина, соединяющая кровеносную систему матери и плода.

Развитие эмбриона

В первые восемь недель беременности происходят значительные изменения, эмбрион превращается из клеточного диска в крошечный, но уже узнаваемый человеческий зародыш.

ВНУТРИУТРОБНАЯ ЖИЗНЬ

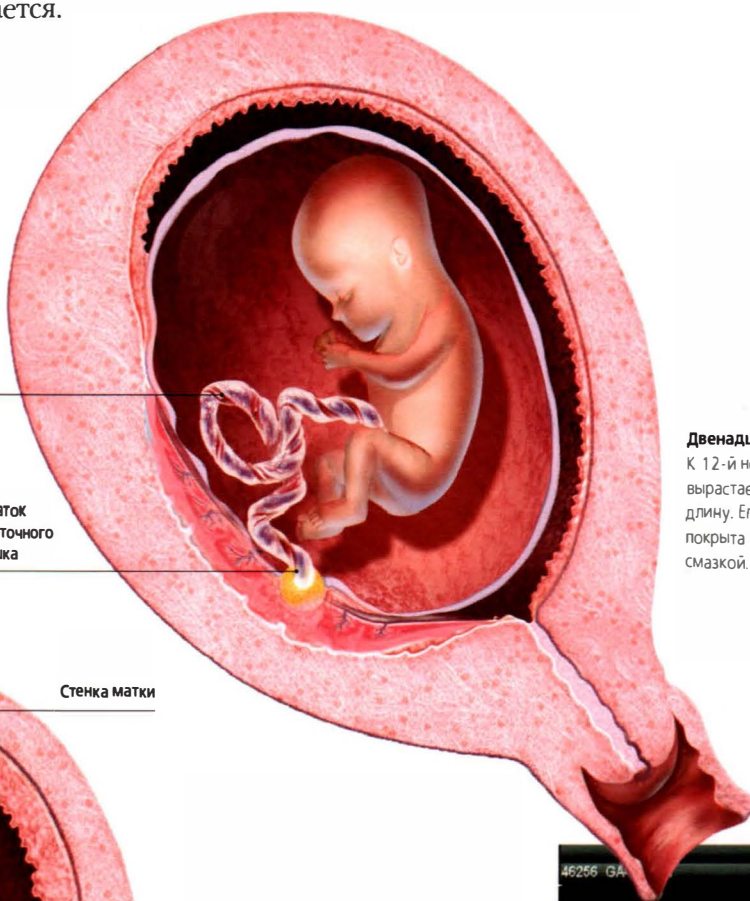


К концу первого триместра длина зародыша составляет около 15 см, и все системы органов у него уже сформировались.

Кожные покровы зародыша защищены творожистой субстанцией, называемой первородной смазкой, и все его тело покрыто тонкими волосками, называемыми лануго или зародышевым пушком. Постепенно развивается нервная система, устанавливая связи с развивающимися мышцами. На втором триместре женщина уже хорошо ощущает движения рук и ног плода. Скоро он откроет глаза, начнет пить амниотическую жидкость, его почки начнут вырабатывать мочу, и все органы и системы постепенно завершат развитие. В последние недели перед рождением легкие и дыхательная система приобретают способность функционировать в воздухе. К девятому месяцу беременности развитие всех систем практически завершается.

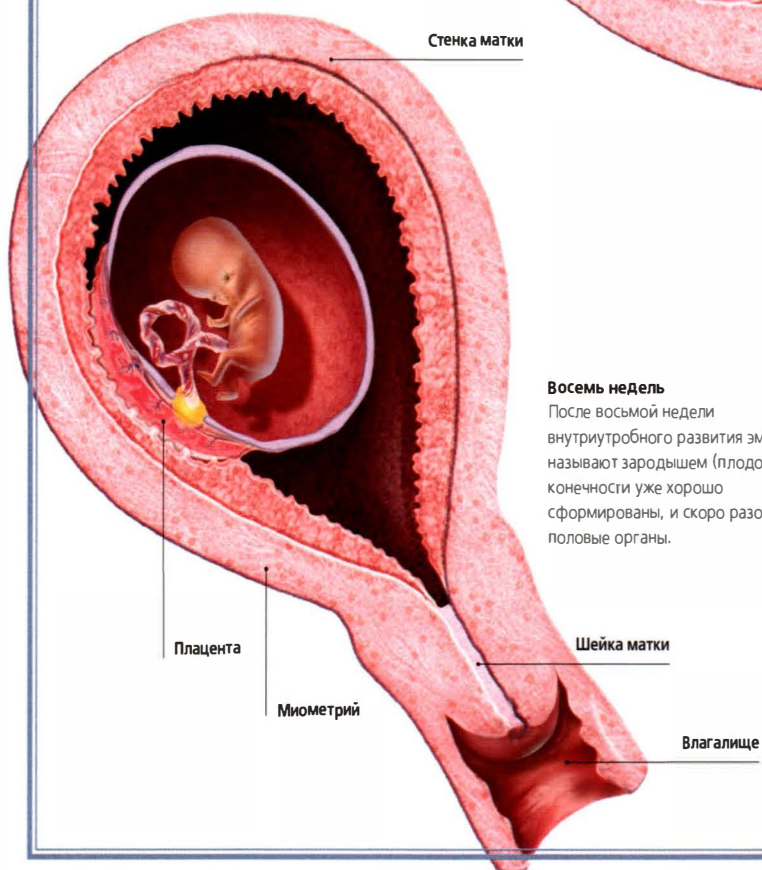


Шестнадцать недель
На этой стадии длина плода составляет около 16 см, а вес – около 200 г. Женщина уже ощущает его движения.

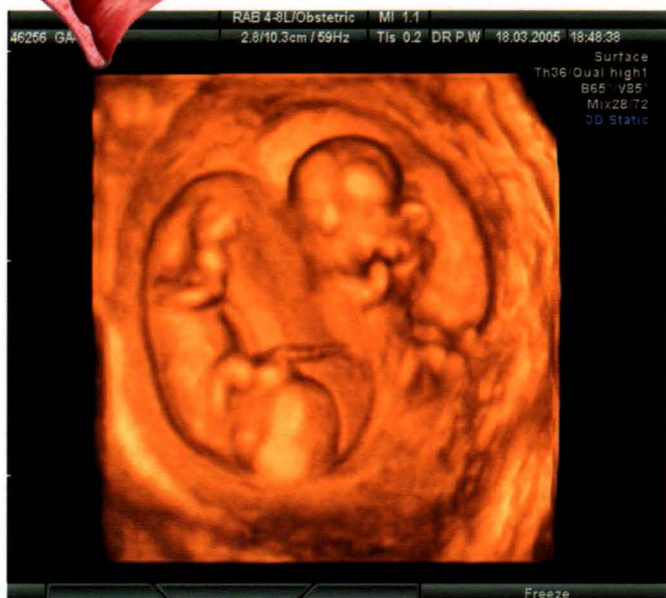


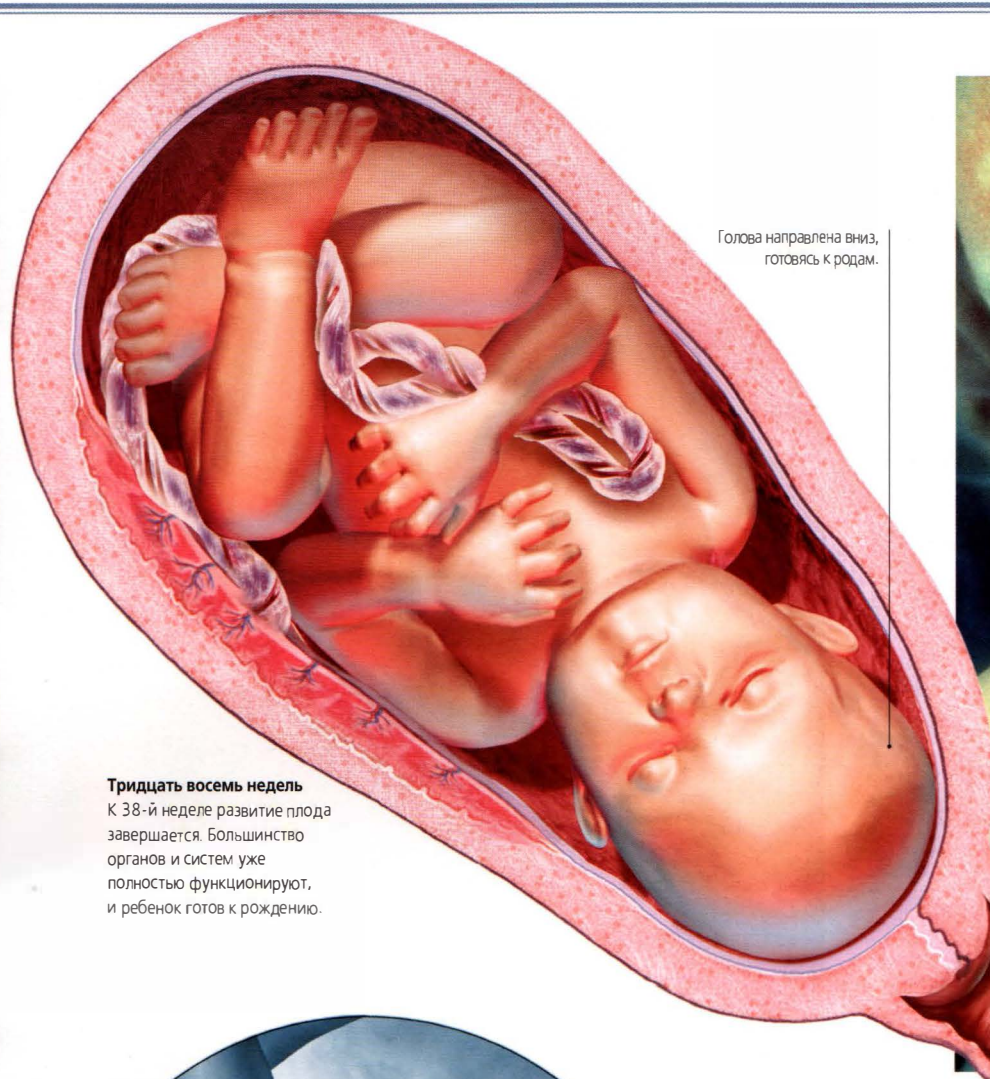
Двенадцать недель
К 12-й неделе плод вырастает до 12 см в длину. Его кожа покрыта первородной смазкой.

Двойняшки
Т.к. растяжимость матки ограничена, близнецы часто рождаются раньше положенного срока. Двойняшки обычно рождаются примерно после 37 недель. На этом изображении, полученном с помощью трехмерного ультразвукового сканирования, можно видеть двойняшек на 12-й неделе развития.



Восемь недель
После восьмой недели внутриутробного развития эмбрион называют зародышем (плодом). Его конечности уже хорошо сформированы, и скоро разовьются половые органы.





Голова направлена вниз, готовясь к родам.

Тридцать восемь недель

К 38-й неделе развитие плода завершается. Большинство органов и систем уже полностью функционируют, и ребенок готов к рождению.



Двадцатинедельный зародыш

На 20-й неделе беременности плод покрыт тонкими волосками, называемыми лануго. Скоро у него появятся брови и ресницы, а на седьмом месяце он уже может открыть глаза.



Плодная аорта

Кровообращение плода

Легкие и печень развиваются медленнее, чем другие органы, т.к. их функции выполняет материнский организм. В легкие зародыша поступает немного крови, но основная ее часть циркулирует в сердце через небольшое отверстие, называемое овальным окном. Мимо печени кровь протекает по сосуду, называемому «венозный проток» (*ductus venosus*). В первые недели после рождения с установлением нормального кровообращения овальное окно и венозный проток зарастают.

РАЗВИТИЕ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ

Сначала скелет сформирован хрящом и эмбриональной соединительной тканью. Позже эти мягкие структуры заменяются костными клетками, и образуется костная ткань. Череп начинает развиваться на четвертой неделе, затем появляются позвоночник, ребра и плечевой и тазовый пояса. К шестой неделе начинает формироваться хрящевой скелет конечностей.



РОДЫ

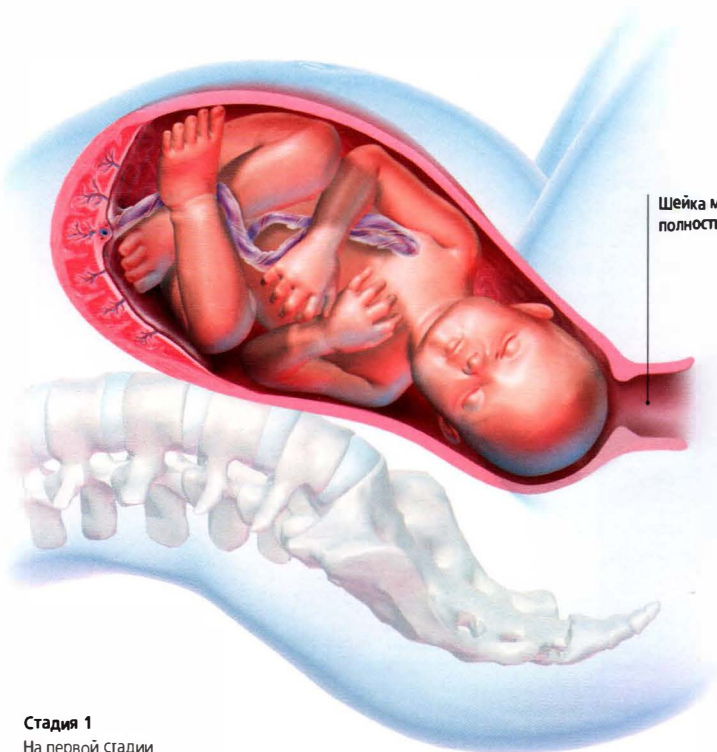


Роды (родовой акт) – это процесс появления ребенка на свет, который проходит в три стадии. Первая стадия – схватки, в течение которой происходят необходимые физические изменения; вторая стадия – потуги, в ходе которой ребенок проходит по родовым путям. На третьей стадии выходит плацента (послед) и перерезают пуповину. В среднем от первой схватки до окончания родов проходит около 18 часов. Однако некоторые роды занимают всего несколько часов, другие могут продолжаться целый день или больше. Когда ребенок отделяется от матери, плацента больше не может удалять из его крови углекислый газ. Наряду с другими факторами, это стимулирует центры головного мозга ребенка, заставляя его дышать. Дыхательная система начинает работать, и малыш делает первый вдох.

Факторы, провоцирующие роды

Схватки провоцируются химическими факторами, а именно, взаимодействующими гормонами плаценты и плода. С приближением срока родов клетки плода начинают вырабатывать окситоцин, стимулирующий выделение плацентой простагландинов. Эти субстанции воздействуют на миометрий (мышечную оболочку маточной стенки), вызывая его сокращения. Согласно последним исследованиям, другие гормоны тоже принимают участие в этом процессе. Как полагают, плацента вырабатывает кортикотропин-релизинг-гормон (КРГ), стимулирующий надпочечники плода к секреции андрогена ДЭА (дегидроэпиандростерона). В плаценте ДЭА превращается в эстроген, вызывающий сокращения матки.

Стадии родов

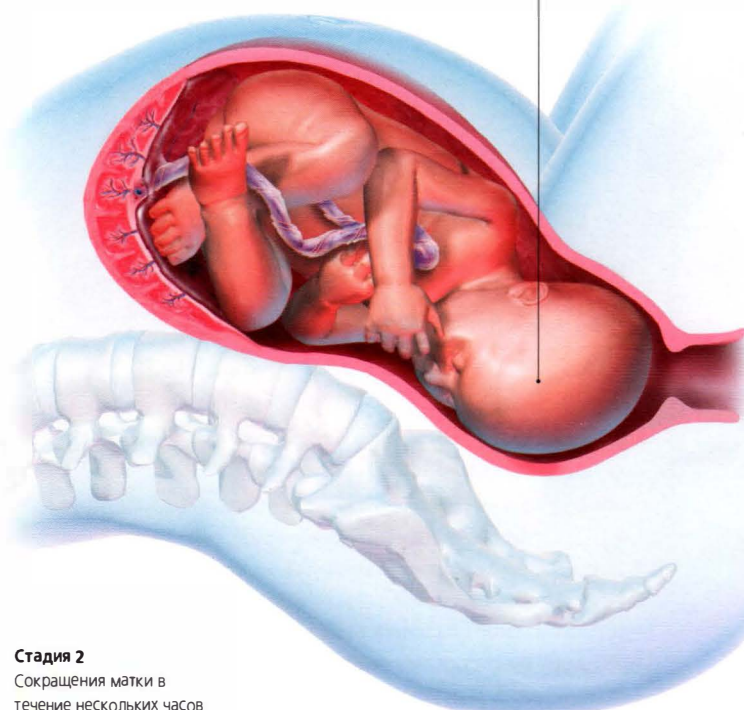


Стадия 1
На первой стадии начинаются схватки и шейка матки расширяется.



Рождение

В Афганистане медицинская помощь, к сожалению, не общедоступна. Эта женщина родит дома с помощью своих родственниц. На фотографии повитуха проверяет течение ее беременности.



Стадия 2
Сокращения матки в течение нескольких часов проталкивают голову плода через шейку матки.



Перерезка пуповины

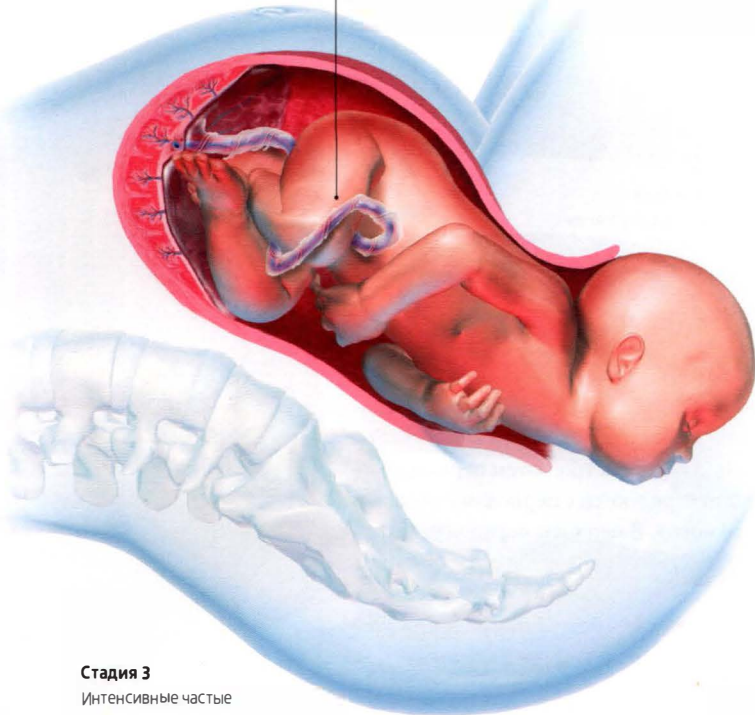
Для ребенка рождение – большой стресс, в частности вследствие перерезки пуповины. Через пуповину проходят кровеносные сосуды, снабжающие плод кислородом из кровеносной системы матери. Ребенок начинает плакать, его легкие расширяются и начинают функционировать.

ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЕ РОЖДЕНИЕ

Недоношенным считают ребенка, рожденного до 37-й недели беременности. Обычно такие дети меньше весят, и их недоразвитые органы не могут нормально функционировать. Современный медицинский прогресс позволяет выхаживать детей, рожденных с весом как минимум 800 г, но все же у них повышен риск задержки развития и других проблем. Вероятность преждевременных родов возрастает при некоторых заболеваниях женщины, при многоплодной беременности, а также у женщин моложе 19 и старше 35 лет.



Сокращения
матки
выталкивают
ребенка



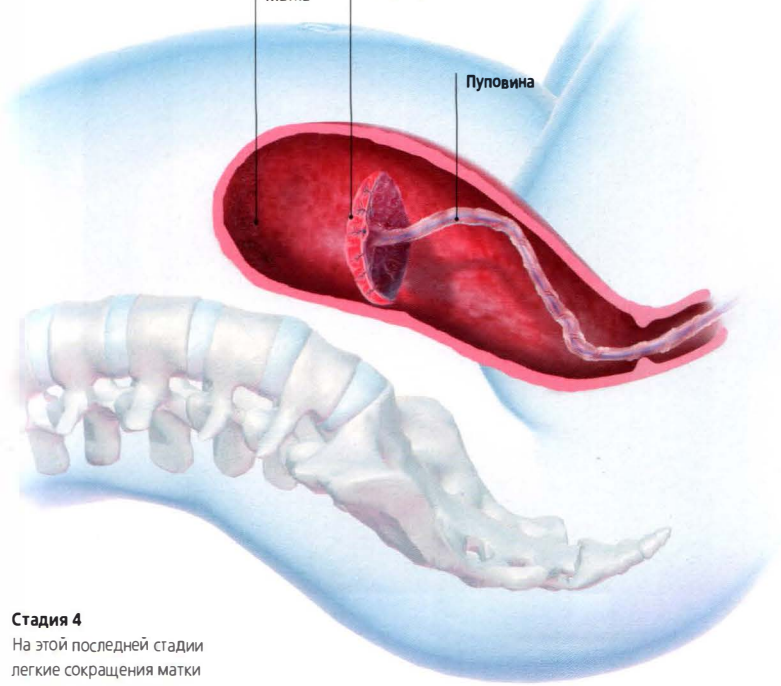
Стадия 3

Интенсивные частые сокращения матки выталкивают новорожденного из матки.

Сокращения матки
выталкивают
плаценту

Матка

Пуповина



Стадия 4

На этой последней стадии легкие сокращения матки выталкивают плаценту (послед).

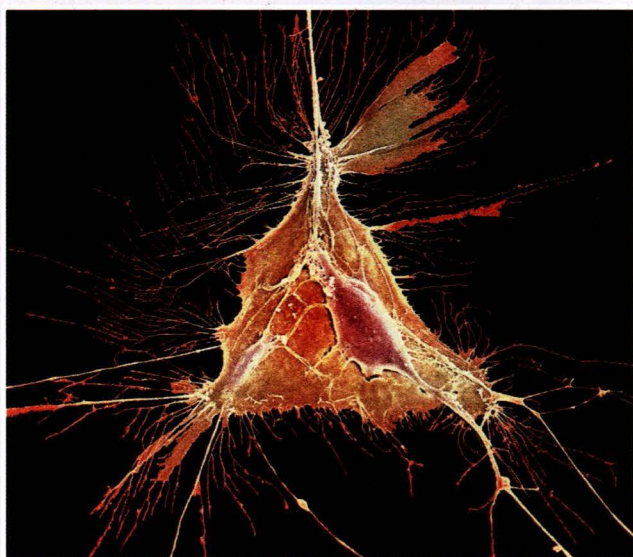
ДЕТСТВО И ОТРОЧЕСТВО

По мере того как ребенок достигает подросткового возраста, его тело сильно меняется. В младенчестве и раннем детстве тело постепенно удлиняется и относительный размер головы становится меньше. Примерно до трех лет происходят значительные изменения в нервной системе. У новорожденного нейроны головного мозга связаны относительно небольшим количеством синапсов, но в процессе развития образуется бесчисленное количество новых связей. В возрасте четырех лет физический рост замедляется.

К этому времени дети уже хорошо говорят и имеют хорошую зрительно-моторную координацию. К 12 годам пропорции тела во многом соответствуют пропорциям взрослого человека, хотя рост еще продолжается. В пубертатный период появляются вторичные половые признаки, что сопровождается изменением формы тела. Физические и функциональные изменения головного мозга продолжаются и у взрослых людей.

ИЗМЕНЯЮЩИЙСЯ МОЗГ

После бурного развития в раннем детстве головной мозг остается относительно стабильным до наступления пубертатного периода, когда связи между нейронами опять значительно изменяются. В начале подросткового периода увеличивается количество синапсов между нейронами определенных областей головного мозга. Большая часть изменений затрагивает префронтальную кору, ответственную за абстрактное мышление, суждения и контроль эмоций. Этот процесс продолжается и во взрослые годы.



Миелинизированные нейроны

Усиление миелинизации нейронов головного мозга подростков зависит от олигодендроцитов, которые вырабатывают миелин.



Младенчество

Для младенца ползание – первый шаг к стоянию и хождению. Обычно дети начинают ползать в возрасте от семи до десяти месяцев. Хотя все дети развиваются по-разному, примерно к 14-ти месяцам они обычно уже могут самостоятельно ходить.



Новорожденный

У новорожденных детей череп и туловище слишком большие по сравнению с конечностями.

Три года

Голова и туловище растут медленно, а конечности быстро вытягиваются.

Бурный рост

Здоровые дети растут постоянно, но не всегда с одной скоростью. В раннем младенчестве они растут очень быстро, затем периоды бурного роста чередуются с периодами относительного покоя. В периоды бурного роста, иногда буквально в одну ночь, рост длинных костей конечностей заметно ускоряется, что сопровождается болью в суставах. В пубертатный период половые гормоны запускают последний период бурного роста, характеризующийся быстрым удлинением конечностей и развитием вторичных половых признаков.



Тинэйджеры

Подростковый период означает вхождение во взрослый возраст. Внешний вид этих подростков отражает гормональные изменения и развитие мужских и женских вторичных половых признаков.

Детские годы

Детский период длится от двух лет до начала пубертатного периода. В это время форма тела значительно изменяется, развивается головной мозг, появляются способности к длительной памяти и когнитивным навыкам.

Пубертатный период

У девочек половое созревание начинается в возрасте 11–16 лет, а у мальчиков – от 12 до 17 лет.

Десять лет

К 10 годам размер черепа и головного мозга уже почти как у взрослого человека.

Двадцать два года

Головной мозг достиг полного развития, новые синапсы формируются реже.



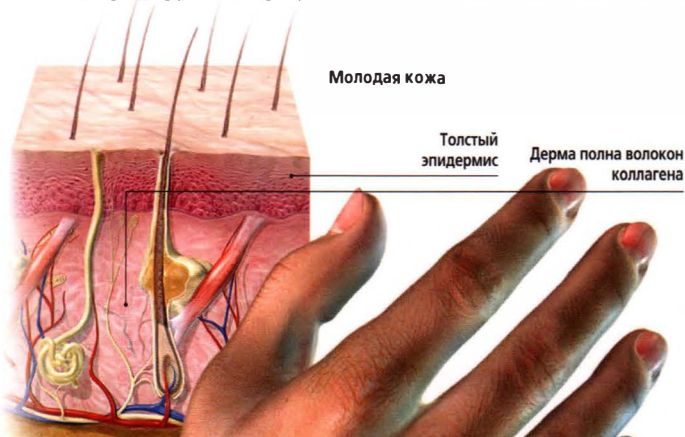
ЗРЕЛОСТЬ



Изменения в строении и функциях органов и тканей происходят постоянно, даже в зрелом возрасте. В молодости организм достигает пика физического потенциала. Примерно после 35 лет начинает давать о себе знать изношенность тканей – люди замечают уменьшение кожного тонуса, ослабление мышц и другие изменения, знаменующие приближение средних лет. После сорока лет у 90% людей в той или иной мере развивается остеоартрит и увеличивается соотношение жировых отложений и мышечной ткани. К 60 годам практически все системы организма начинают работать менее эффективно. Врачи рекомендуют придерживаться здорового образа жизни, включая продуманную диету, умеренную физическую нагрузку, позитивные социальные связи и умственную активность.

Старение

Возрастные изменения отчасти связаны со структурными изменениями белков. В частности, молекулы коллагена становятся более жесткими и менее гибкими. Это влияет на строение и функции кожи, кровеносных сосудов и большинства внутренних органов. Со временем замедляется метаболизм, что ведет к увеличению жировых отложений. Формирующие кость остеобласты функционируют менее эффективно, что ведет к уменьшению костной массы. Волокна скелетных мышц атрофируются, в результате чего уменьшается мышечная масса.

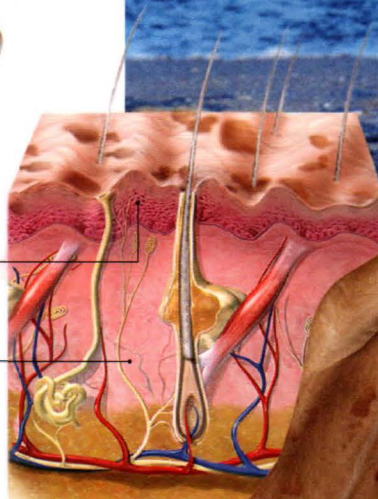


Молодая кожа

Толстый эпидермис

Дерма полна волокон коллагена

Подкожный жир поддерживает кожу



Утонченный эпидермис

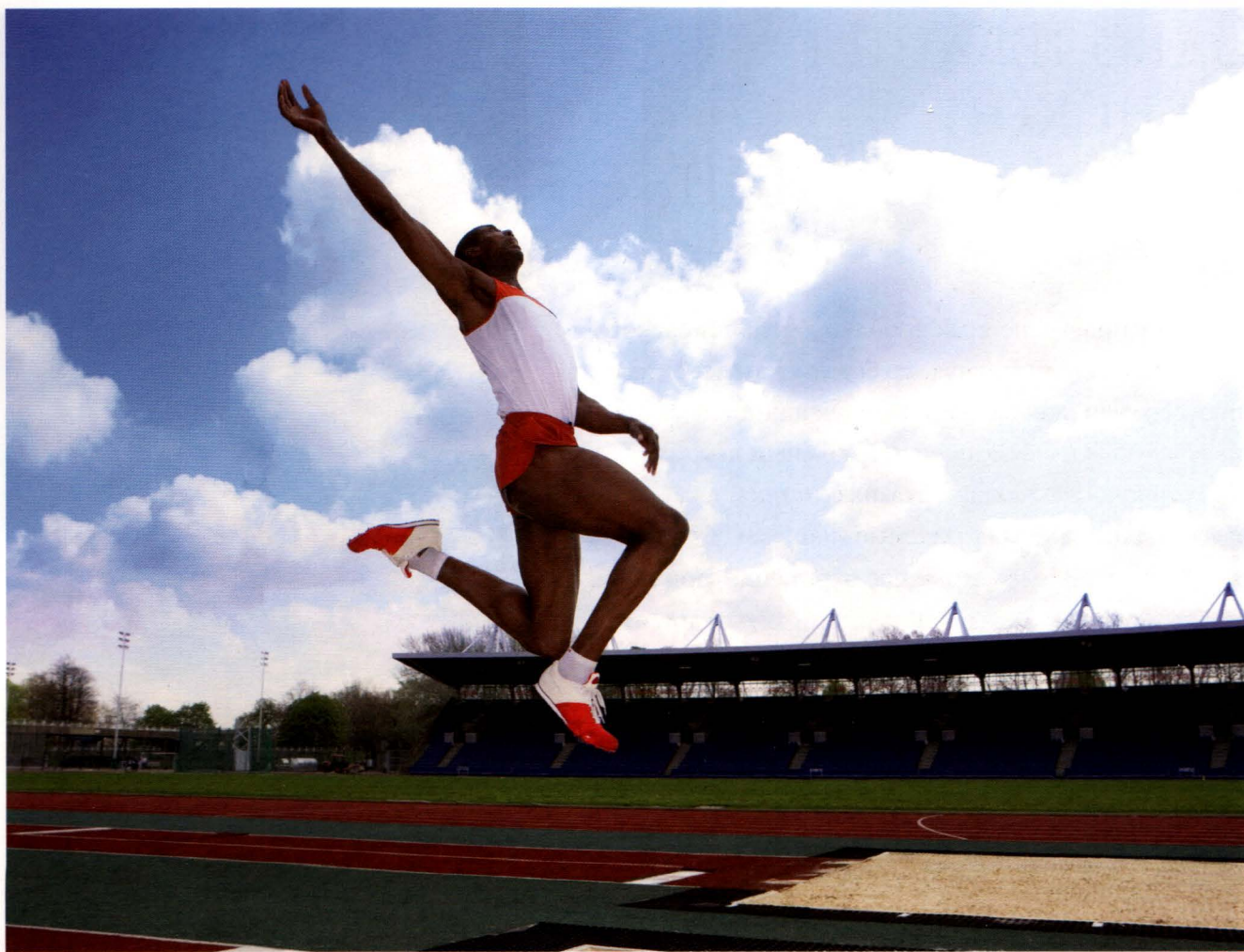
Дерма содержит меньше коллагеновых волокон

Воздействие солнца ведет к появлению печеночных пятен

Стареющая кожа

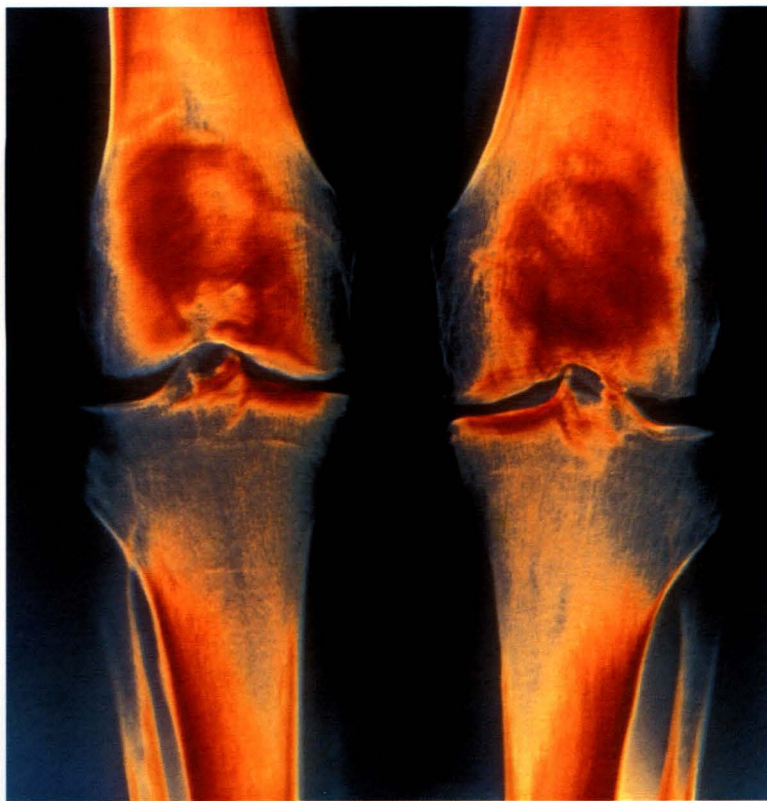
С возрастом на коже появляются морщины. Это связано с изменениями кожных белков, особенно с утратой волокон эластина. Воздействие солнечных лучей вызывает появление коричневых пятен, обусловленных отложениями кожного пигмента меланина. Из-за утраты коллагена кожа становится менее гибкой и плотной.

Старая кожа



Пик физического развития

Во всех видах спорта лучшими спортсменами обычно бывают молодые люди около 20 лет или чуть старше. Этот возраст соответствует естественному пику физического развития, когда мышцы и органы функционируют с максимальной эффективностью. После 30 лет спортивные достижения начинают уменьшаться.



Остеоартрит

На этом рентгеновском снимке можно видеть колени престарелого человека. Вследствие эрозии суставного хряща пространство между костями сужено. Остеоартритом страдают практически все люди старше 50 лет.

ОГРАНИЧЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ КАЛОРИЙ

Большинство клеток человеческого тела могут делиться 80–90 раз. Результаты исследований показывают, что если ограничить потребление калорий до 30–50 % от нормы (но при этом все же получать все необходимые питательные вещества), то продолжительность жизни значительно увеличивается. Возможно, это связано с замедлением скорости деления клеток.



ЗАБОЛЕВАНИЯ ЖЕНСКОЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Среди распространенных проблем – молочница, которая доставляет неудобства, но безопасна и легко излечима. То же можно сказать о кистах яичников, которые появляются и исчезают с менструальным циклом. Примерно у 70% женщин развиваются доброкачественные опухоли матки, называемые миомами. Эндометриоз – более серьезное нарушение, при котором на яичниках, в фаллопиевых трубах или других частях тела разрастаются клетки эндометрия. Это вызывает воспаления, кровотечения и рубцевание, что может приводить к бесплодию. Злокачественные новообразования яичников, к сожалению, вызывают симптомы лишь на поздних стадиях. При этом прогноз обычно плохой, т.к. диагноз ставят слишком поздно.

Субсерозная миома

Миома на ножке

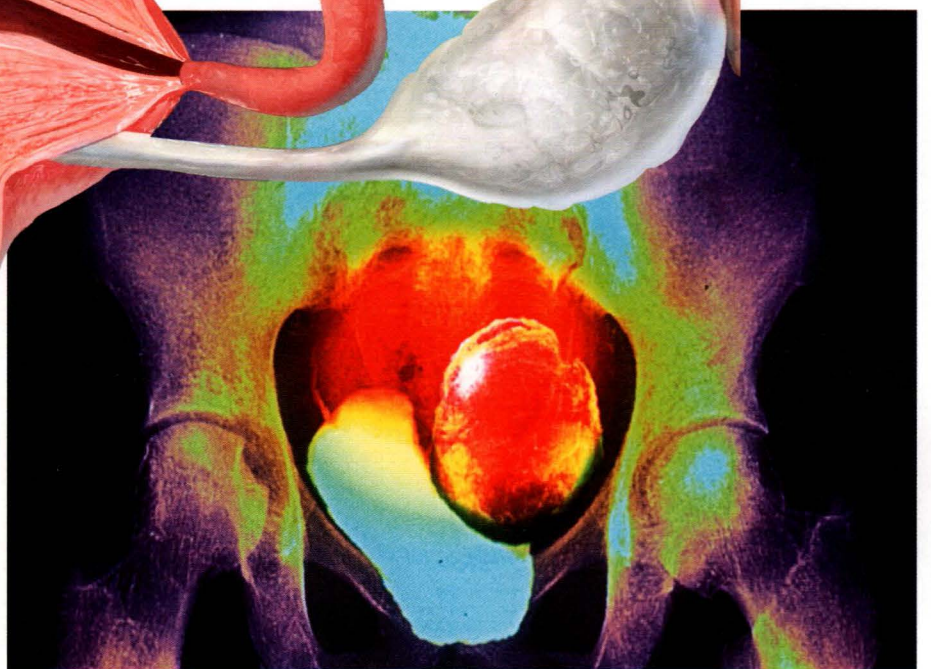
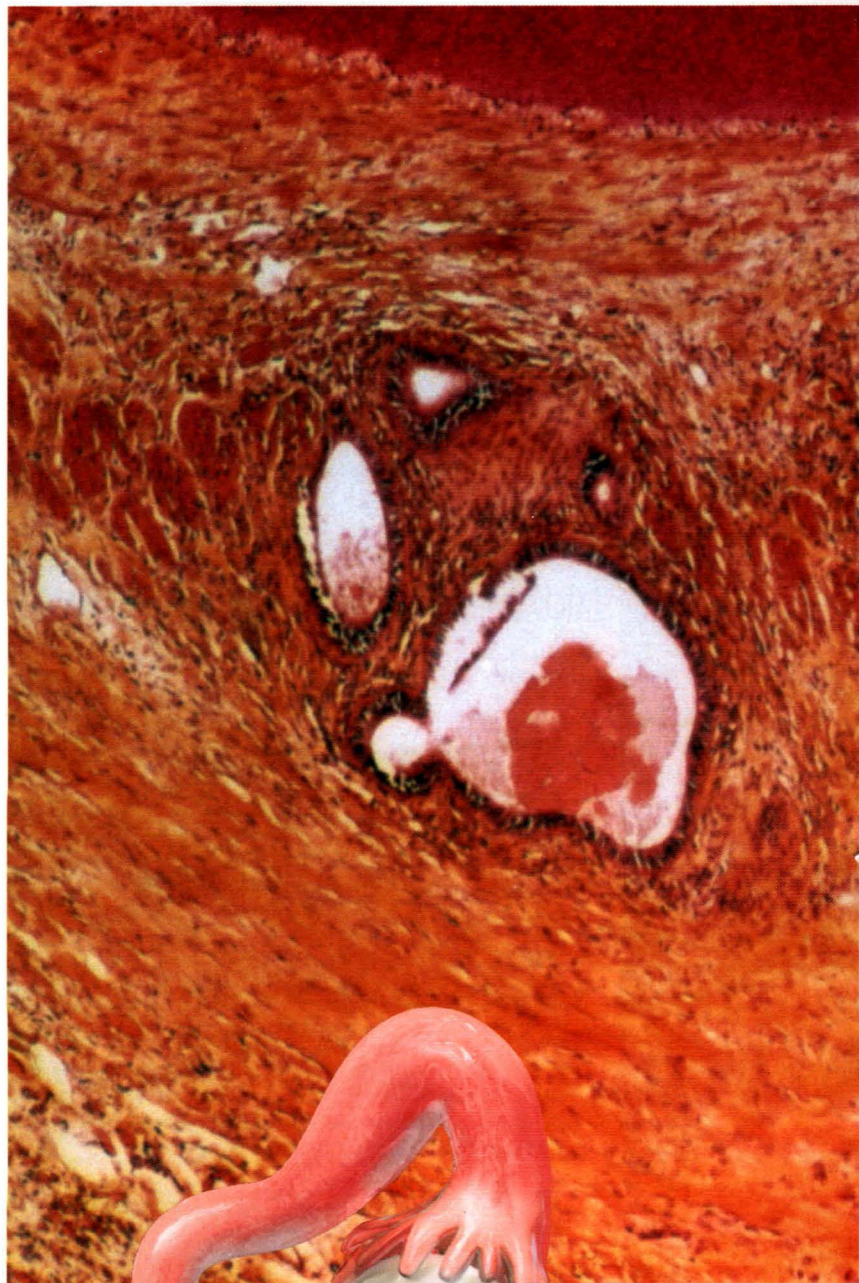
Места образования миомы

В названии миомы указывают ее расположение в матке или шейке матки. Миомы могут появляться по отдельности или группами, их размер может варьировать от горошины до грейпфрута.

Интрамуральная (внутристеночная) миома

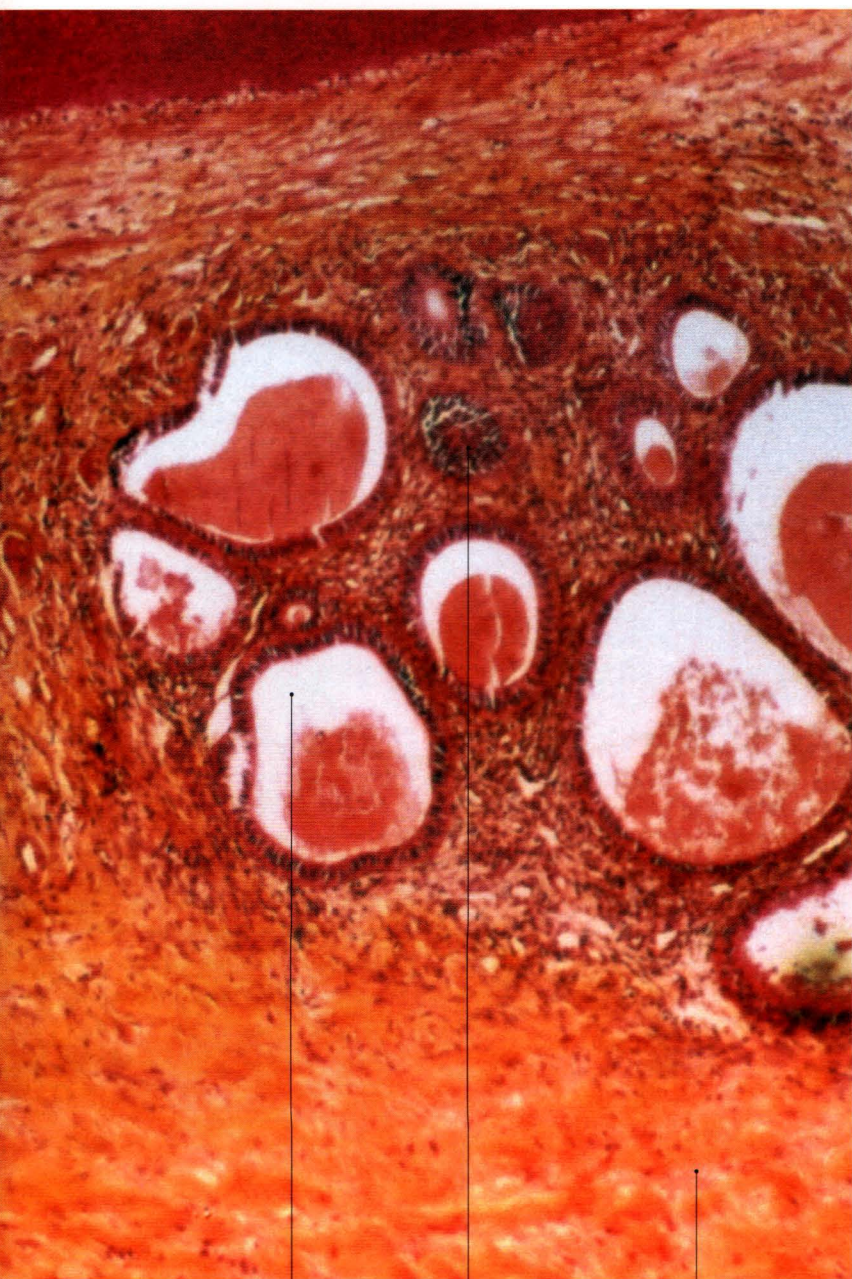
Матка

Подслизистая миома



Миомы матки

Красный шар на этой цветной урограмме – миома матки, доброкачественная опухоль, развивающаяся из мышечной и фиброзной соединительной ткани. Очень большие миомы (как эта) приходится удалять хирургически, а небольшие часто не требуют лечения.



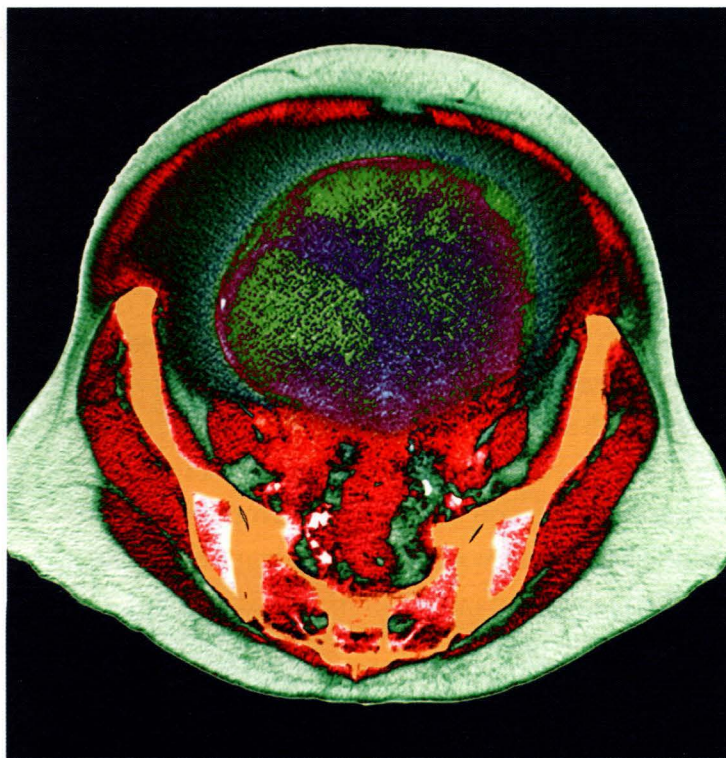
Эндометриодная киста

Кровотечение

Слизистая оболочка влагалища

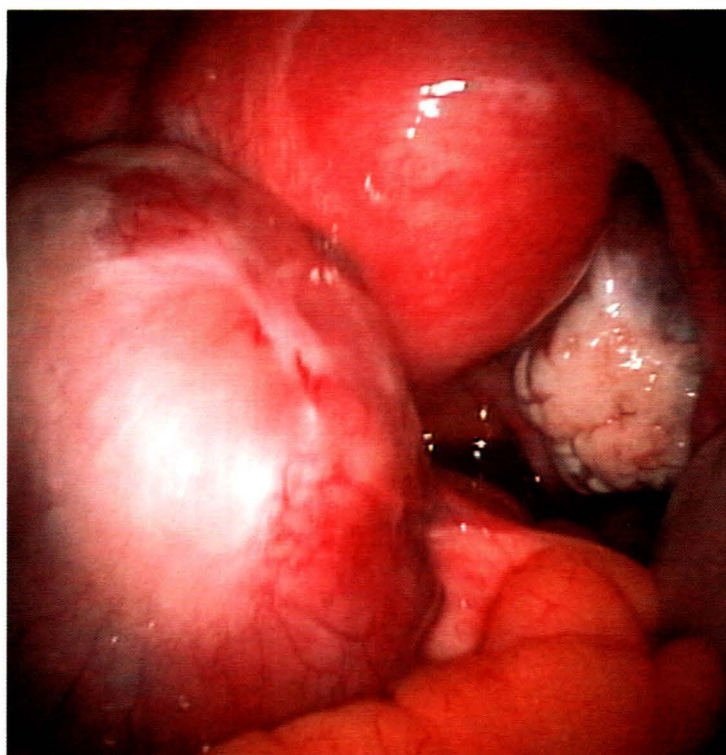
Эндометриоз

Эндометриозом страдают примерно 10% всех женщин. Хотя точные причины неизвестны, одним из факторов может быть попадание менструальной крови в фаллопиевы трубы и яичники. Когда эндометриальная ткань начинает расти вне матки, она так же реагирует на цикличные гормональные изменения – т.е. сначала разрастается, затем разрушается. Накапливающийся материал вызывает разные симптомы, включая боли в области таза, особенно во время менструаций и половых актов. Лечение может быть консервативным или хирургическим, хотя полного излечения не существует.



Злокачественные новообразования яичников

На этом изображении, полученном при КТ, видна большая злокачественная опухоль яичников (пурпурный цвет). Красные пятна показывают области накопления жидкости вне яичника – признак того, что опухоль широко распространилась в брюшной полости.



Кисты яичников

Доброкачественные, наполненные жидкостью кисты яичников встречаются весьма часто. На этом изображении, полученном при эндоскопии, белесая масса на переднем плане – киста яичника, раздувшаяся до размеров матки (розовая структура над кистой).

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ ШЕЙКИ МАТКИ

Злокачественные опухоли шейки матки часто развиваются из предопухолевых клеток, инфицированных вирусом папилломы человека (ВПЧ). В большинстве случаев опухоль растет медленно, и ее легко удалить хирургически. Поэтому врачи рекомендуют регулярно проходить пап-тест.

Мазок из шейки матки

Один из современных методов анализа – помещение клеток шейки матки в специальный раствор, как это делает лаборант на фотографии. Образцы, приготовленные таким образом, позволяют намного лучше разглядеть отдельные клетки.



ЗАБОЛЕВАНИЯ МУЖСКОЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Заболевания обычно затрагивают предстательную железу и эпидидимис. При воспалении этой системы протоков развивается эпидидимит. Бактерии могут вызывать развитие простатита – болезненного воспаления предстательной железы, но часто такое воспаление возникает без явной причины и склонно к рецидивам.

Злокачественные новообразования яичка встречаются редко и обычно развиваются в возрасте от 15 до 35 лет. Риск возрастает при крипторхизме – неопущении яичка. Перекрут яичка сопровождается сильной болью и характеризуется смещением семенного канатика в результате физического перенапряжения или удара.

ЭРЕКТИЛЬНЫЕ ДИСФУНКЦИИ

Эректильные дисфункции диагностируют, когда мужчина не может поддерживать эрекцию как минимум в 25% случаев. Причина может быть психологической – например, беспокойство или стресс, но чаще виной оказывается физическая проблема, например, изменение уровня тестостерона. Нарушение эрекции может возникнуть при злоупотреблении спиртным или при приеме некоторых лекарств. Среди других причин – нарушения кровообращения, например, при атеросклерозе, диабете или гипертонии.



Кровеносные сосуды таза

Синдром Лериша

Одной из причин эректильных дисфункций может быть синдром Лериша, при котором жировые отложения блокируют приток крови к артериям таза. На этой ангиограмме видны кровеносные сосуды, по которым кровь течет свободно. Можно видеть, что в области живота артерий меньше, чем должно быть.

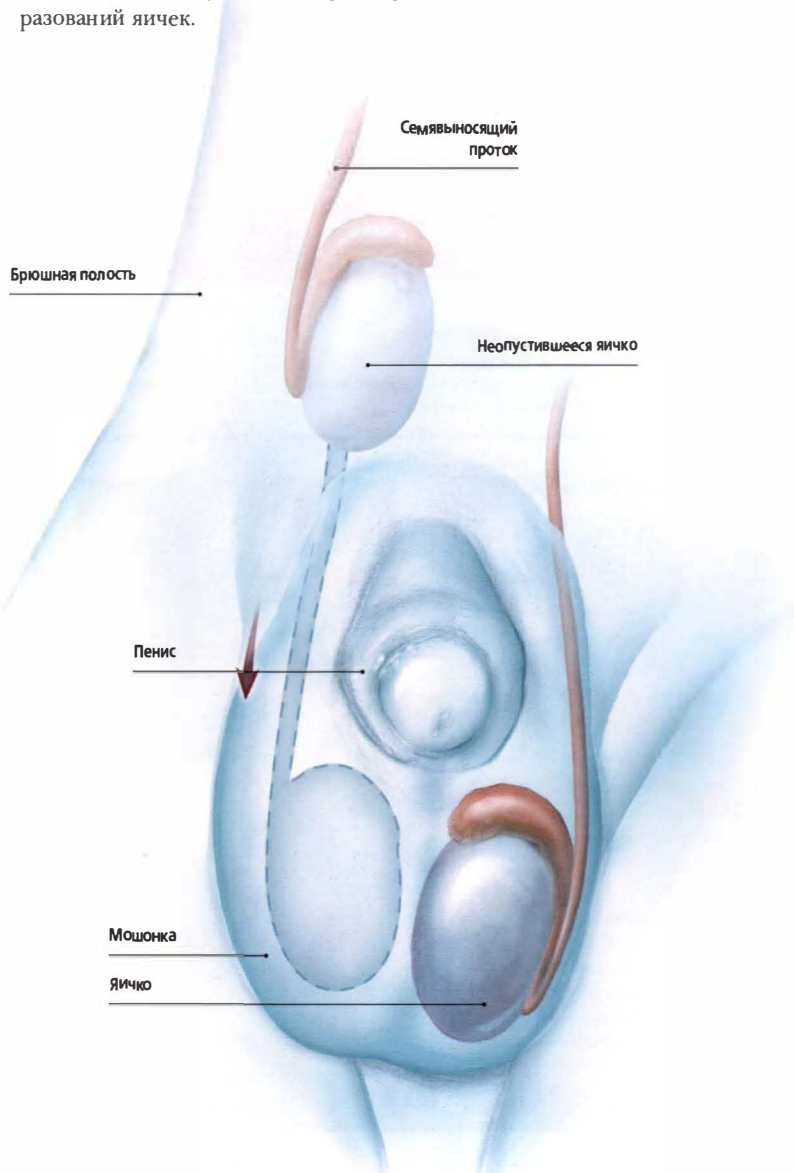


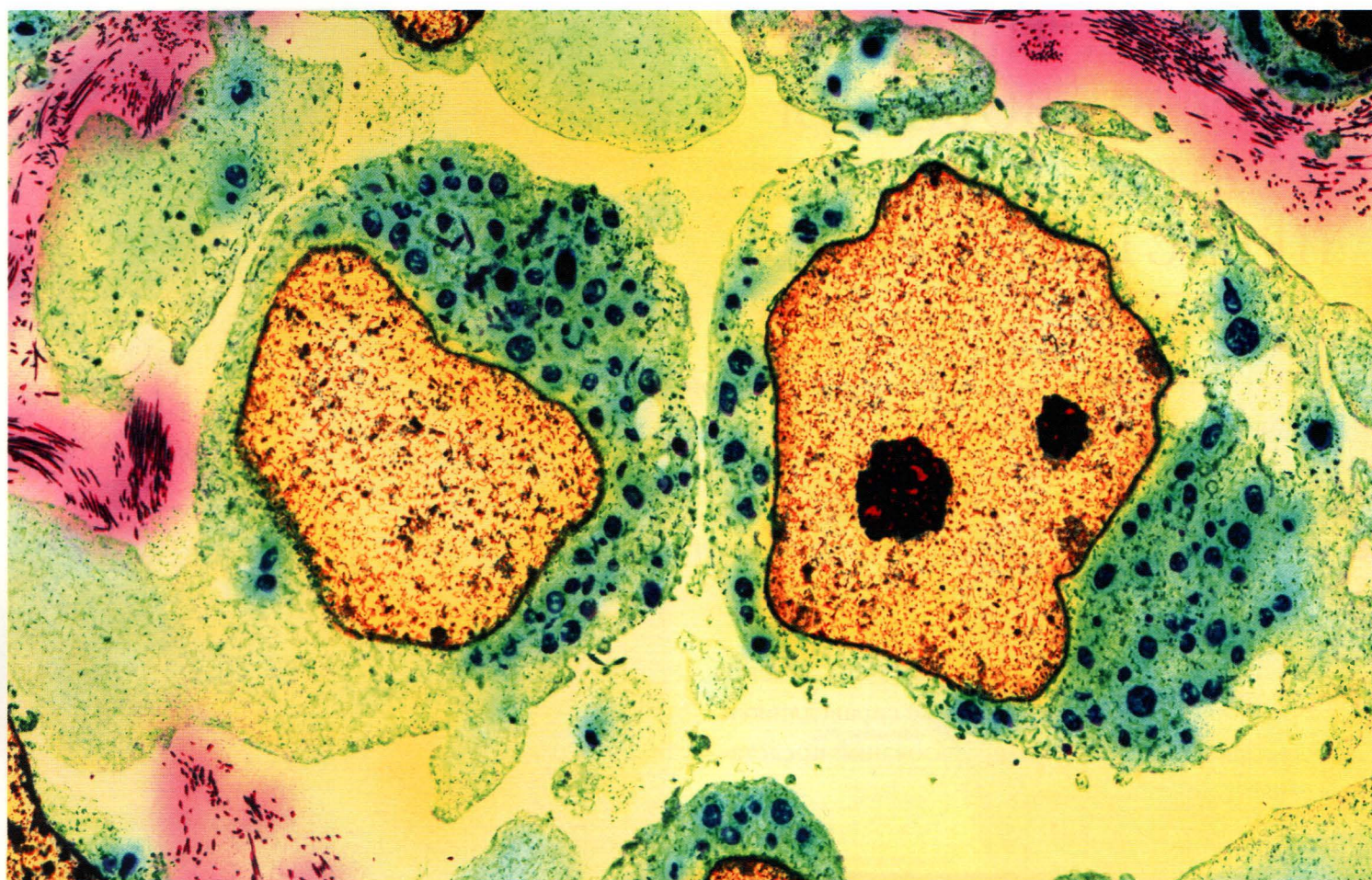
Доброкачественная гиперплазия предстательной железы

После 50 лет многие мужчины отмечают увеличение предстательной железы, что называют доброкачественной гиперплазией. На этой световой микрофотографии можно видеть доброкачественные узелки (синий цвет, в центре) в предстательной железе. В результате железа увеличивается и давит на уретру, что ведет к затруднению течения мочи. Для лечения назначают лекарства или используют хирургические методы.

Неопущение яичка

У многих недоношенных мальчиков и у 4% нормально доношенных при рождении одно или оба яичка все еще находятся в брюшной полости, где они развиваются, такое нарушение называют крипторхизмом. В большинстве случаев яички позже опускаются в мошонку, но если в течение первого года жизни этого не происходит, требуется операция. При отсутствии лечения сперматозоиды не смогут нормально развиваться, т.к. в брюшной полости слишком высокая температура. Результатом будет бесплодие и увеличение риска развития злокачественных новообразований яичек.

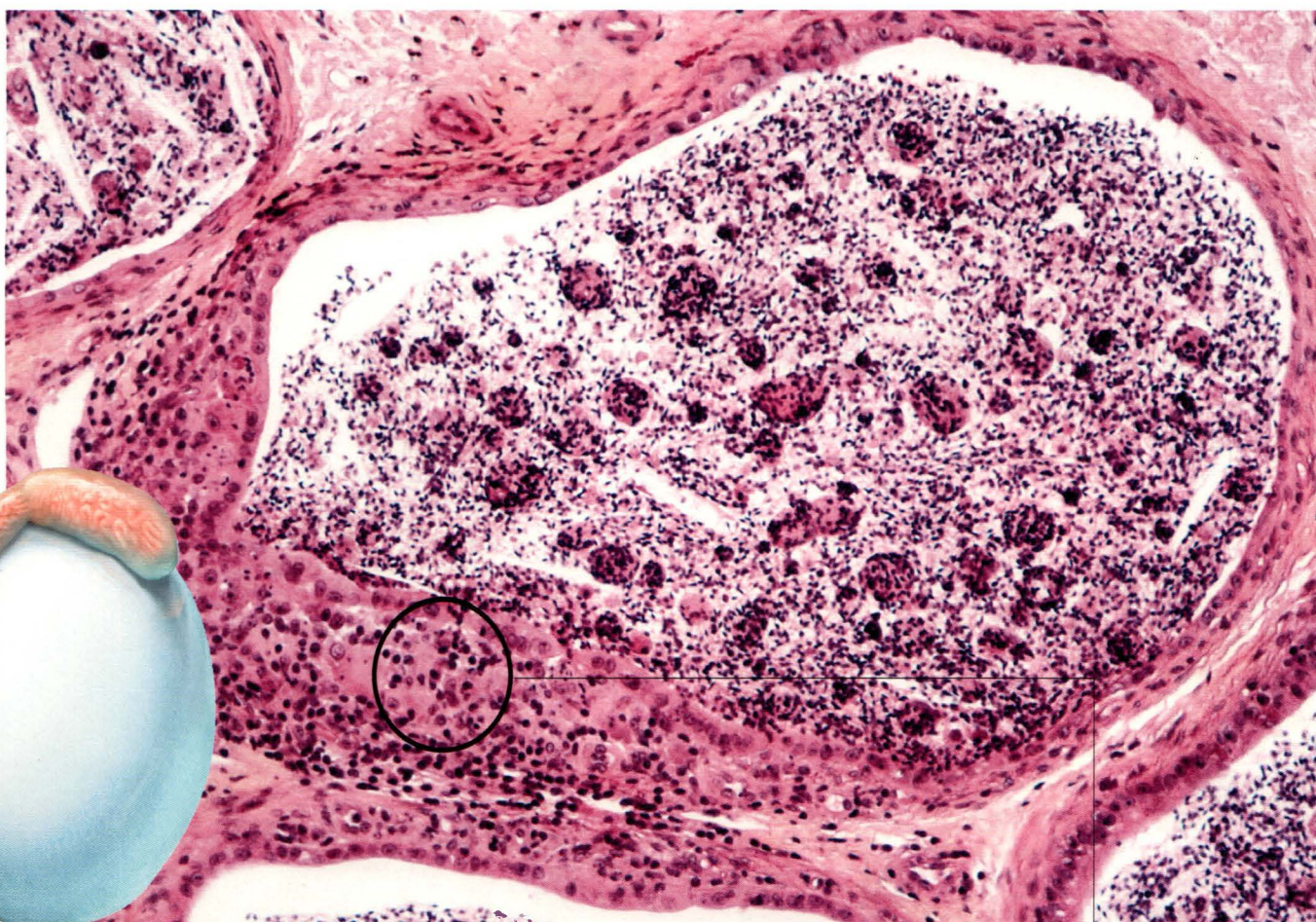
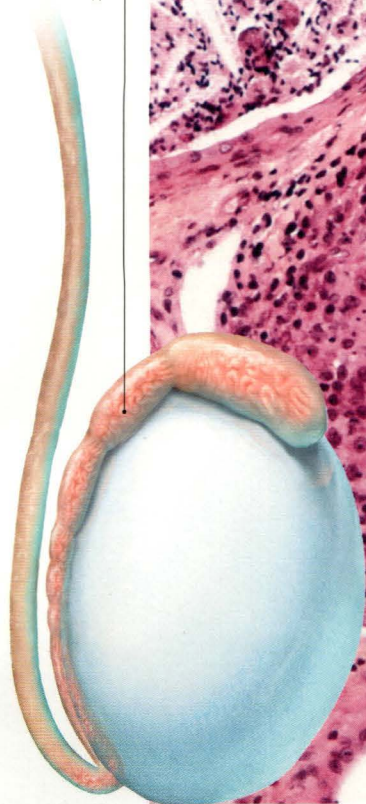




Злокачественные новообразования яичек

Эта цветная электронная микрофотография подтверждает наличие злокачественной опухоли яичка. Можно видеть anomalно большие неправильной формы ядра (желто-золотистый цвет) нескольких злокачественных клеток. Зеленым окрашена цитоплазма вокруг этих ядер. В большинстве случаев при своевременной диагностике и лечении прогноз благоприятный.

Эпидидимис
Извитая трубочка, в которой созревают сперматозоиды.



Воспаление эпидидимиса

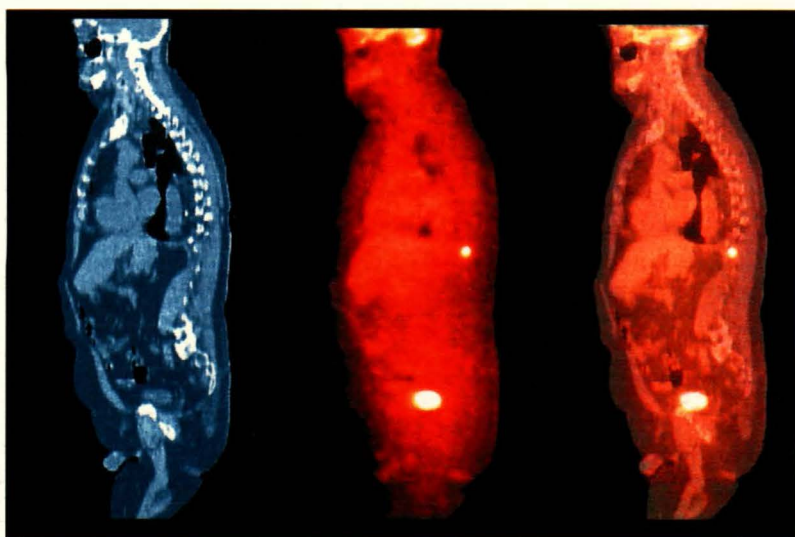
На этой световой микрофотографии можно видеть овальную стенку, ограничивающую секцию эпидидимиса. Часть этой стенки (слева в центре) вследствие воспаления толще нормы. Причиной воспаления часто бывает бактериальная или вирусная инфекция.

Воспаленная область

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ ГРУДИ И ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

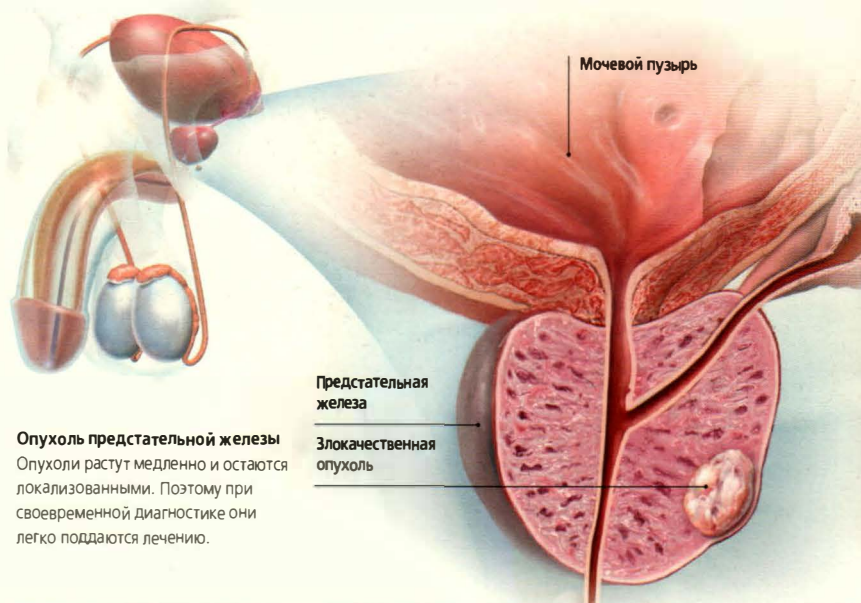


Злокачественные опухоли груди и предстательной железы – самые распространенные злокачественные новообразования репродуктивной системы. Злокачественная опухоль груди содержит клетки нескольких типов и на определенной стадии может распространяться на другие органы и ткани. Сегодня разработано много способов лечения, включая разные хирургические методы, лучевую терапию и химиотерапию. То же справедливо и для злокачественных новообразований предстательной железы.

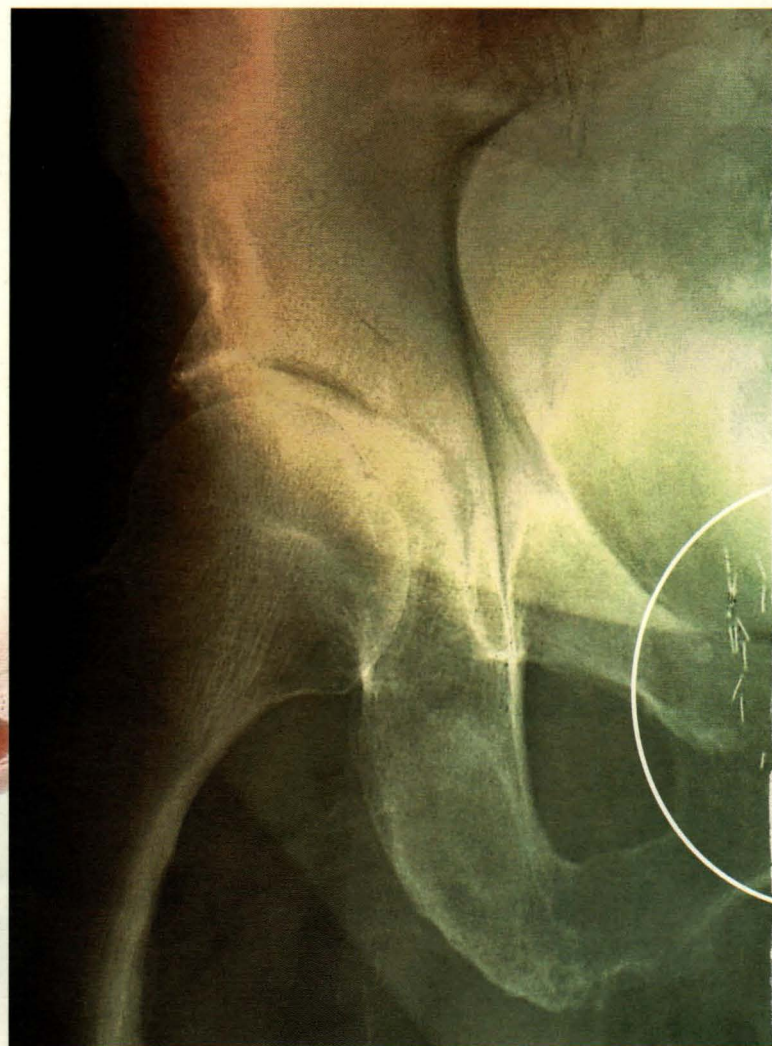
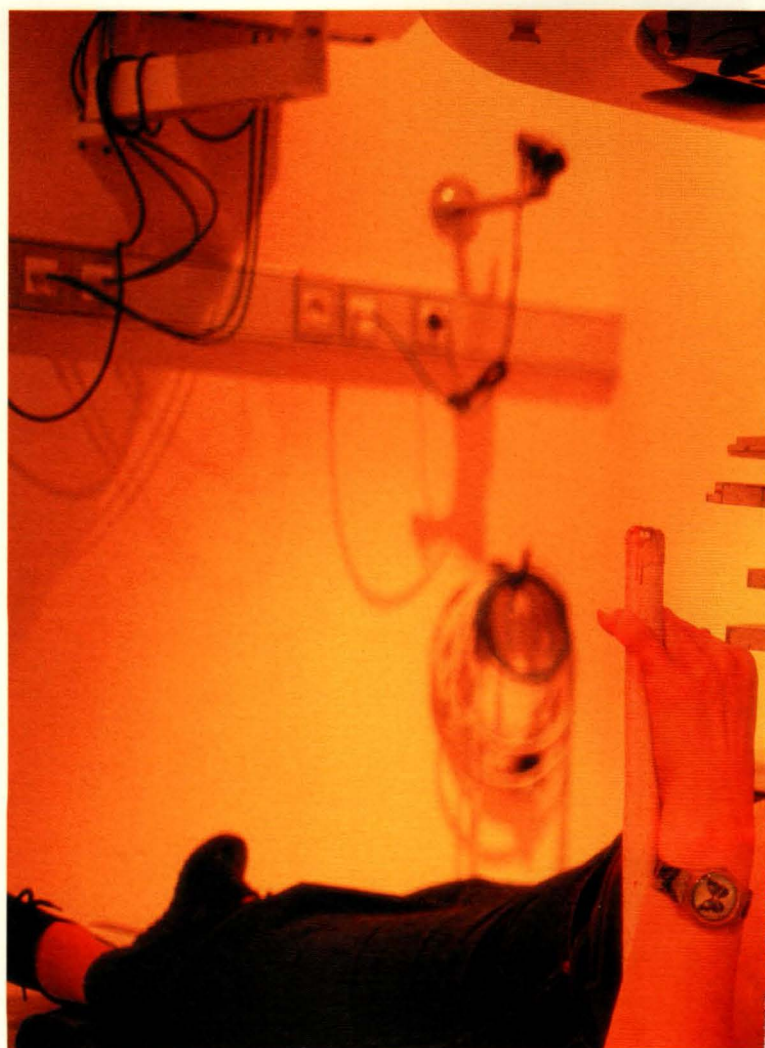


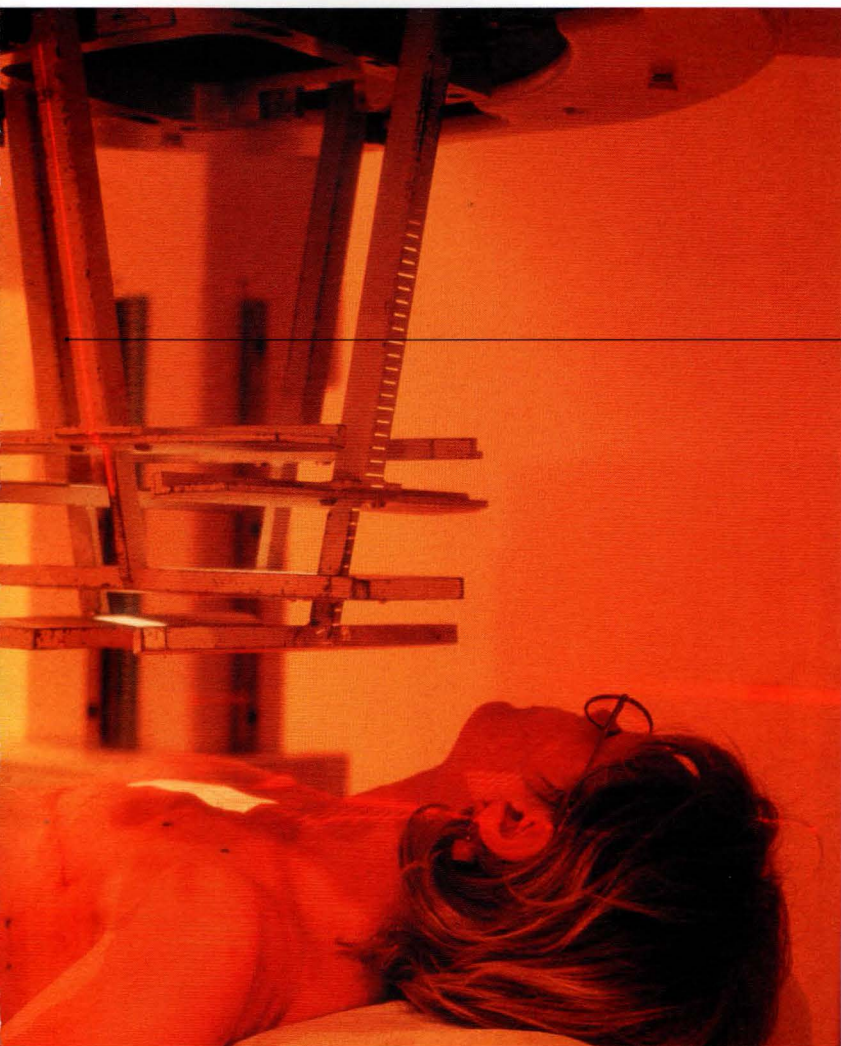
Метастазы злокачественной опухоли предстательной железы

Инвазивный рак предстательной железы в первую очередь распространяется на кости. На этом изображении, полученном с помощью ПЭТ, белое пятно указывает на метастазы в ребро.



Опухоль предстательной железы
Опухоли растут медленно и остаются локализованными. Поэтому при своевременной диагностике они легко поддаются лечению.

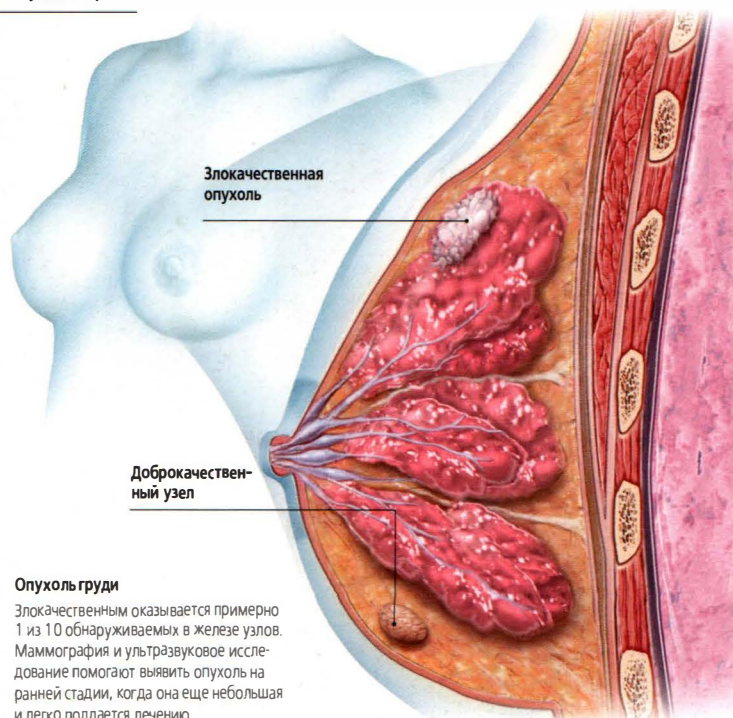




Лечение рака груди

В зависимости от стадии и типа опухоли может потребоваться операция по удалению части железы или всей груди. В других случаях выбором может быть лучевая терапия или химиотерапия, позволяющие убить злокачественные клетки. На фотографии слева пациентка проходит сеанс лучевой терапии после мастэктомии. Иногда используют гормональную терапию, предотвращающую размножение клеток, или комбинацию разных методов.

Лучевая терапия

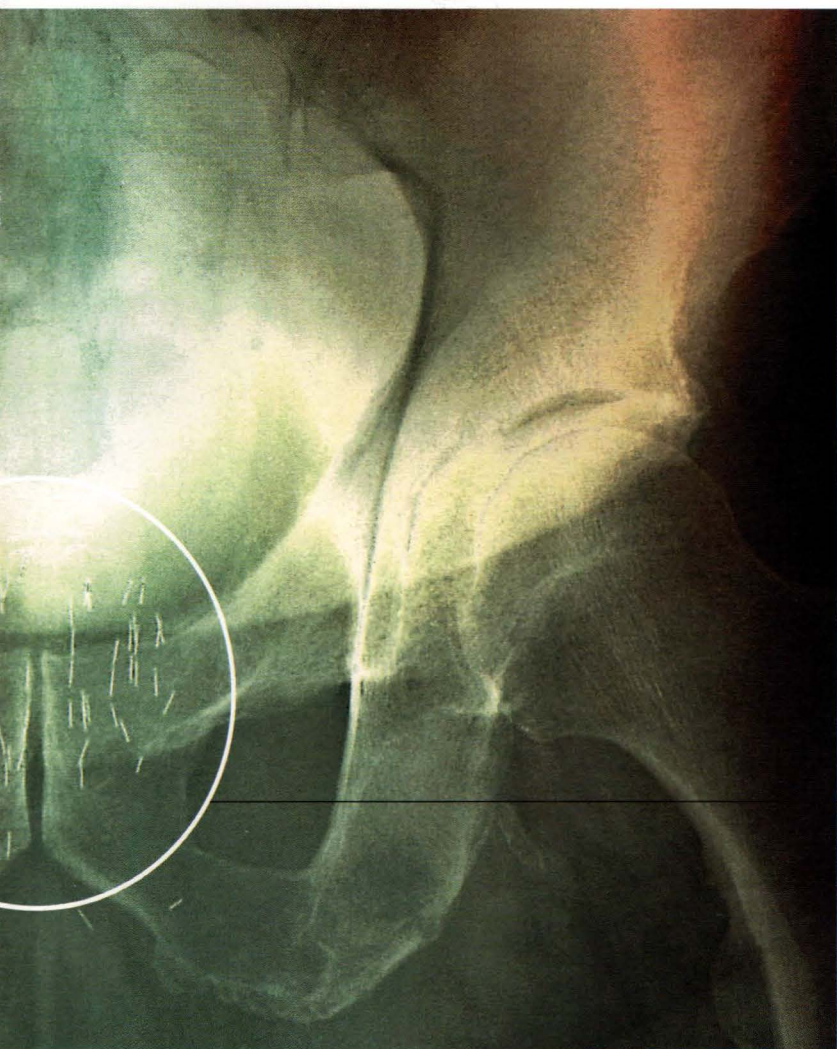


Злокачественная опухоль

Доброкачественный узел

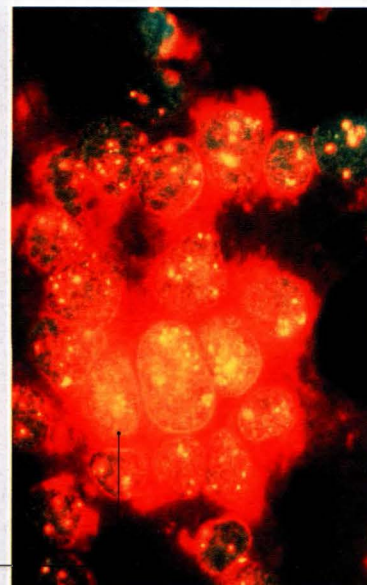
Опухоль груди

Злокачественным оказывается примерно 1 из 10 обнаруживаемых в железе узлов. Маммография и ультразвуковое исследование помогают выявить опухоль на ранней стадии, когда она еще небольшая и легко поддается лечению.



Гены и злокачественные новообразования груди

Обнаружены два гена, дефекты которых повышают риск развития злокачественных опухолей груди и яичников. Эти гены называются *BRCA1* и *BRCA2*. В норме они помогают исправлять генетические нарушения, способствующие злокачественному перерождению клеток. Обнаружено, что в 5% случаев при злокачественных опухолях груди эти гены имеют мутации. Проверить наличие аномального гена можно с помощью генетических тестов.



Злокачественные клетки груди

Имплантированные радиоактивные крупитцы

Злокачественные опухоли предстательной железы

Рак предстательной железы – самое распространенное злокачественное новообразование у мужчин. Такие опухоли развиваются медленно и на ранних стадиях могут не вызывать симптомов. Позже появляется примесь крови в моче и развивается боль в костях. Причины появления этих опухолей неизвестны, но риск возрастает с возрастом и при ожирении. В некоторых случаях свою роль играет наследственность.

ЗАБОЛЕВАНИЯ, ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ПОЛОВЫМ ПУТЕМ

Передаваемые половым путем бактерии, вирусы и другие возбудители вызывают инфекции, которые так и называют: «заболевания, передаваемые половым путем» (ЗППП) или «венерические заболевания». При отсутствии лечения ЗППП могут приводить к бесплодию и другим осложнениям. Возбудителем сифилиса является бактерия *Treponema pallidum*, и это потенциально летальная болезнь. При инфекции ВИЧ все пациенты в конце концов умирают от связанных со СПИДом заболеваний. Некоторые ЗППП вначале проходят бессимптомно, поэтому особенно опасны. Примером может быть хламидиоз, которым ежегодно заболевают 90 миллионов человек по всему миру. Хламидиоз поражает половые органы и мочевыводящие пути, и у 40% заразившихся женщин первым признаком является воспаление матки, яичников и фаллопиевых труб. Это т.н. «воспалительное заболевание органов малого таза» (ВЗОМТ) часто осложняет хламидиоз и гонорею и может привести к бесплодию.



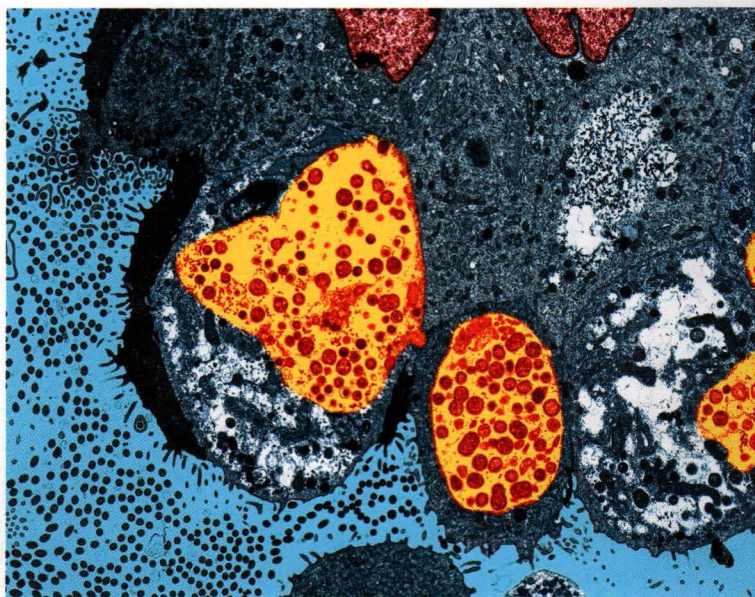
Гонорея

На этой цветной микрофотографии показана бактерия, вызывающая гонорею (желтый цвет). В данный момент микробы стараются инфицировать эпителиальные клетки репродуктивного тракта (коричневый цвет). При этом часто не возникает никаких симптомов, и болезнь без помех прогрессирует.



Новорожденные и СПИД

Плод может заразиться ВИЧ через плаценту, так что ребенок родится уже с инфекцией. Однако ВИЧ-инфицированные женщины могут снизить риск заражения плода, принимая во время беременности противовирусные препараты. Кроме того, в таких случаях для сокращения времени родов проводят кесарево сечение, что уменьшает риск заражения ребенка в процессе родов.



Хламидиоз

На рисунке бактерии, вызывающие хламидиоз (красные точки), инфицируют клетки фаллопиевой трубы (серый цвет). Это очень распространенное венерическое заболевание, сопровождающееся воспалением разных частей репродуктивного тракта (например, шейки матки). В результате образуются рубцы, что может привести к бесплодию.

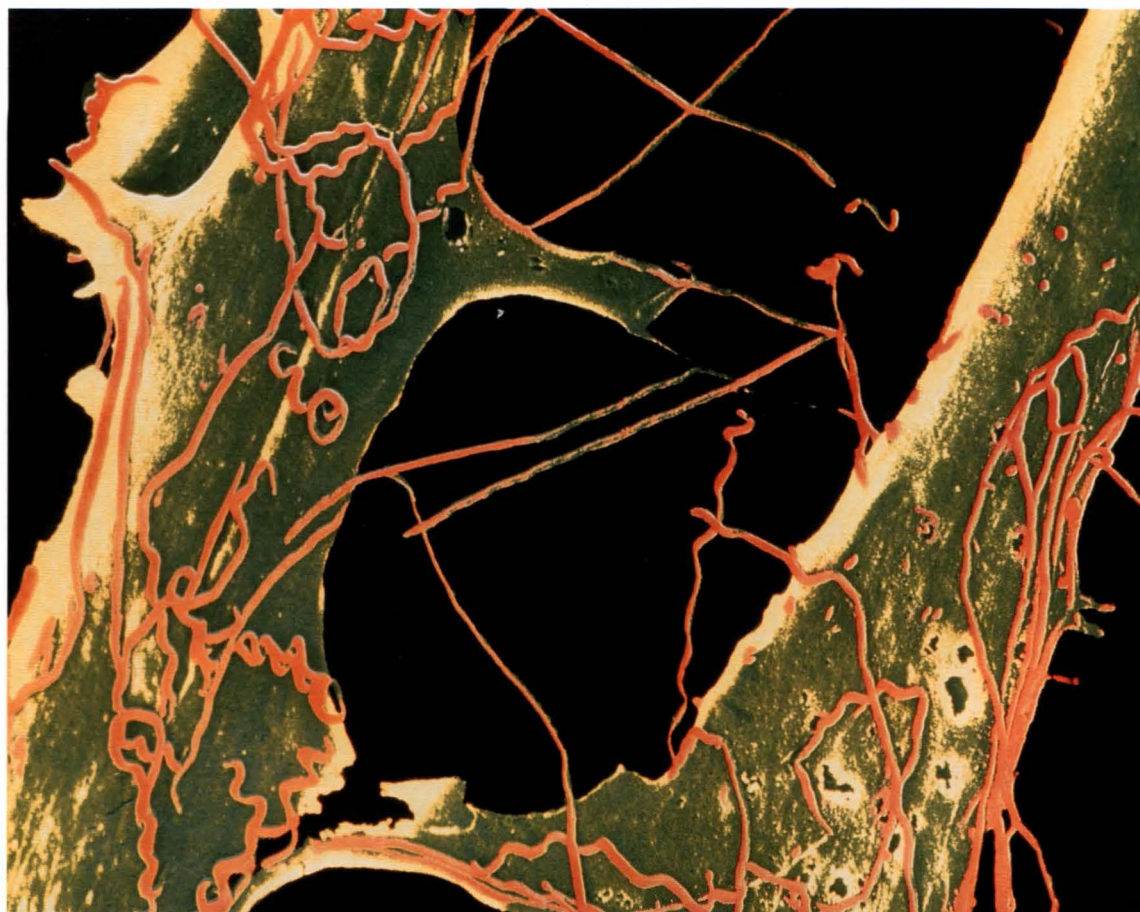
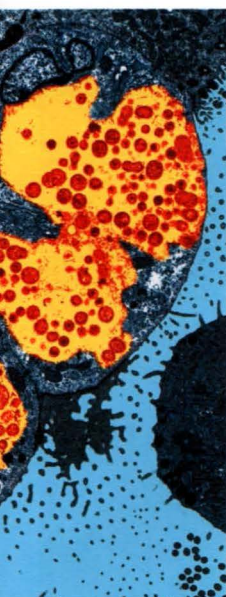


Влияние на новорожденных

Беременная женщина, страдающая венерическим заболеванием, может передать его плоду. Некоторые ЗППП, например, сифилис и ВИЧ, могут проходить через плаценту во время беременности. Другие могут передаваться во время родов, например, хламидиоз, герпес половых органов, гонорея и гепатит В, а также ВИЧ. ВИЧ содержится даже в грудном молоке зараженной женщины. Последствия венерической инфекции могут варьировать от выкидыша до мертворождения и серьезных медицинских проблем у ребенка.

СИМПТОМЫ И СПОСОБЫ ЛЕЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ВЕНЕРИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

ЗППП	Возбудитель	Симптомы	ЛЕЧЕНИЕ
Хламидиоз	Бактерия <i>Chlamydia trachomatis</i>	Может проходить бессимптомно. Симптомы включают болезненные или учащенные мочеиспускания, выделения из влагалища или пениса, боль при половом акте и нерегулярные менструации	Антибиотик тетрациклин
Герпес половых органов	Вирус герпеса человека тип 2	Болезненные поражения на половых органах и рядом с ними	Антивирусный препарат ацикловир
Остроконечные кондиломы	Вирус папилломы человека (ВПЧ)	Бородавки в области половых органов	Бородавки исчезают самостоятельно
Гонорея	Бактерия <i>Neisseria gonorrhoeae</i>	У мужчин болезненные мочеиспускания и выделения из пениса. У женщин дискомфорт в области живота, вагинальные выделения и аномальные кровотечения	Антибиотик цефтриаксон
Сифилис	Бактерия <i>Treponema pallidum</i>	Первый симптом – появление твердого шанкра на половом члене или во влагалище. Вторичные симптомы включают высыпания, лихорадку и боль в суставах	Пенициллин



Сифилис

Бледные нитеобразные спирали на зеленых клетках яичка – это бактерии, вызывающие сифилис. В течение длительного времени надежным лечением оставался пенициллин, но сегодня появились штаммы бактерий, устойчивые к пенициллину, и сифилис стал серьезной медицинской проблемой.

ЛЕЧЕНИЕ БЕСПЛОДИЯ

Сегодня на помощь бесплодным парам пришли различные современные технологии. Если у женщины гормональный дисбаланс, нарушающий овуляцию, назначают лекарства, стимулирующие высвобождение яйцеклеток. Обычно это приводит к многоплодной беременности. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) могут помочь при различных ситуациях, включая низкое количество сперматозоидов. Самый простой и дешевый способ – искусственное оплодотворение, при котором во влагалище или в матку во время овуляции вводят донорскую сперму. Другая возможность – оплодотворение *in vitro*. При этом яйцеклетку и сперматозоиды помещают в лабораторную емкость и химически стимулируют оплодотворение. Затем один или несколько получившихся эмбрионов вводят в матку. Некоторые пары проходят сложные хирургические процедуры по введению яйцеклеток и сперматозоидов или развивающихся зигот в фаллопиеву трубу.



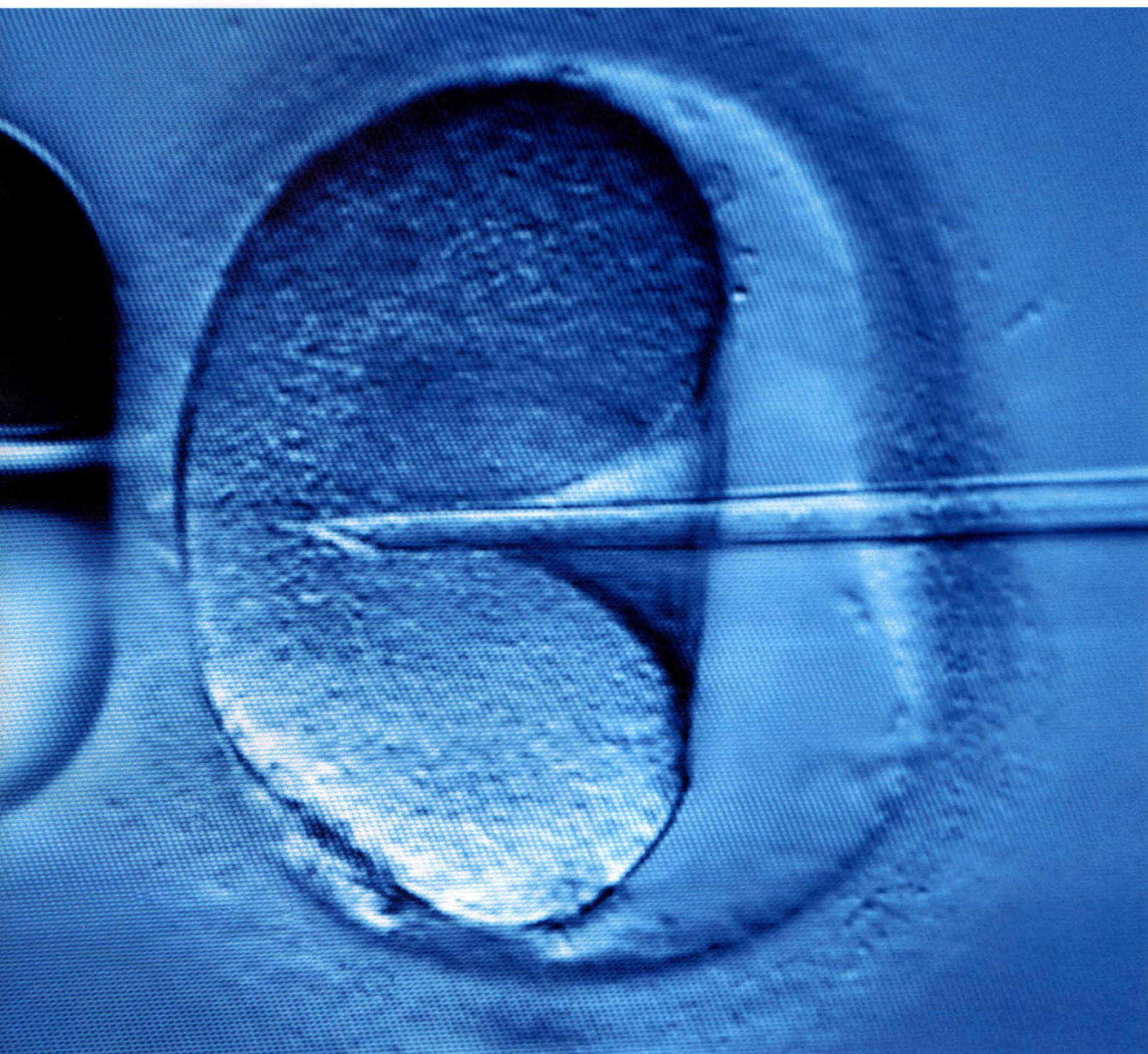
Рождение близнецов

Лекарства от бесплодия часто стимулируют высвобождение сразу нескольких яйцеклеток при овуляции, что ведет к многоплодной беременности. Обычно выживают не все эмбрионы, но эти пять мальчиков-близнецов родились вполне здоровыми.

Донорские сперматозоиды и яйцеклетки

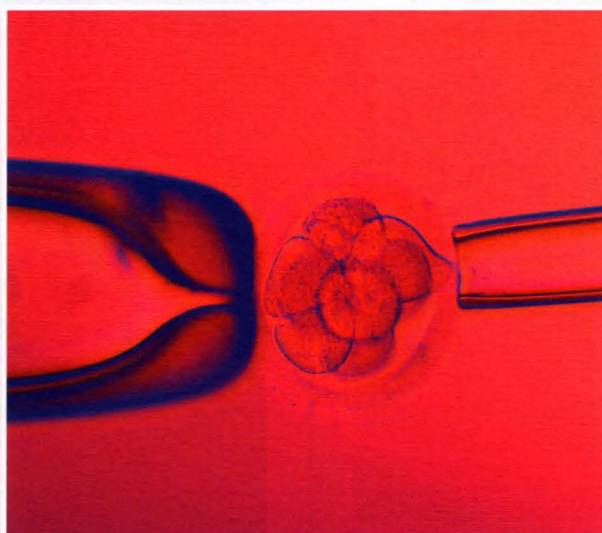
Женщины и мужчины могут сдавать донорские гаметы для бесплодных пар. Эти яйцеклетки и сперматозоиды хранят в замороженном состоянии в жидком азоте, а позже используют для искусственного оплодотворения.





ПРЕДИМПЛАН- ТАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА

Эмбрионы, полученные при оплодотворении *in vitro*, все чаще проверяют на возможные генетические дефекты, прежде чем имплантировать в матку будущей матери. Тест обычно проводят на восьмиклеточной стадии, когда эмбрион имеет шарообразную форму (см. рисунок справа), когда еще не началась клеточная специализация, и все клетки руководствуются одинаковыми генетическими инструкциями. Врачи забирают одну клетку и анализируют ее на генетические аномалии. Если все в порядке, эмбрион вводят в матку в надежде, что он имплантируется.



Внутриплазматическая инъекция сперматозоида

Внутриплазматическая инъекция сперматозоида (ИКСИ от англ. *ICSI*) – технология введения зрелого сперматозоида или еще развивающейся сперматиды в цитоплазму яйцеклетки (см. рис. выше). Цитоплазма – это желеобразная субстанция, окружающая клеточное ядро. Если все пройдет хорошо, то ядро введенного сперматозоида сольется с ядром яйцеклетки, т.е. произойдет оплодотворение. ИКСИ применяется в том случае, если сперматозоиды не способны нормально плыть или не полностью развиваются.

ПРЕНАТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Современная медицина предлагает много способов оценки здоровья еще нерожденного ребенка. Эти технологии позволяют получить информацию о возможных генетических аномалиях или проблемах развития, а также о поле ребенка. Они также помогают предугадать возможные осложнения родов – например, при ягодичном предлежании. Ультразвуковое исследование – простая неинвазивная процедура, в ходе которой изображение плода получают с помощью звуковых волн. Ультразвук позволяет увидеть положение плода в матке и оценить его развитие. Амниоцентез и биопсия хориона – инвазивные техники, позволяющие врачу изучить клетки плода по пробе амниотической жидкости или плаценты. Анализ крови матери тоже позволяет выявить некоторые аномалии зародыша, например, расщелину позвоночника (дефект нервной трубки).

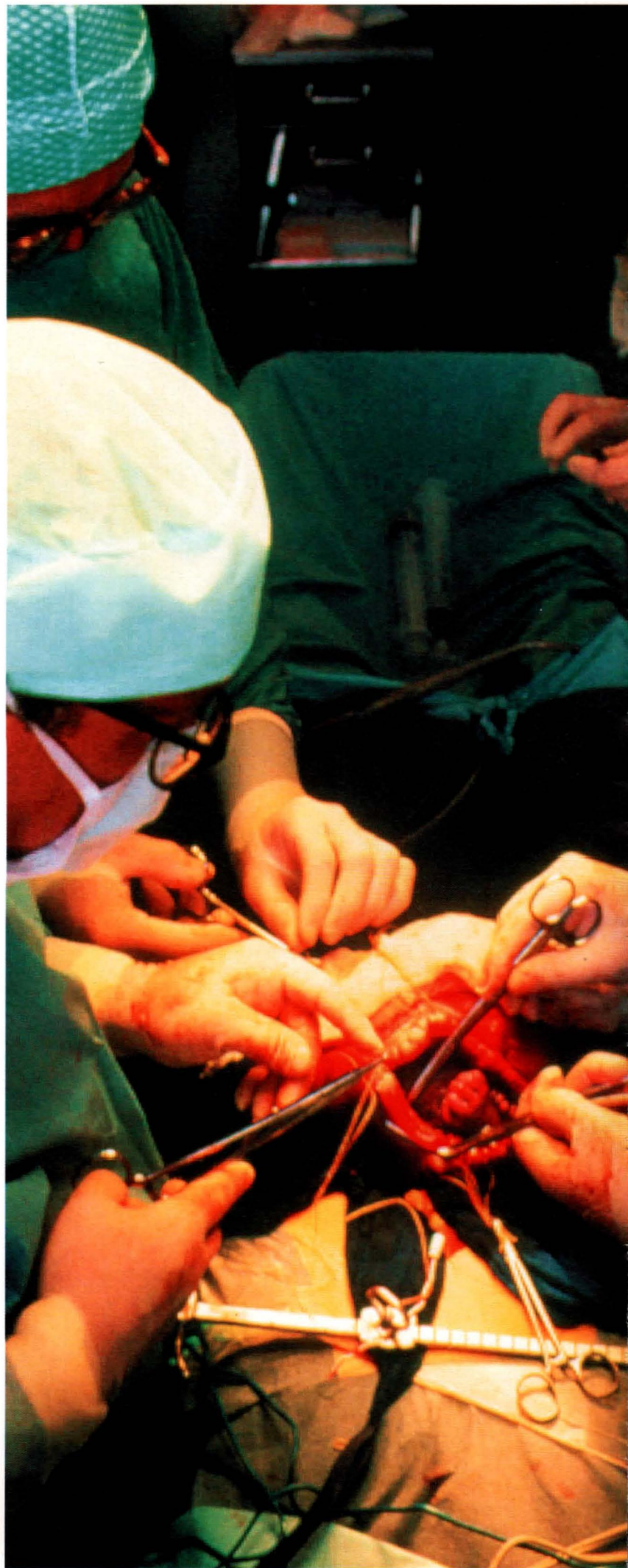
Хирургические процедуры на плоде

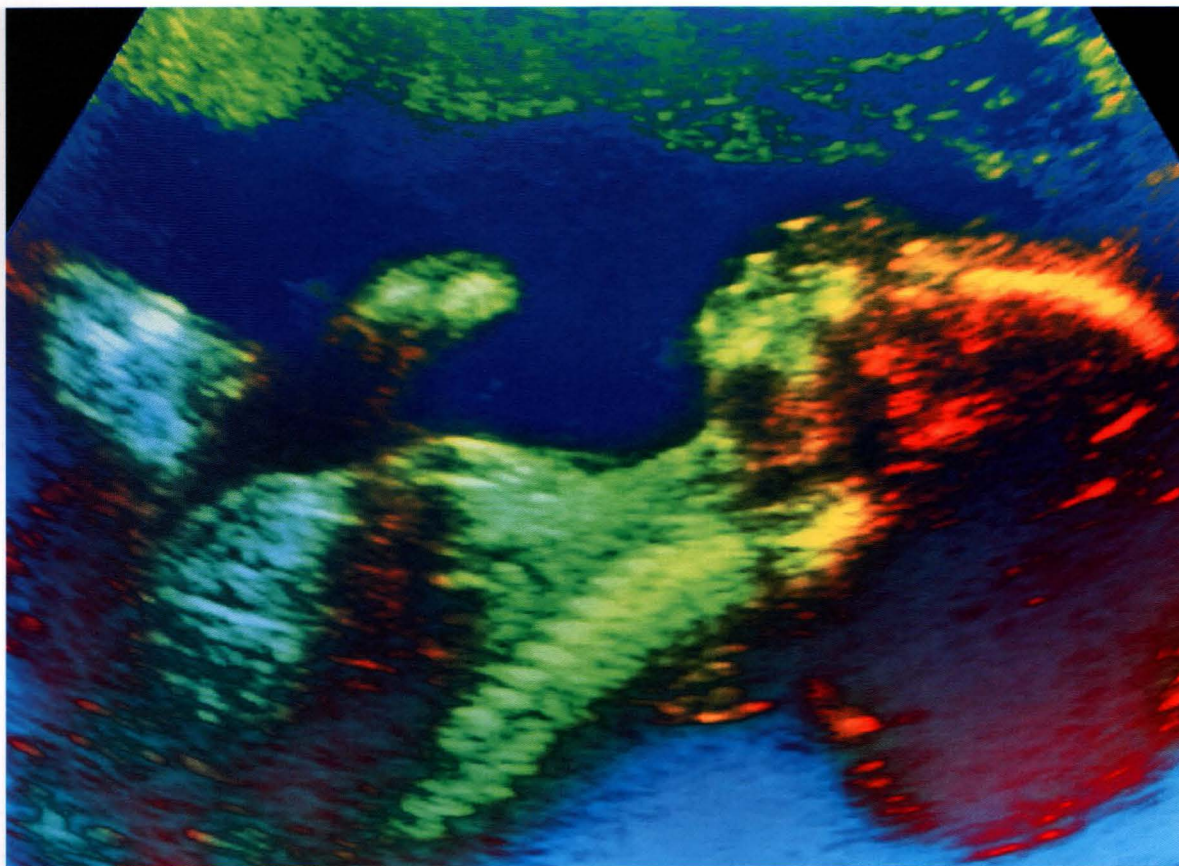
Некоторые потенциально опасные нарушения, например, врожденные пороки сердца или обструкцию нижних отделов мочевыводящих путей, можно скорректировать еще до рождения. Для этого чаще всего используют максимально щадящий подход – операцию на закрытой матке, при которой миниатюрные инструменты вводят через полую иглу под контролем ультразвука или фетоскопии. При открытой операции хирург вскрывает брюшную полость и матку. Такие операции сопряжены со значительными рисками для матери и ребенка.

АМНИОЦЕНТЕЗ И БИОПСИЯ ХОРИОНА

Окружающая зародыш амниотическая жидкость содержит клетки зародыша, которые можно анализировать для выявления генетических дефектов, таких как синдром Дауна или серповидно-клеточная анемия, а также для определения пола. При амниоцентезе врач с помощью иглы берет пробу жидкости на анализ. Биопсия хориона подразумевает анализ пробы из плодной части плаценты.

Амниоцентез





Ультразвук

На этом изображении, полученном с помощью цветного ультразвукового сканирования, виден плод на 20-й неделе развития. Над туловищем видна рука, а слева – нога. Сегодня ультразвук используют в плановом порядке для проверки течения беременности.



МРТ плода

Магнитно-резонансная томография позволяет получить детальное изображение развивающихся органов плода, а также тканей матери. Однако к этой технологии прибегают лишь при подозрении на серьезные проблемы, которые невозможно четко оценить с помощью ультразвука.

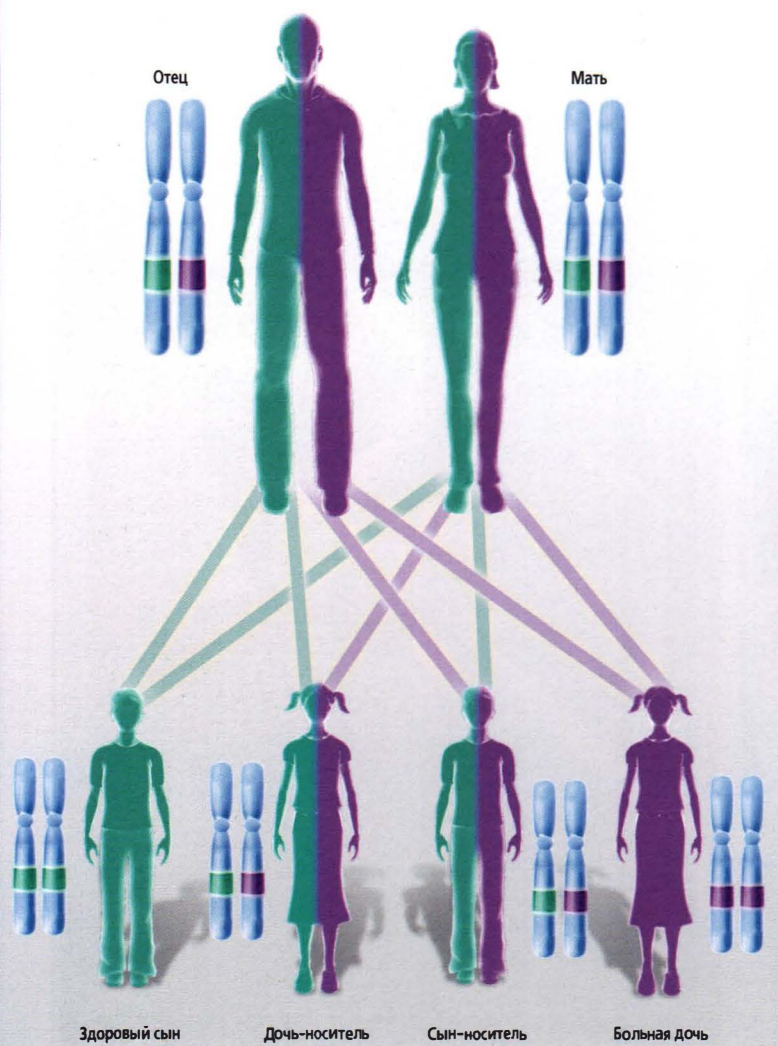


Корректировка врожденных дефектов

На этой исторической фотографии запечатлен ребенок с расщелиной позвоночника. Сегодня этот дефект можно предотвратить при правильном питании беременной женщины.

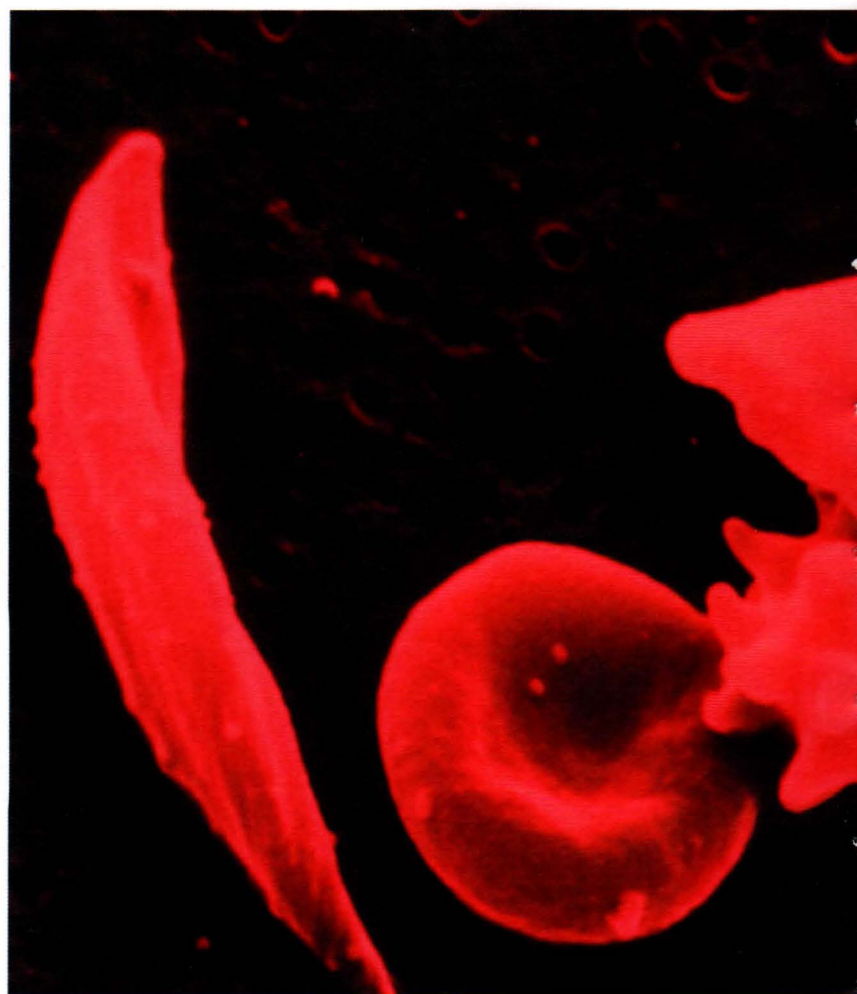
НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И БОЛЕЗНИ

Благодаря биомедицинским исследованиям становится известна связь между аномальными формами генов и различными заболеваниями. Этот список постоянно дополняется. Некоторые нарушения вызваны мутацией одного гена. Такие мутации могут возникать спонтанно или наследоваться от родителей. Если мутация коснулась доминантного гена, то его носитель обязательно заболевает. Примером может быть хореза Гентингтона. Если аномальный ген рецессивен, то заболевание разовьется только у того, кто получит дефектные гены от обоих родителей. Примером таких заболеваний может быть муковисцидоз или фенилкетонурия. Но чаще картина оказывается более сложной. Многие генетические заболевания, как и большинство признаков, определяются взаимодействием нескольких генов.



Заболевания, наследуемые по аутосомно-рецессивному типу

При таком типе наследования оба родителя могут иметь аномальный ген, но сами при этом не болеть. Каждый ребенок может получить дефектный ген и заболеть с вероятностью 25%.

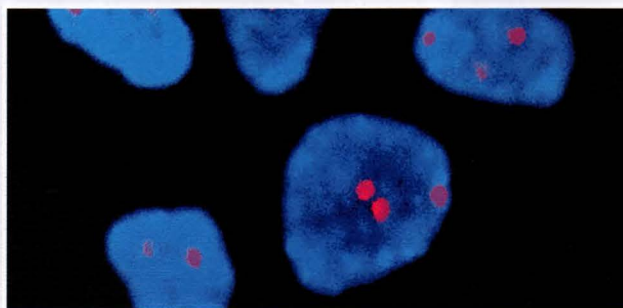


Серповидно-клеточная анемия

Серповидно-клеточная анемия является примером плейотропии – генетического феномена, при котором один ген влияет на несколько признаков. Люди с развернутой клинической картиной заболевания получают дефектные гены от обоих родителей, этот ген отвечает за синтез белка крови гемоглобина. Но повреждение красных кровяных клеток ведет к повреждению практически всех основных органов. У людей, получивших лишь один аномальный ген, заболевание проходит намного легче (т.н. «признак серповидных клеток»).

ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Генетики используют генеалогические схемы, чтобы проследить родословную семей, имеющих интересующий их признак, например, злокачественные новообразования груди. Генеалогический анализ часто используют для выявления повышенного риска развития определенного нарушения. В тех случаях, когда семейное заболевание является редким или плохо изученным, генеалогический анализ помогает определить, связано ли оно с доминантным или рецессивным геном и расположен ли этот ген на аутосоме или половой хромосоме.



Синдром Дауна

На этой микрофотографии показана хромосома, вызывающая синдром Дауна (красный цвет) в ядре (синий цвет) клетки плода. Синдром Дауна – генетическое нарушение, вызванное сбоем клеточного деления. С помощью генеалогического анализа можно проследить появление детей с этим синдромом.



Серповидная клетка

Нормальная красная
красная клетка

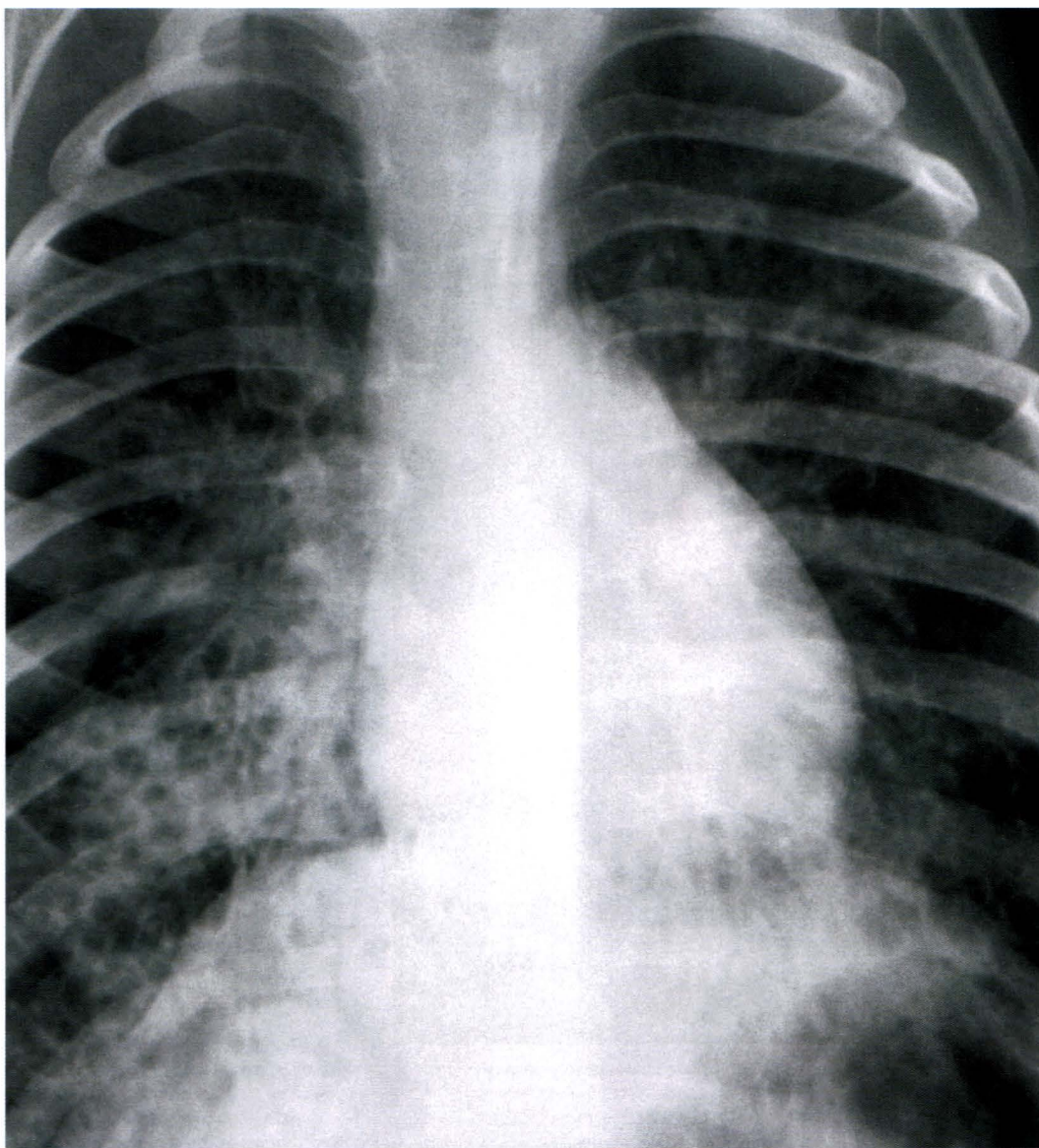
Доминантные и рецессивные признаки

Каждый ген обычно имеет разные химические формы. При этом доминантная форма всегда маскирует эффект рецессивной формы. Это значит, что человек, получивший доминантную форму гена от одного родителя и рецессивную форму от другого, будет иметь доминантный признак. Показанные на этом снимке гены, определяющие длинные ресницы, ямочку на подбородке и муковисцидоз (при котором дыхательные пути легких забиваются слизью) являются доминантными. Чтобы у человека были выражены рецессивные признаки, такие как прижатые уши или фенилкетонурия, он должен унаследовать рецессивные формы гена от обоих родителей.



Гемофилия

Наследственное заболевание, вызывающее нарушение свертываемости крови, возникающее в результате рецессивной мутации в X-хромосоме. У этого мальчика болезнь более редкого типа В. Дважды в неделю он должен делать себе инъекции недостающего фактора свертываемости крови, называемого фактор IX.

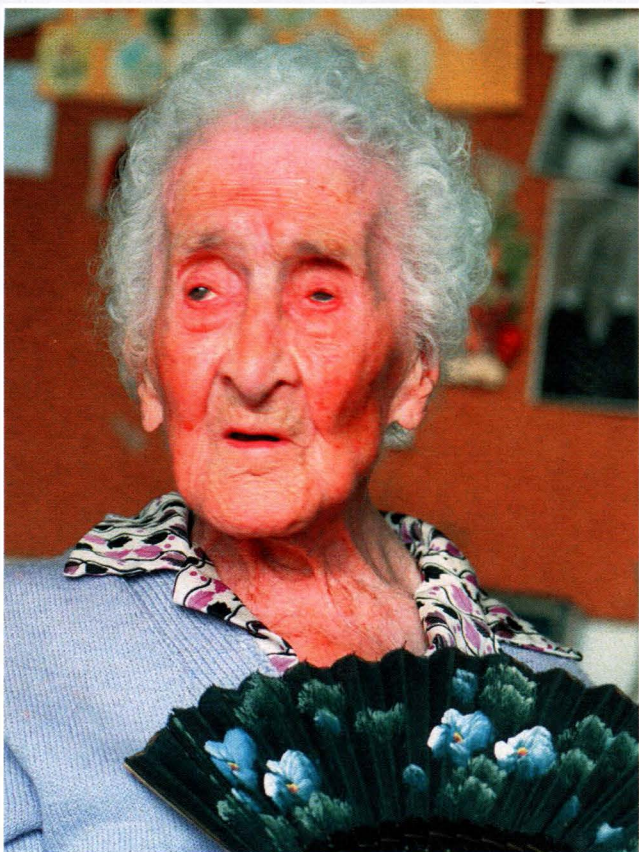


КОНЕЦ ЖИЗНИ

Смерть – неизбежный конец жизни. Она наступает, когда сердце и головной мозг перестают функционировать – в результате травмы, болезни или просто старости. При терминальном заболевании состояние пациента может ухудшаться постепенно, или он может чувствовать себя нормально до последнего месяца или двух. По мере прогрессирования заболевания развиваются такие симптомы, как утомляемость, потеря аппетита, одышка, недержание мочи и боль. В последние недели или месяцы перед смертью больные или престарелые люди часто теряют способность поддерживать личную гигиену и вести хозяйство. У некоторых развивается спутанность сознания и тревожность. Несмотря на большие сложности, родственники, друзья и медицинские работники могут помочь и сделать уход из жизни по возможности достойным и комфортным.

УДИВИТЕЛЬНАЯ ЖАН КАЛМАН

До сегодняшнего дня самым долгоживущим человеком остается Жан Калман – француженка, прожившая 122 года и 164 дня. Она умерла в августе 1997 года. Мадам Калман регулярно занималась физкультурой даже после 100-летнего юбилея. Среди ее родственников несколько долгожителей, проживших более 80 и 90 лет, что позволяет предполагать, что продолжительность жизни, отчасти, определяется наследственностью.



Самый старый человек планеты
Здесь Жан Калман заснята в 120-й день рождения.



Умиравшие пациенты

Забота семьи и друзей крайне важна для умирающих пациентов. Этот человек умер через несколько дней после того, как его зять сделал эту фотографию, на которой дочь умирающего обтирает его влажным полотенцем.

Позиция	СТРАНА	ОБА ПОЛА	СТРАНА	МУЖЧИНЫ	СТРАНА	ЖЕНЩИНЫ
1	Япония	82,6	Исландия	80,2	Япония	86,1
2	Гонконг	82,2	Гонконг	79,4	Гонконг	85,1
3	Исландия	81,8	Япония	79	Испания	84,2
4	Швейцария	81,7	Швейцария	79	Швейцария	84,2
5	Австралия	81,2	Австралия	78,9	Франция	84,1
6	Испания	80,9	Швеция	78,7	Австралия	83,6
7	Швеция	80,9	Израиль	78,6	Италия	83,5
8	Израиль	80,8	Макау	78,5	Исландия	83,3
9	Канада	80,7	Канада	78,3	Виргинские острова	83,3
10	Франция	80,7	Новая Зеландия	78,2	Швеция	83
...						
191	Лесото	42,6	Замбия	42,1	Зимбабве	42,7
192	Сьерра-Леоне	42,6	Мозамбик	41,7	Замбия	42,5
193	Замбия	42,4	Ангола	41,2	Мозамбик	42,4
194	Мозамбик	42,1	Сьерра-Леоне	41	Лесото	42,3
195	Свазиленд	39,6	Свазиленд	39,8	Свазиленд	39,4

Продолжительность жизни в разных странах: первые 10 и последние 10

Ожидаемая продолжительность жизни рассчитывается для группы людей, родившихся в один год. Этот показатель намного ниже в странах с высокой младенческой и детской смертностью и в бедных странах с плохо развитой системой здравоохранения. Согласно данным ООН на 2005–2010 гг., средняя ожидаемая продолжительность жизни для мужчин и женщин составляет 67,2 года.

Ограничения продолжительности жизни

Биологи полагают, что существуют внутренние механизмы, контролирующие скорость старения организма. Насколько известно, пока ни один человек не прожил более 122 лет, и другие животные тоже имеют ограниченную продолжительность жизни. Одной из причин может быть генетическая предопределенность количества клеточных делений. Клетки человека, похоже, могут делиться не более 50–80 раз.



Повреждение ДНК

Повреждению ДНК способствует излучение, включая ультрафиолетовые волны УФА и УФВ. В норме ДНК имеет две длинные, связанные друг с другом нити, состоящие из единиц, называемых нуклеотидами (на рисунке цветные цилиндрики). Можно видеть, что связи между некоторыми основаниями разрушены из-за воздействия солнечного излучения.



Индуистские обряды

Погребальный костер в Бали – последняя дань умершим. По тысячелетней традиции индуисты кремируют умерших вскоре после смерти.



Прощание в Новом Орлеане

В Новом Орлеане друзья и родственники эмоционально прощаются с умершим, касаясь гроба на похоронной процессии.

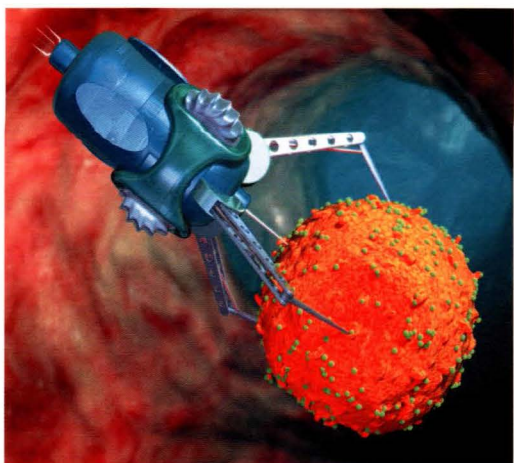


Погребальные деньги

В Гонконге распространен обычай сжигать деньги, полагая, что они могут потребоваться умершему в загробной жизни.

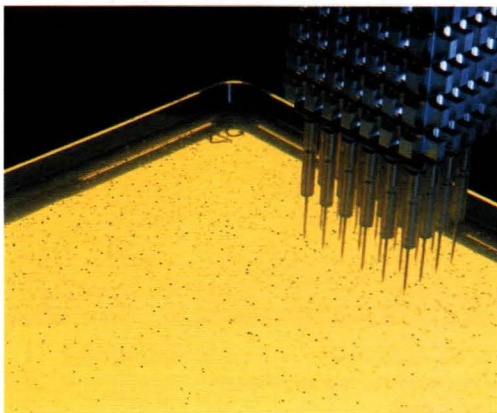
БУДУЩЕЕ МЕДИЦИНЫ

Будущее медицины зависит от сложных медицинских инструментов и глубокого понимания генетических основ заболеваний. Технологический и научный прогресс способствует быстрому практическому развитию медицины. Ученые многих стран стремятся найти приемлемые способы использования стволовых клеток, чтобы выращивать органы и ткани. Все более подробные карты человеческого генома способствуют биомедицинским исследованиям и разработкам новых стратегий лечения злокачественных новообразований и других болезней. Стремительный прогресс генной терапии поможет значительно повысить качество жизни пациентов с генетическими нарушениями. Некоторые медицинские нововведения будут опираться на нанотехнологии («нано» – это одна миллиардная). Ученые работают над созданием «нанороботов», размер которых будет меньше размера клетки и которые смогут ремонтировать ДНК. Индивидуализированный подход позволит подбирать лечение в соответствии с генетическим профилем пациента, чтобы достичь максимальной эффективности и безопасности.



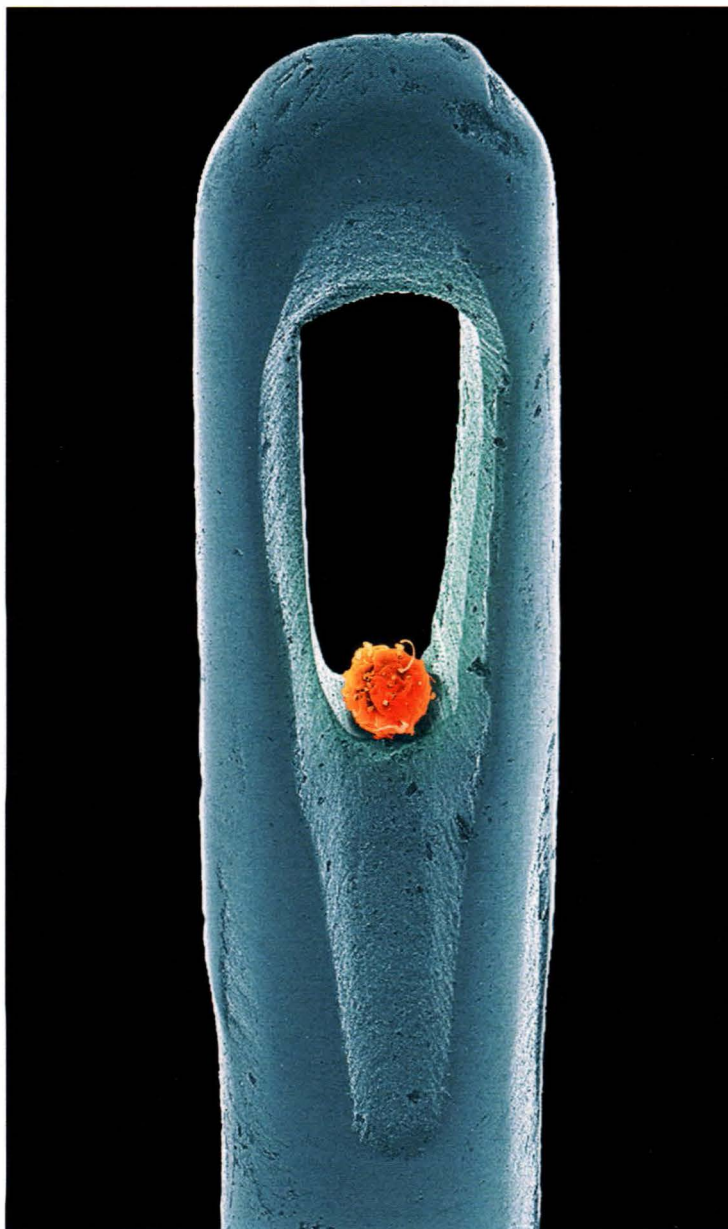
Наноробот

Уже ведется разработка наноробота (микроскопической медицинской машины) размером с бактерию. Такой аппарат сможет перемещаться внутри тела, чтобы искать и разрушать патогены и злокачественные клетки, а также выполнять тонкие хирургические операции. На этом рисунке, сделанном с помощью компьютерной графики, изображен наноробот, инъецирующий лекарство в большую Т-клетку.



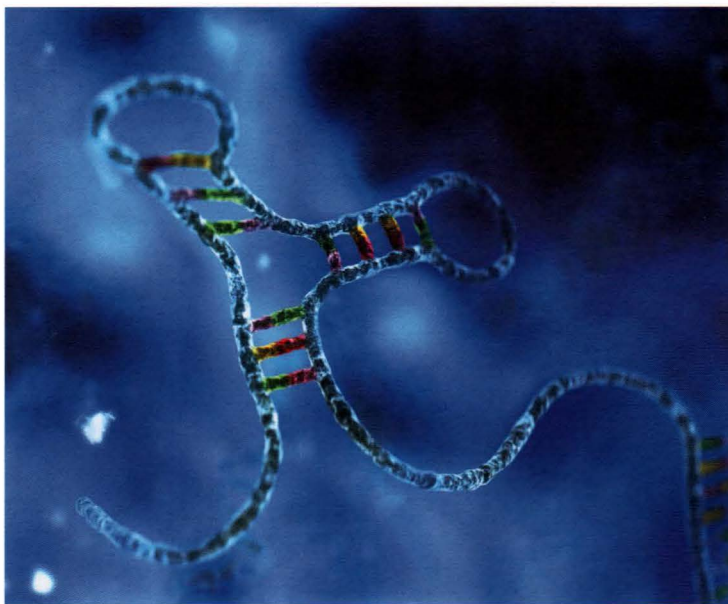
Генетические исследования

Черные точки на рисунке – это колонии бактерий, полученные с помощью генной инженерии и содержащие ДНК человека. Их будут использовать для секвенирования – определения последовательности оснований ДНК. Секвенирование ДНК позволяет точно определить причину генетической аномалии.



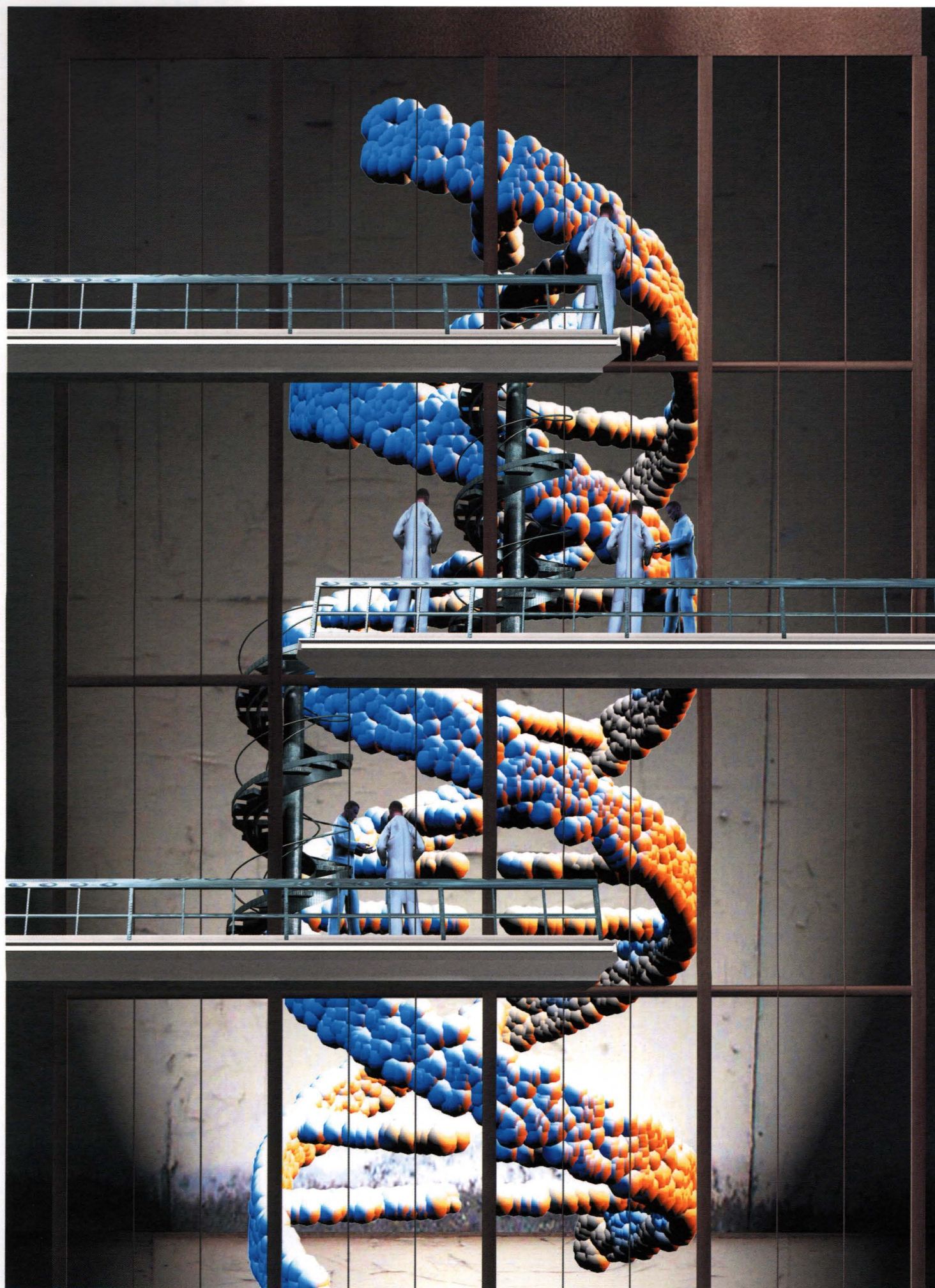
Технологии стволовых клеток

На этой микрофотографии показана эмбриональная стволовая клетка в ушке иглы. В настоящее время исследования эмбриональных стволовых клеток замедлились по этическим соображениям. Целью этих исследований является поиск возможностей замены поврежденных тканей при таких заболеваниях, как болезнь Паркинсона и Альцгеймера.



Интерференция РНК

РНК (рибонуклеиновая кислота) играет важную роль в трансляции генетических инструкций в клетке (т.е. в синтезе белка). Механизм, называемый РНК-интерференцией, может предотвратить размножение некоторых вирусов путем «отключения» их генов.



Восстановление ДНК

На этой художественной картине изображен процесс исправления и восстановления ДНК, поврежденной в результате генетических аномалий или факторов внешней среды, а также процесс модификации ДНК (известный как «генная инженерия»), позволяющий предотвратить развитие возрастных заболеваний.

Handwritten text in ancient Egyptian hieroglyphs and Demotic script, likely a medical papyrus. The text is arranged in horizontal lines, with some lines written in red ink. The script is dense and characteristic of ancient Egyptian medical documents.

Египетский папирус Эдвина Смита, датируемый 1900–1600 годами до н.э., является самым ранним известным медицинским руководством. Он содержит разбор 48 историй болезни, включая описание состояния пациента, диагноз и лечение, причем все изложено весьма разумно и методично.

Handwritten Arabic text in black and red ink on aged parchment. The text is dense and appears to be a religious or historical document, possibly a manuscript or a collection of letters. The red ink is used for headings, sub-sections, or specific words of emphasis. The script is a cursive style, likely Maghrebi or similar, with some variations in letter forms. The parchment shows signs of age, including discoloration and some wear.

Приложения

ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ МЕДИЦИНЫ ДО 1850 Г.

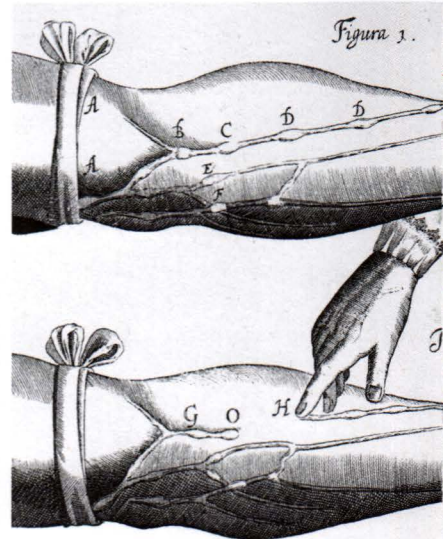
Люди тысячелетиями стремились понять работу организма и научиться лечить болезни. Ниже перечислены некоторые достижения и основные вехи медицины.



Египетский папирус Эдвина Смита, датируемый 1900–1600 гг. до н.э., – самый древний известный медицинский текст.



Это китайская анатомическая схема, датируемая примерно 1030 г. до н.э. Здесь показаны акупунктурные точки руки.



Книга Уильяма Харви, вышедшая в 1628 г. и посвященная сердцу и кровообращению, стала важнейшим вкладом в изучение физиологии.



Гиппократ, живший примерно в 460-х гг. до н.э., был первым изобретателем медицинских приспособлений. Показанный на рисунке аппарат использовался для вправления вывихов суставов с помощью силы тяжести.



На этом рисунке изображен Эдвард Дженнер, делающий своему сыну прививку против натуральной оспы в конце XVIII века.



На этом черепе из археологического музея Куско (Перу) видны следы хирургических процедур, которые инки проводили в VI веке.

Примерно 2650 г. до н.э.
Родился Имхотеп – один из первых известных врачей, «отец египетской медицины». Но согласно найденным папирусам, медицинская наука появилась в Египте намного раньше.

Примерно 1000 г. до н.э.
Китайские врачи используют акупунктуру, лечат с помощью растительной медицины и массажа и даже начинают применять что-то вроде вакцинации для защиты от натуральной оспы.

Примерно 300 г. до н.э.
Греческий врач Эрасистрат («отец физиологии») и Герофил (основоположник анатомических исследований) занимаются анатомированием для изучения внутренних органов человеческого тела.

500 г. до н.э.
Инки практикуют трепанацию – просверливание дырок в черепе для лечения заболеваний головного мозга. Как показывают раскопки, многие пациенты выживали, кость у них заживала.

1240 г. до н.э.
Арабский врач и хирург Ибн Аль-Нафис изучает и описывает легочное кровообращение – движение крови между сердцем и легкими.

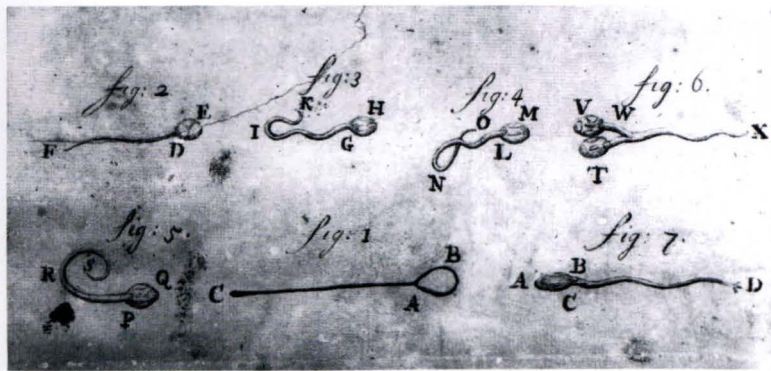
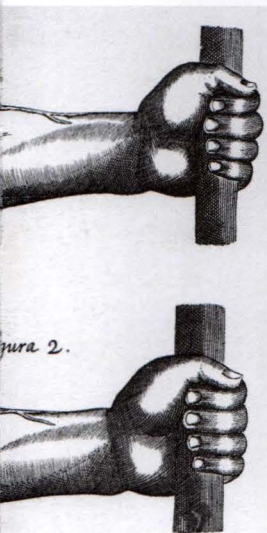
Примерно 1050 г. до н.э.
Борисппский врач Эсагил-Кин-Апли составил руководство, описывающее разнообразные симптомы, включая собственные наблюдения о признаках заболеваний и рекомендации по методам диагностики.

Примерно 460 г. до н.э.
Родился знаменитый греческий врач Гиппократ. Гиппократ пропагандировал рациональную систему медицинских взглядов, считая болезнь следствием естественных факторов, а не сверхъестественных сил.

129 г. н.э.
Родился греческий врач Гален. Вскрывая животных, Гален подробно описывал анатомию человека. Хотя его труды содержат много ошибок, врачи пользовались ими в течение 1400 лет.

1000 г.
Примерно в это время персидский врач и ученый Авиценна составил обширную медицинскую энциклопедию, по которой европейские врачи учились в течение многих веков.

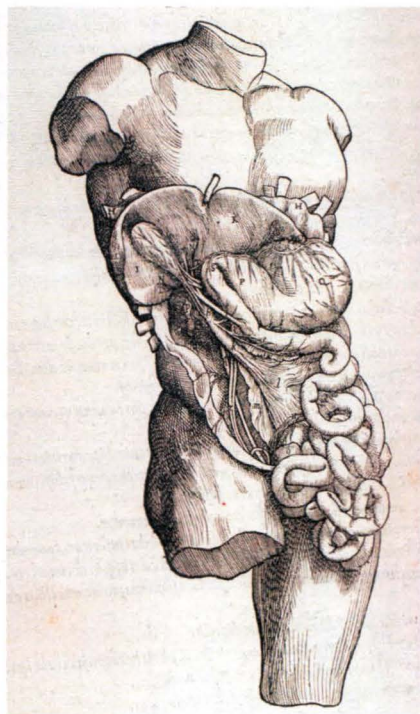
1543 г.
Бельгийский врач Андреас Везалий занимался запрещенными в те времена вскрытиями человеческих тел и опубликовал коллекцию анатомических схем, исправляющих ошибки Галена.



Примерно в 1670 г. Антони ван Левенгук прислал в Королевское Общество Лондона (научное общество) это изображение человеческих сперматозоидов, которые он наблюдал под микроскопом.



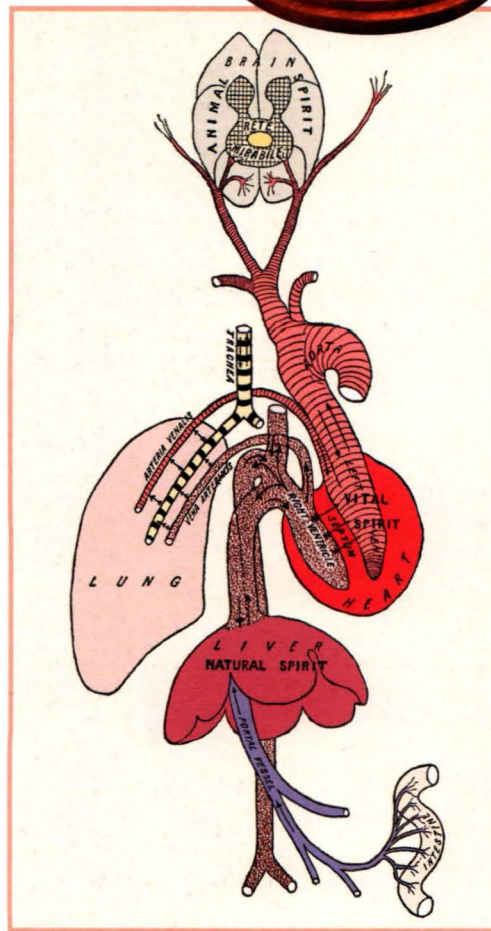
В 1816 г. доктор Леннек изобрел стетоскоп, чтобы лучше прослушивать грудную клетку и диагностировать заболевания.



Это рисунок из сборника трудов Андреаса Везалия «De humani corporis fabrica» («О строении человеческого тела»). Этот сборник из семи книг вышел в 1543 г.



На этом рисунке изображен микроскоп XVII века, который использовал Роберт Гук.



Так представлял себе внутренние органы и систему кровообращения Гален, живший во втором веке нашей эры. Он ошибочно полагал, что сердце представляет собой одиночный насос.



В середине XIX века с помощью таких масок давали эфирный наркоз.



1628 г.

Английский врач Уильям Харви опубликовал первое достоверное описание движения крови по артериям и венам.

1667 г.

Английский врач Томас Сиденхем сформулировал принципы медицинского обследования и эпидемиологии. Он также обнаружил, что причиной анемии является дефицит железа, и использовал хинин для лечения малярии.

1727 г.

Английский священник и ученый Стивен Гельс первым измерил артериальное давление, введя трубку в кровеносный сосуд и наблюдая колебание уровня крови.

1796 г.

Английский врач Эдвард Дженнер первым сделал прививку против натуральной оспы. Он ввел мальчику жидкость из язвы коровьей оспы и таким образом запустил развитие иммунитета.

1816 г.

Французский врач Рене Леннек разработал первый стетоскоп, что облегчило прослушивание грудной клетки и диагностику нарушений.

1665 г.

Изучая растения и насекомых с помощью микроскопа собственной сборки, Роберт Гук ввел термин «клетка» для описания базовой живой единицы.

1677 г.

Голландский лавочник и изобретатель Антони ван Левенгук, которого считают основоположником микробиологии, разработал достаточно мощный микроскоп, чтобы наблюдать сперматозоиды, красные кровяные клетки и микроорганизмы.

1761 г.

Итальянский врач Джованни Баттиста Моргани начал соотносить симптомы с диагнозом, впервые объединив данные аутопсии 640 пациентов с симптомами, которые у них отмечались перед смертью.

1805 г.

Немецкий химик Фридрих Серторнер выделил из опиума морфий, который затем начали использовать для обезболивания.

1839 г.

Немецкий зоолог Теодор Шванн первым описал клетки тканей животных как крошечные живые единицы и заявил, что все живые организмы состоят из клеток.

1842 г.

Американский хирург Кроуфорд Лонг первым использовал эфир для анестезии, чтобы притупить боль при удалении кисты на шее пациента.

ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ МЕДИЦИНЫ С 1850 Г. ДО НАШИХ ДНЕЙ

Достижения конца XIX века и XX века готовят ученых к более удивительным открытиям будущего.

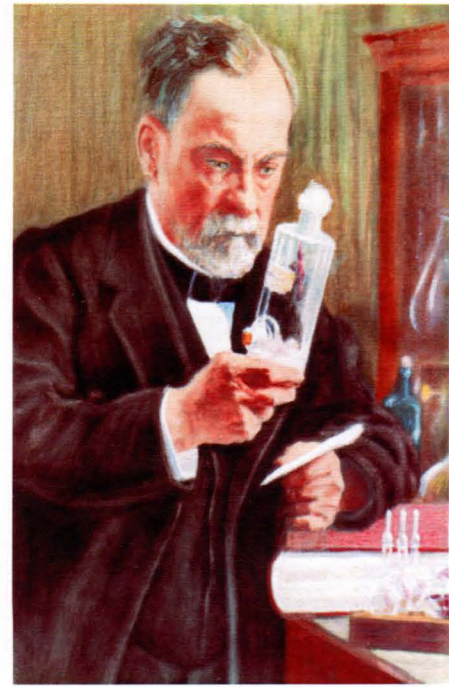


На этой фотографии 1923 г. Фредерик Бантинг и Чарльз Бест засняты с одной из первых собак, которую удалось вылечить от диабета с помощью инъекций инсулина.

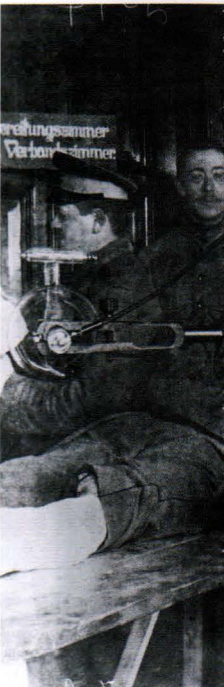
Сибасабуру Китасато хорошо известен тем, что обнаружил бактерию – возбудителя бубонной чумы 1894 г.



На этой фотографии 1928 г. показана оригинальная чашка Петри с культурой клеток, на которой Александр Флеминг наблюдал разрушение бактерий *Staphylococcus* под действием *Penicillium notatum*.



Процесс пастеризации, изобретенный Луи Пастером (1822–1895 гг.), позволяет уничтожить патогенов в продуктах питания.



BAYER PHARMACEUTICAL PRODUCTS. Send for sample and Literature.

ASPIRIN The substitute for the salicylates

PROTARGOL The anti-sparitric

EUROPHEN The safest sedative

PIPERAZINE The antispasmodic

HEROIN-HYDROCHL. The sedative for coughs

QUINALGEN The anti-sparitric

LYCETOL The uric acid solvent

GUAIACOL CARB. The anti-sparitric

SOMATOSE The most assimilable nutrient

HEROIN The sedative for coughs

SULFONAL The reliable hypnotic

PHENACETIN The safest hypnotic

FERRO-SOMATOSE The ferruginous nutrient

IODOTHYRINE The active principle of the thyroid

SYCOSE The substitute for cane sugar

HEMICRANIN The specific for headaches

SALOPHEN The antirheumatic and antineuralgic

TRIONAL The safest hypnotic

FARBENFABRIKEN OF ELBERFELD CO. 40 STONE ST. NEW YORK

На этом рекламном плакате 1900 г. фирма «Байер» рекламирует аспирин как замену более едких салицилатов.

1865 г.
Английский хирург Джозеф Листер начал использовать карболовую кислоту в качестве антисептика при хирургических процедурах. Он добился значительного снижения уровня смертности, благодаря чему использование антисептиков при операциях стало нормой.

1882 г.
Немецкий исследователь Уолтер Флемминг обнаружил, что при клеточном делении дочерние клетки получают некоторый материал (хромосомы). Его работа заложила основу современной клеточной биологии.

1890 г.
Эмиль Беринг и Сибасабуру Китасато разработали дифтерийный антитоксин и открыли антигистаминный препарат. Почти одновременно Илья Мечников сформулировал клеточную теорию иммунитета.

1897 г.
Немецкий химик Генрих Дрезер получил из растительных экстрактов аспирин (салициловую кислоту).

1901 г.
Патолог Карл Ландштейнер описал группы крови человека А, В и О, а также выяснил существующую между ними разницу, благодаря чему стало возможным безопасное переливание крови.

1921 г.
Канадский патолог Фредерик Бантинг и его помощник Чарльз Бест изолировали инсулин, который позже использовали для лечения диабета.

1928 г.
Шотландский бактериолог сэр Александр Флеминг обнаружил, что колонии *Penicillium notatum* вырабатывают субстанцию, разрушающую бактерии.

1952 г.
Доктор Вирджиния Ангар разработала простой метод оценки состояния здоровья новорожденных, основанный на внешнем осмотре, пульсе, мимике, активности и дыхании.

1870 г.
Французский ученый Луи Пастер продемонстрировал, что инфекционные заболевания вызываются не «дурным воздухом», а микроорганизмами, что положило начало микробной теории инфекционных заболеваний.

1895 г.
Немецкий физик Вильгельм Рентген обнаружил X-лучи, на которых позже был основан первый метод диагностической визуализации.

1910 г.
Немецкий химик Пауль Эрлих и японский бактериолог Сахаширо Хата химически модифицировали токсическое соединение и получили лекарство для лечения сифилиса. Разработанный ими химический процесс стал основой современной фармацевтики.

1944 г.
Ученый Освальд Авери с коллегами провели серию экспериментов, доказавших, что молекула ДНК несет генетическую информацию.

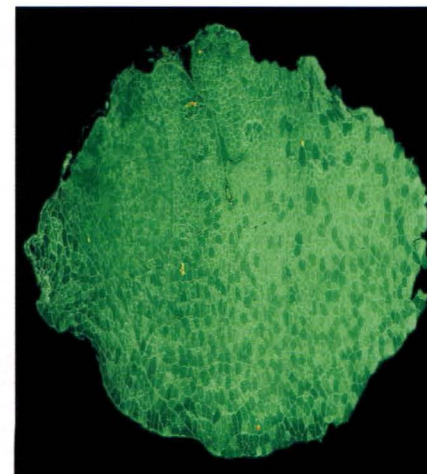
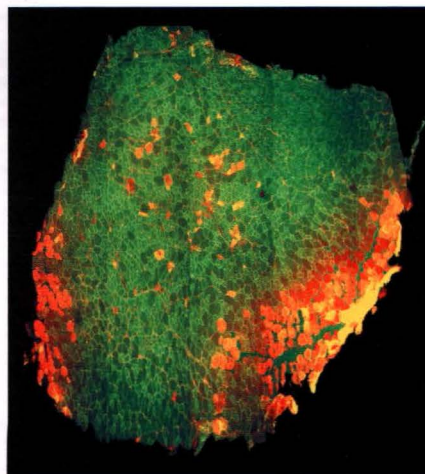
1952 г.
Американский врач Джонас Солк разработал эффективную вакцину от паралитического полиомиелита.



На этой фотографии 1919 г. показан пациент, на которого воздействуют рентгеновскими лучами. Эти лучи названы в честь немецкого физика, который первым объяснил их электромагнитную природу.



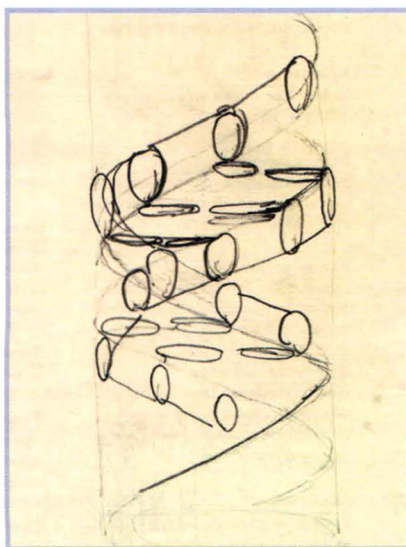
Луиза Браун стала первым ребенком, появившимся на свет благодаря оплодотворению *in vitro* в 1978 г. На фотографии она с доктором Пьером Супартом, который руководил медицинской командой.



Генная терапия в 2006 г. позволила восстановить нормальную функцию мышцы (рис. выше справа) у мыши с мышечной дистрофией. Выше слева показана мышца до лечения.



Доктор Вирджиния Алгар оценивает здоровье новорожденного. 2 октября 1966 г.



На этом рисунке показана оригинальная схема нити ДНК, нарисованная Фрэнсисом Криком в 1953 г.



Долли, первая овца, полученная путем клонирования в 1996 г., с эмбриологом сэром Яном Вилмутом, который руководил экспериментом.

1953 г.

Американцы Джеймс Уотсон и Френсис Крик описали двойную спираль ДНК и механизм ее репликации, благодаря которой генетическая информация передается будущим поколениям.

1970 г.

Англичанин сэр Гадфри Ньюболд Хаунсфилд разработал технологию компьютерной томографии для визуализации внутренних органов.

1978 г.

В Англии Луиза Джай Браун стала первым ребенком, зачатом с помощью оплодотворения *in vitro*.

1996 г.

Исследователи Института Рослина в Эдинбурге (Шотландия) объявили о рождении овцы Долли, клонированной из родительской клетки.

2007 г.

Марио Капеччи, сэр Мартин Эванс и Оливер Смитис получили Нобелевскую премию за работы по направленному воздействию на гены.

1950–1960 гг.

В 1954 г. американский врач Джозеф Мюррей впервые выполнил успешную пересадку почки. В 1967 г. южноафриканский хирург Кристиан Барнард впервые провел успешную операцию по пересадке сердца.

1973 г.

Американские биохимики Стэнли Коэн и Герберт Байер успешно ввели в бактериальную клетку чужеродные гены, что положило начало технологиям генной инженерии.

1970–1980 гг.

В 1977 г. впервые использовали магнитно-резонансную томографию (МРТ), что стало революцией в диагностике. В 1987 г. появилась позитрон-эмиссионная томография (ПЭТ), которую сначала использовали для выявления аномалий головного мозга.

2003 г.

Проект «Геном человека» позволил расшифровать полную последовательность человеческого генома, т.е. «прочитать» всю генетическую информацию человека.

2008 г.

Ученые из компании *Advanced Cell Technology* («Эдвансед селл технолджи») уменьшили беспокойство относительно этических аспектов использования стволовых клеток, получив линию эмбриональных стволовых клеток человека без разрушения эмбриона.

les
e to

REET,
к.

ГЛОССАРИЙ

Y-хромосома

Половая хромосома, гены которой обуславливают мужской пол эмбриона.

Аккомодация

Способность глаза изменять фокусное расстояние, чтобы лучи света фокусировались точно на сетчатку.

Аксон

Длинный отросток нервной клетки с ветвящимся окончанием. По аксону передаются нервные импульсы.

Аллантоис

Одна из околоплодных оболочек, развивающаяся в начале беременности. Из нее позже образуются первые клетки крови и мочевой пузырь эмбриона.

Аллергия

Иммунная реакция на безвредную субстанцию.

Альвеолы

Крошечные воздушные мешочки легких, в которых происходит газообмен: кислород поступает из воздуха в кровь, а углекислый газ выводится наружу.

Альдостерон

Стероидный гормон коры надпочечников, который воздействует на почки и помогает регулировать артериальное давление.

Аминокислоты

Молекулы, из которых состоят белки.

Амнион

Защитный мешок, окружающий развивающийся плод и заполненный амниотической жидкостью.

Амниоцентез

Процедура забора амниотической жидкости для анализа на генетические дефекты плода. Проводится на ранних сроках беременности.

Анализ ворсин хориона

Забор пробы плаценты для анализа на ранних стадиях беременности с целью выявления возможных генетических дефектов плода.

Андроген

Мужской половой гормон. Основной андроген человека – тестостерон.

Анемия

Нарушение крови, при котором красные кровяные клетки не могут обеспечивать ткани тела достаточным количеством кислорода.

Антибиотик

Субстанция, убивающая микроорганизмы или подавляющая их рост.

Антиген

Субстанция, вызывающая иммунную реакцию.

Антиоксидант

Субстанция, нейтрализующая свободные радикалы, не давая им повредить ДНК и другие части клетки.

Антитело

Защитный белок, вырабатываемый лимфоцитами. Антитела специфически связываются с определенными антигенами и помечают их для разрушения другими клетками иммунной системы.

Аорта

Самая крупная артерия тела, несущая кровь от левого желудочка сердца.

Апоксия

Отсутствие кислорода.

Апоптоз

Генетически запрограммированная смерть клетки. Этот механизм помогает формировать части тела при эмбриональном развитии, а также разрушать аномальные клетки.

Аппарат Гольджи

Клеточная органелла, специализирующаяся на модификации, сортировке и упаковке белков для последующего экспорта из клетки.

Аритмия

Нарушение сердечного ритма.

Артериальное давление

Давление крови, создаваемое сердечными сокращениями. Обеспечивает циркуляцию крови по сердечно-сосудистой системе.

Артериола

Небольшой кровеносный сосуд, отвечающий от артерии и переходящий в капилляры.

Артерия

Крупный кровеносный сосуд, несущий кровь под давлением от сердца к тканям тела.

Ассоциативные зоны коры

Области церебральной коры, суммирующие различную информацию и контролирующую восприятие, рассуждение, память и другие сложные когнитивные функции.

Астроциты

Глиальные клетки головного мозга, осуществляющие питательную и функциональную поддержку нейронов.

Атеросклеротическая бляшка

Аномальные отложения в артериальной стенке, состоящие из жира, солей кальция и других субстанций.

Атриовентрикулярный клапан

Один из двух клапанов сердца, через которые кровь поступает из предсердий в желудочки, и которые предотвращают обратный ток крови в предсердия.

Аура

Ощущения, предупреждающие о начинающемся эпилептическом припадке или приступе мигрени.

Аутоантигенный маркер

Молекулы, расположенные на поверхности клеток и обозначающие их как собственные клетки организма.

Аутоиммунные нарушения

Состояния, при которых иммунная система ошибочно атакует собственные ткани тела.

Аугосома

Хромосома, не несущая генов, которые определяют половые признаки.

Ацетилхолин

Один из основных нейромедиаторов, передающий сигналы между нейронами центральной нервной системы, а также между двигательными нейронами и мышцами или железами.

Базофил

Тип белых кровяных клеток. Базофилы поглощают и разрушают микроорганизмы, а также участвуют в развитии аллергических реакций.

Белое вещество

Нервная ткань спинного мозга, содержащая миелинизированные аксоны. В отличие от серого вещества не содержит тел нейронов.

Беременность

Период внутриутробного развития, продолжающийся примерно 280 дней.

Билатеральная симметрия

Когда две половины тела являются зеркальными отражениями друг друга.

Биологические часы

Механизм учета времени, в работе которого задействована шишковидная железа. Контролирует циклические физиологические процессы, такие как сон и бодрствование.

Бластоциста

Ранняя стадия эмбрионального развития, на которой эмбрион состоит из небольшой клеточной массы, окруженной шарообразным мешком из клеток.

Боль

Осознание травмы или повреждения тканей тела.

Большое затылочное отверстие

Самое большое отверстие черепа, через которое спинной мозг соединяется со стволом мозга.

Большой мозг

Самая большая и развитая часть головного мозга, разделенная на правое и левое полушария. Именно большой мозг отвечает за когнитивные функции, такие как мыслительный процесс и обучение.

Бронхи

Главные дыхательные пути, отходящие от трахеи и ведущие в легкие.

Бронхиолы

Небольшие ветвящиеся дыхательные пути легких.

Вазодилатация

Увеличение просвета кровеносного сосуда при расслаблении мышечного слоя сосудистой стенки.

Вазоконстрикция

Уменьшение просвета кровеносного сосуда в результате сокращения мышечного слоя сосудистой стенки.

Вегетативный нерв

Нерв автономной (вегетативной) нервной системы, которая регулирует непроизвольные (автономные) функции тела.

Вена

Кровеносный сосуд, несущий кровь от органов и тканей к сердцу.

Венула

Небольшая вена, соединяющаяся с капиллярами и более крупными венами.

Вестибулярный аппарат

Система каналов и мешочков внутреннего уха, образующих орган равновесия.

В-клетка

Тип лимфоцита (белой кровяной клетки). Образуется в костном мозге и продуцирует антитела против чужеродных клеток и субстанций. Обуславливает гуморальный иммунитет.

Вкусовая чувствительность

Восприятие вкуса.

Вкусовое вещество

Химическое соединение, воздействующее на вкусовые сосочки.

Вкусовые сосочки

Хеморецепторы, расположенные на языке и небе и воспринимающие вкус.

Внеклеточная жидкость

Все жидкости тела, расположенные вне клеток, например, плазма крови.

Внутреннее ухо

Самая внутренняя часть уха. Стоит из улитки (органа слуха) и вестибулярного аппарата (органа равновесия).

Внутренняя среда организма

Внутренние жидкости, окружающие клетки тела. Они включают кровь и тканевую жидкость, но не включают внутриклеточную жидкость.

Волокна Пуркинье

Специализированные мышечные волокна, передающие сигналы по сердечной мышце.

Волокнистое сочленение (синовтрроз)

Сустав, в котором кости соединены фиброзной соединительной тканью.

Волосковая клетка

Тип механорецептора, генерирующий нервные импульсы при гибании или наклоне волоска.

Ворсинки

Крошечные пальцеобразные выросты слизистой оболочки, например, в кишечнике. Ворсинки увеличивают площадь поверхности для всасывания питательных веществ.

Воспаление

Неспецифический иммунный ответ на инфекцию или раздражение. Сопровождается покраснением, местным повышением температуры, отеком и болью.

Восприятие

Осознание наличия стимула.

Восприятие

Процесс осознания и интерпретации стимулов.

Врожденный иммунитет

Общие (неспецифические) иммунные реакции, включающие воспаление и активацию системы комплемента.

Врожденный

Присутствующий при рождении.

Вторичные половые признаки

Признаки, связанные с полом, но прямо не участвующие в процессе воспроизводства, например, рост волос на лице у мужчин или развитие груди у женщин.

Вывих

Смещение костей в суставе. Вывих обычно приводит к разрыву суставных связок и/или сухожилий.

Ганглий

Кластер тел нейронов.

Гематоэнцефалический барьер

Специализированные стенки капилляров, предотвращающие проникновение в мозг из крови некоторых потенциально опасных молекул.

Гемоглобин

Железосодержащий белок красных кровяных клеток, связывающий кислород.

Гемостаз

Остановка кровотечения, в основном путем свертывания крови.

Ген

Сегмент ДНК, содержащий информацию об определенном белке. Гены – основные единицы наследственности.

Генетический код

Химическое соответствие между последовательностью нуклеотидов в генах и аминокислот в белках. Каждая аминокислота закодирована последовательностью из трех нуклеотидов.

Генная терапия

Технология введения в клетки одного или нескольких нормальных генов, чтобы скорректировать генетический дефект.

Геном

Вся совокупность ДНК в хромосомах.

Ген-супрессор

Ген, подавляющий работу других генов. Обычно так говорят о генах, подавляющих онкогены (которые вызывают злокачественные перерождения).

Гиподерма

Слой соединительной ткани, лежащий непосредственно под кожей.

Гипоталамус

Структура, лежащая в основании головного мозга и регулирующая разные метаболические процессы, такие как температура тела и аппетит.

Гипофиз

Эндокринная железа, расположенная в головном мозге. Совместно с гипоталамусом координирует и контролирует различные физиологические функции, включая работу других эндокринных желез.

Гиппокамп

Структура лимбической системы, отвечающая за формирование долговременной памяти.

Гистамин

Химическое соединение, высвобождаемое тучными клетками и вызывающее воспаление, например, при аллергических реакциях.

Гладкая мышца

Мышца стенки внутреннего органа. Работает гладких мышц обычно не поддается сознательному контролю.

Гликоген

Химическая субстанция, в форме которой в организме запасается глюкоза. Гликоген в основном хранится в печени и мышечных клетках.

Глотка

Горло.

Голосовая щель

Отверстие между голосовыми связками.

Гомеостаз

Внутреннее равновесие, достигаемое благодаря механизмам контроля над химическим составом крови и тканевой жидкости.

Гормон

Коммуникационная молекула, вырабатываемая эндокринной железой и переносимая с кровью к клеткам-мишеням.

Гортань

Верхняя часть трахеи, где расположены голосовые связки.

ГР

Гормон роста, называемый также соматотропином.

Группы крови АВО

Так называют набор маркеров красных кровяных клеток. Человек может иметь маркеры (антигены) А, В, АВ или не иметь ни одного из них, что соответствует группе О.

Гуморальный иммунитет
Иммунитет, обусловленный антителами, которые вырабатываются В-клетками и присутствуют в жидкостях тела, особенно в крови и лимфе.

Двигательная (моторная) единица
В мышечной ткани – нейрон и контролируемые им волокна скелетной мышцы.

Двигательный (моторный) нейрон
Нейрон, переносящий импульсы от центральной нервной системы к мышцам и железам.

Дендрит
Короткий ветвящийся отросток нейрона, принимающий нервные импульсы от других нейронов.

Дендритная клетка
Тип защитных клеток, помогающих лимфоцитам запускать иммунные реакции.

Дерма
Внутренний слой кожи, лежащий под эпидермисом. Дерма содержит чувствительные нервные окончания, салюнные железы, волосные фолликулы, кровеносные и лимфатические сосуды.

Диастола
Фаза сердечного цикла, когда камеры сердца расслабляются и наполняются кровью.

Диафрагма
Куполообразная скелетная мышца, разделяющая грудную и брюшную полости.

Динамическое равновесие
Состояние равновесия, при котором отслеживается положение головы при движениях (повороте, ускорении и остановке).

Диск Меркеля
Механорецептор кожи, воспринимающий легкие прикосновения и давление.

ДНК
Дезоксирибонуклеиновая кислота, генетический материал. ДНК состоит из единиц, называемых нуклеотидами.

ДНК-генотипоскопия (геномная дактилоскопия)
Определение уникальной последовательности ДНК. Кроме идентичных близнецов, последовательность ДНК у всех людей разная.

Добавочный скелет
Кости плечевого пояса, конечностей и тазового пояса.

Доброкачественный
Не злокачественный, обычно об опухоли.

Доминантный ген
Форма гена, маскирующая другую рецессивную форму того же гена.

Дыхательный цикл
Автоматический цикл вдоха и выдоха.

Евстахиева труба
Узкий канал, соединяющий полость среднего уха с задней частью горла.

Железа
Орган или группа клеток, которые вырабатывают и высвобождают одну или несколько субстанций, таких как гормоны, пищеварительные соки, пот и слезы.

Желтое тело
Структура, развивающаяся после овуляции и вырабатывающая гормоны (прогестерон и эстроген), которые готовят оболочку матки к возможной беременности.

Желудочек сердца
Нижняя камера сердца, качающая кровь.

Желудочно-кишечный тракт
Пищеварительный тракт.

Желудочный сок
Очень кислая жидкость, начинающая переваривание пищи в желудке.

Жель
Желтая жидкость, способствующая перевариванию жиров. Вырабатывается в печени и высвобождается желчным пузырем.

Жировая ткань
Ткань, клетки которой приспособлены к хранению жира.

Заболевание
Любое нарушение здоровья.

Зигота
Первая клетка нового организма, образующаяся при оплодотворении яйцеклетки сперматозоидом.

Злокачественное новообразование
Заболевание, при котором клетки ткани начинают неконтролируемо делиться, образуя опухоль, распространяющуюся в другие части тела.

Зрительная кора
Область головного мозга, получающая сигналы от зрительного нерва.

Иммунизация
Процедура (например, вакцинация), предотвращающая легкая иммунный ответ, вызывающий выработку антител к определенному заболеванию.

Иммунная реакция
Физиологическая реакция организма на чужеродную субстанцию (антиген).

Иммунодефицит
Аномальное подавление или полное отсутствие иммунных реакций.

Имплантация
Процесс, в ходе которого эмбрион на ранней стадии развития погружается в стенку матки.

Интернейрон (вставочный нейрон)
Нейрон головного или спинного мозга, образующий связи только с другими нейронами.

Интерфероны
Семейство белков, помогающих регулировать иммунные реакции на вирусы и злокачественные клетки.

Ионизирующее облучение
Электромагнитное облучение, достаточно интенсивное, чтобы разрушать структуру атомов.

Капилляр
Самый мелкий кровеносный сосуд. Через стенки капилляров из крови в ткань и обратно проходят разные субстанции.

Карิโอтип
Полный набор хромосом соматической клетки. Обычно состоит из 23 пар хромосом.

Кератин
Белок, содержащийся в клетках эпидермиса кожи, а также в волосах и ногтях.

Кислородный долг
Уменьшение уровня кислорода в крови во время работы мышечных клеток, которые потребляют энергию быстрее, чем она пополняется.

Клетка
Самая мелкая живая единица. Отдельные части клетки не являются живыми.

Клетки – естественные киллеры
Лимфоциты, осуществляющие общую (неспецифическую) защиту от чужеродных материалов.

Клетки памяти
Набор Т- и В-клеток, остающихся в организме после окончания иммунной реакции. Благодаря этому при повторном контакте с антигеном иммунный ответ развивается быстрее и сильнее выражен.

Клеточный иммунитет
Иммунитет, обусловленный разными видами Т-клеток, которые атакуют инфицированные или аномальные клетки тела или клетки пересаженного органа, а также выделяют химические вещества, регулирующие иммунный ответ.

Клон
Организм или клетка, генетически идентичная родительскому организму или клетке.

Кожные покровы
Покровы тела, кожа.

Колбочки
Фоторецепторы сетчатки, реагирующие на яркий свет и обеспечивающие острое цветовое зрение.

Компактная кость
Плотная костная ткань, образующая наружную часть костей и стержень длинных костей. Содержит каналы, по которым проходят кровеносные сосуды и нервы.

Кора больших полушарий
Тонкий наружный слой больших полушарий головного мозга. Некоторые части коры получают сигналы от сенсорных нейронов, другие контролируют ответные реакции.

Кора надпочечников
Наружная часть надпочечников. Вырабатывает гормоны, включая гормон стресса кортизол.

Кортиев орган
Область мембраны внутреннего уха, содержащая чувствительные волосковые клетки, участвующие в восприятии звуков.

Кортикостероид
Стероидный гормон, выделяемый надпочечниками и подавляющий воспалительные реакции.

Костная ткань
Минерализованная соединительная ткань, формирующая кости.

Костный мозг
Мягкая губчатая ткань, расположенная в полостях некоторых костей, например, грудины и тазовой кости. В костном мозге стволовые клетки развиваются в красные и белые клетки крови.

Красный костный мозг
Тип костного мозга, в котором формируются клетки крови.

Лактация
Выработка и секреция молока молочными железами.

Латерализация функций головного мозга
Перераспределение некоторых функций головного мозга между полушариями, так что за определенные функции, например речь, отвечает одно полушарие.

ЛГ
Лютеинизирующий гормон. Высвобождается передней долей гипофиза, запускает овуляцию у женщин и выработку тестостерона у мужчин.

Легочный круг кровообращения
Движение крови от сердца к легким и от легких к сердцу.

Лейкоцит
Общее название белых кровяных клеток.

Лизоцим
Антибактериальный фермент, содержащийся в слезах, слюне и поте.

Лимбическая система
Отдел головного мозга, участвующий в контроле эмоций, мотиваций и памяти.

Лимфа
Тканевая жидкость, переносимая сосудами лимфатической системы.

Лимфатическая система
Сосуды лимфатической системы, собирающие и транспортирующие лимфу.

Лимфатический узел
Небольшой орган, расположенный кластерами в подмышках, в области паха, шеи, груди и живота. Содержащиеся в лимфатических узлах белые кровяные клетки разрушают чужеродные частицы, не давая им попасть в кровь.

Лимфоцит
Вид белых кровяных клеток. Включает Т-клетки и В-клетки, участвующие в иммунных реакциях.

Липид
Жирная субстанция, используемая клетками для получения энергии или построения клеточных частей, например, мембран.

Лихорадка
Повышение температуры тела выше нормального уровня.

Макрофаг
Крупная белая кровяная клетка, функционирующая в тканях. Поглощает и разрушает клеточные остатки и чужеродные материалы, включая бактерии.

Межпозвоночный диск
Хрящевой диск, образующий прокладку между позвонками.

Межреберные мышцы
Мышцы, расположенные между ребрами, которые расширяют грудную клетку при вдохе.

Мейоз
Тип клеточного деления, в результате которого образуются гаметы (сперматозоиды и яйцеклетки). посредством мейоза делится только клетки яичек (у мужчин) и яичников (у женщин).

Меланин
Пигмент, обуславливающий цвет кожи, волос и глаз.

Мембранный потенциал покоя
Электрический потенциал мембраны нервной клетки в состоянии покоя.

Меланоцит
Клетка, вырабатывающая пигмент меланин, цвет которого может быть

коричневым, черным или желтоватым. Меланоциты придают коже ее цвет.

Менопауза
Постепенное прекращение менструаций. Обычно менопауза наступает в возрасте около 50 лет.

Менструальный цикл
Циклическое отторжение ткани эндометрия у небеременных женщин и ее выход с выделяющейся кровью.

Метаболизм (обмен веществ)
Совокупность химических реакций в клетках тела, в ходе которых они получают и используют энергию.

Механорецептор
Сенсорный рецептор, реагирующий на механическое давление.

Миелिनная оболочка
Жирная изолирующая оболочка вокруг аксонов двигательных и сенсорных нейронов. Миелिनная оболочка формируется наружными мембранами шванновских клеток.

Микроворсинки
Волосообразные отростки поверхности некоторых эпителиальных клеток, например, клеток оболочки тонкого кишечника. Микроворсинки увеличивают площадь поверхности для всасывания субстанций.

Микрохирургия
Хирургическая процедура с использованием миниатюрных инструментов через минимальный разрез.

Миокард
Ткань сердечной мышцы.

Миофибрилла
Сократительный филамент мышечных клеток.

Митоз
Тип клеточного деления, обеспечивающий рост тканей и восстановление клеток.

Митохондрии
Клеточные органеллы, в которых происходит образование АТФ – необходимого для клетки топлива.

Мозговой слой надпочечников
Внутренняя часть надпочечников. Вырабатывает эпинефрин и норэпинефрин.

Мозговые оболочки
Оболочки, закрывающие головной и спинной мозг.

Мозжечок
Область в задней части головного мозга, контролирующая позу тела и движения конечностей.

Мозлистое тело
Тяж из нескольких сотен миллионов аксонов, соединяющий правое и левое полушария головного мозга.

Моноклональные антитела
Антитела, образование в лабораторных условиях из одной родительской клетки.

Мост
Часть ствола головного мозга, соединяющая продолговатый и средний мозг.

Мочевина
Продукт распада белков, выводимый почками с мочой.

Мутация гена
Изменение нуклеотидной последовательности гена, например, при выпадении нуклеотида.

Мутация

Изменение химического состава гена. Мутации могут происходить спонтанно или под действием вирусов, ионизирующего облучения, химических веществ и других факторов.

Мышечная усталость

Снижение силы сокращающейся мышцы вследствие длительной активности ее волокон (мышечных клеток).

Мышечное волокно

Одна мышечная клетка, состоящая из пучков миофибрилл. Мышечные волокна образуют мышечную ткань, способную сокращаться (укорачиваться) при стимуляции нервными импульсами. Мышечная ткань бывает трех типов: сердечная, скелетная и гладкая.

Мышечный тонус

Постоянное слабое напряжение мышц. Тонус скелетных мышц помогает стабилизировать суставы.

Наркомания

Возникновение зависимости от препарата после его интенсивного использования и развития физиологической толерантности (привыкания).

Наследственность

Передача генетических признаков от родителей детям.

Нейроглия

Клетки, обеспечивающие физическую и метаболическую поддержку нейронов. На нейроглию приходится более половины всей нервной ткани.

Нейромедиатор (нейропередатчик)

Любая сигнальная субстанция, высвобождаемая нервными клетками.

Нейромышечное соединение

Соединение (синапс) двигательного нейрона с волокном скелетной мышцы.

Нейрон

Нервная клетка.

Нейроэндокринный центр

Контрольный центр головного мозга, включающий части гипоталамуса и гипофиза, совместно контролирующие многочисленные физиологические функции.

Нейтрофил

Вид белых кровяных клеток, поглощающих и разрушающих чужеродные частицы.

Нерв

Пучок аксонов нервных клеток и поддерживающие структуры.

Нервная ткань

Ткань тела, состоящая из нейронов и связанных с ними поддерживающих клеток.

Нервный импульс (потенциал действия)

Кратковременное изменение электрического потенциала на мембране нейрона. Нервные импульсы передают информацию между нервными клетками и другими частями тела.

Нервный тракт

Похожий на кабель пучок аксонов в центральной нервной системе.

Нефрон

Крошечная функциональная единица почек, состоящая из трубочек, которые удаляют из крови продукты распада, ненужные субстанции и

лишнюю жидкость. В результате этого процесса образуется моча.

Ноцицептор

Болевой рецептор, обычно представляющий собой свободное нервное окончание.

Нуклеиновая кислота

Длинная молекула, состоящая из нуклеотидов. Существует два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК.

Обоняние

Восприятие запахов.

Обонятельный рецептор

Рецептор, расположенный в эпителии носа и реагирующий на молекулы запаха.

Овуляция

Высвобождение яйцеклетки из яичника в ходе менструального цикла.

Ожирение

Наличие избыточных жировых отложений. Ожирением обычно считают вес тела, на 20% превышающий норму для данного роста и возраста.

Ожог

Повреждение ткани под действием высокой температуры, радиации или химического вещества (например, кислоты).

Окситоцин

Гормон гипоталамуса, вызывающий сокращения матки при родах и высвобождение молока при лактации.

Онкоген

Ген, вызывающий злокачественное перерождение. Обычно онкогены развиваются из нормальных генов в результате мутации.

Ооцит

Развивающаяся яйцеклетка.

Оплодотворение

Процесс слияния ядер яйцеклетки и сперматозоида.

Опухоль

Аномальная масса клеток. Может быть доброкачественной и злокачественной.

Орган

Часть тела, например, сердце, печень, желудок или головной мозг. Орган состоит из тканей нескольких типов, совместно выполняющих определенную функцию.

Органелла

В клетках – отдел, окруженный мембраной и выполняющий определенную функцию.

Осевой скелет

Кости головы, грудной клетки и позвоночника.

Осморецептор

Сенсорный рецептор, воспринимающий изменение объема жидкостей тела.

Остеобласт

Клетка, образующая кость.

Остеон

Базовая структурная единица компактной кости.

Ототиты

Кристаллы карбоната кальция, расположенные во внутреннем ухе и воспринимающие гравитацию и изменение скорости.

Отрицательная обратная связь

Механизм гомеостаза, при котором изменение запускает реакцию, на-

правленную на компенсацию этого изменения.

Палочки

Фоторецепторы сетчатки, реагирующие на тусклое освещение. Обуславливают ночное зрение.

Паразит

Организм, питающийся за счет тканей организма-хозяина.

Парасимпатические нервы

Нервы, контролирующие физиологические процессы, поддерживающие нормальную работу организма, например, пищеварение. Эти нервы формируют часть автономной нервной системы.

Патоген

Организм – возбудитель болезни.

Пережевывание

Физическое и химическое расщепление пищи на небольшие молекулы, которые организм может усвоить.

Переносчик болезни

Любой агент (например, насекомое), который переносит возбудителя от зараженных организмов или материков новым организмам.

Перикард

Двухслойная мембрана, окружающая сердце, внешняя оболочка сердечных мышц.

Перистальтика

Волнообразные мышечные сокращения, продвигающие материал по пищеварительному тракту.

Периферическая нервная система

Нервы, выходящие из спинного и головного мозга.

Питательное вещество

Субстанция, не образующая в организме, но необходимая для нормальной работы тела.

Плазма

Жидкая часть крови.

Плазматическая клетка

Тип В-клеток, продуцирующих антитела.

Плацента

Орган, обеспечивающий питание развивающегося плода и удаление продуктов распада. Предотвращает смешивание крови матери и плода.

Плевра

Двухслойная серозная мембрана, окружающая легкие и выстилающая грудную полость.

Плечевой пояс

Кости, соединяющиеся с верхними конечностями и оказывающие им поддержку. Включают лопатку и ключицу.

Плод (зародыш)

Так называют эмбрион после восьми недель внутриутробного развития.

Поле зрения

Общая площадь, видимая одним глазом в данный момент, включая периферическое зрение.

Полигенный признак

Признак, контролируемый несколькими генами.

Половая хромосома

X- или Y-хромосома, несущая гены, определяющие пол эмбриона.

Половые клетки

Клетки репродуктивных органов, способные развиваться в яйцеклетки (в яичниках) или в сперматозоиды (в яичках).

Положительная обратная связь

Механизм гомеостаза, направленный на усиление происшедшего изменения. Примером может быть усиление схваток при родах.

Полукружные каналы

Набор из трех заполненных жидкостью каналов, расположенных во внутреннем ухе и отвечающих за чувство равновесия.

Полулунный клапан

Сердечный клапан в форме полумесяца, предотвращающий обратный ток крови, выталкиваемой из левого желудочка.

Портальная система печени

Система кровеносных сосудов печени, получающих богатую питательными веществами кровь из пищеварительного тракта через портальную вену.

Последовательность генов

Последовательность нуклеотидов, составляющих гены человека.

Потенциал действия

Нервный импульс.

Почечная фильтрация

Отфильтровывание субстанций из крови в нефронах почек. Фильтрация – первый шаг в процессе образования мочи.

Почечные клубочки

Кластер извитых кровеносных капилляров в нефронах почек, где из крови отфильтровывается вода и растворенные в ней субстанции.

Предсердие

Верхняя камера сердца. Левое предсердие получает насыщенную кислородом кровь из легких, а правое – отдавшую весь кислород кровь от органов и тканей организма.

Предсердно-желудочковый узел (атриовентрикулярный)

Масса ткани, расположенная между предсердием и желудочками. Получает нервные импульсы из синусного узла и передает их на желудочки.

Прион

Инфекционная частица, состоящая только из белка.

Прогестерон

Женский половой гормон, высвобождаемый яичниками и подготавливающий матку к беременности.

Проприоцептор

Сенсорный рецептор, участвующий в мониторинге положения частей тела. Проприоцепторы имеются в суставах, сухожилиях и связках.

Простагландины

Химические соединения, влияющие на различные функции тела, включая сокращения гладких мышц и артериальное давление.

Протез

Искусственная часть тела, например, сустав или конечность.

Пубертатный период

Стадия развития, характеризующаяся половым созреванием и развитием вторичных половых признаков.

Пульс

Ритмичное расширение и сокращение артерий при сердечных ударах.

Радужная оболочка

Окрашенная часть глаза, способная расширять или сокращать размер

зрачка, чтобы регулировать количество проникающего в глаз света.

Реабсорбция

В почках – процесс обратного всасывания в кровь нужных субстанций в ходе формирования мочи.

Релизинг-фактор (релизинг-гормон)

Гормон гипоталамуса, вызывающий высвобождение гормонов из передней доли гипофиза.

Репарация ДНК

Естественные процессы ферментативного восстановления дефектов цепей ДНК.

Ресничка

Тонкая волоскообразная клеточная структура.

Рефлекс

Автоматическая реакция на стимул.

Рецептор

Белок, расположенный на поверхности или внутри клетки, который активируется под действием определенных стимулов. Примером могут быть сенсорные рецепторы.

Рецессивный ген

Форма гена, эффект которой маскируется доминантной формой того же гена. Признаки, контролируемые рецессивными генами, проявляются только в том случае, если человек не имеет доминантной формы, т.е. наследует рецессивные гены от обоих родителей.

РНК

Рибонуклеиновая кислота. В клетках человека генетические инструкции ДНК переводятся в РНК, которая затем руководит клеточным ответом.

Роговица

Прозрачная наружная оболочка глаза. Вместе с хрусталиком роговица фокусирует лучи света на сетчатку.

Сакромеры

Сократительные единицы волокон скелетной мышцы.

Свертывание крови

Коагулирование крови в густой гель.

Свободные нервные окончания

Расположенные в коже рецепторы боли.

Связка

Тяж прочной соединительной ткани, соединяющей кости в суставе.

Секретия

В почках – транспорт ненужных субстанций из крови в мочу.

Селезенка

Орган, очищающий кровь от отработанных кровяных клеток и других ненужных материалов. Селезенка также служит для временного хранения лишних клеток крови и содержит белые кровяные клетки, борющиеся с инфекцией.

Сенсорная адаптация

Процесс затухания (или прекращения) импульсации рецепторов при длительном воздействии стимула.

Сенсорная область

Область коры больших полушарий, обрабатывающая сенсорную информацию и обуславливающая сознательное восприятие.

Сенсорный нейрон

Нейрон периферической нервной системы, передающий импульсы от сенсорных рецепторов.

Сенсорный рецептор

Чувствительная клетка или структура, способная воспринимать определенные стимулы – например, свет, давление или химическое воздействие.

Сердечная мышца

Тип мышцы, из которого состоит сердечная стенка. Нигде больше в организме не присутствует.

Сердечный пейсмейкер

Кластер клеток, расположенный в сердце и регулирующий сердечные сокращения.

Сердечный цикл

Полный цикл одного сердечного удара.

Серое вещество

Нервная ткань коры большого мозга и спинного мозга. Серое вещество содержит тела нервных клеток, а белое – только их отростки.

Серозная мембрана

Мембрана, выстилающая закрытую полость тела, например, капсулу сустава.

Сетчатка

Светочувствительная нервная ткань глаза.

Симпатические нервы

Нервы, составляющие часть автономной нервной системы, отвечающую за работу организма в чрезвычайных ситуациях. В частности, они вызывают учащение сердечного ритма при стрессе или возбуждении.

Синапс

Щель между нервными клетками, через которую нервный импульс передается с помощью нейромедиатора.

Синдром

Набор симптомов, совместно характеризующих заболевание или нарушение.

Синовиальный сустав

Сустав, в котором между соединяющимися костями расположена полость, наполненная жидкостью. Синовиальные суставы обеспечивают большинство движений тела.

Синусный узел

Кластер клеток в правом предсердии, инициирующий и регулирующий сердечный ритм.

Система комплемента

Набор белков, помогающих распознавать и разрушать патогены (антигены) при иммунных реакциях.

Системный круг кровообращения

Большой круг кровообращения, между сердцем и всеми тканями организма.

Систола

В сердечном цикле – фаза, при которой камеры сердца сокращаются и выталкивают кровь.

Скелетная мышца

Мышца, соединяющаяся с костями и работающая под произвольным контролем.

Склера

Белый наружный слой глазного яблока.

Слепая кишка

Глухой отросток в начале толстого кишечника.

Слизистая оболочка

Тонкая влажная мембрана, содержащая слизистые железы. Слизистые оболочки выстилают открывающиеся наружу полости тела.

Слуховые косточки

Косточки среднего уха (молоточек, наковальня и стремя).

Соединительная ткань

Ткань, поддерживающая органы и другие структуры. Например, кость, хрящ, связки и сухожилия.

Соматическая чувствительность

Ощущения прикосновения, давления, температуры и боли.

Соматосенсорная кора

Область головного мозга, обрабатывающая сигналы, поступающие от кожи, мышц и суставов.

Спазм

Неожиданное непроизвольное сокращение одной или нескольких мышц.

Специальные виды чувствительности

Обоняние, вкус, зрение и слух.

СПИД

Синдром приобретенного иммунодефицита человека, вызываемый инфекцией ВИЧ (вируса иммунодефицита человека). Зараженные люди становятся уязвимы для многочисленных заболеваний.

Спинномозговая жидкость

Прозрачная жидкость, окружающая головной и спинной мозг.

Среднее ухо

Центральная полость уха, проводящая звуки во внутреннее ухо. Содержит три крошечные слуховые косточки и барабанную перепонку.

Старение

Нормальные возрастные изменения.

Статическое равновесие

Контроль положения головы относительно направления силы тяжести (т.е. земли).

Ствол мозга

Область головного мозга, образующая мостом, продолговатым мозгом и средним мозгом.

Стволовая клетка

Неспециализированная клетка, которая может делиться и развиваться в специализированные клетки.

Стимул

Любая форма энергии (свет или давление), активирующая сенсорный рецептор.

Сухожилие

Крепкий фиброзный тяж соединительной ткани, прикрепляющий мышцу к кости.

Сфинктер

Круглая мышца, сокращения и расслабления которой контролируют прохождение субстанции через отверстие.

Схватки

Родовой процесс.

Тазовый пояс

Набор костей, формирующих таз и соединяющихся с нижними конечностями.

Таламус

Основной координирующий и коммутационный центр сенсорных

сигналов, идущих в кору больших полушарий. Таламус расположен в промежуточном мозге.

Тельца Мейснера

Механорецепторы кожи, чувствительные к низкочастотной вибрации и давлению.

Тельца Пачини

Механорецепторы кожи и некоторых внутренних органов, воспринимающие давление.

Терморецептор

Сенсорный рецептор, реагирующий на изменения температуры.

Ткань

Комбинация двух или более типов клеток и субстанций, совместно выполняющих определенную функцию.

Т-клетка

Тип лимфоцитов (белых кровяных клеток), которые созревают в тимусе и участвуют в специфических иммунных реакциях.

Т-клетка-киллер (цитотоксическая Т-клетка)

Тип лимфоцитов, которые непосредственно разрушают клетки, инфицированные определенным возбудителем.

Т-клетка-помощник

Тип Т-лимфоцитов, стимулирующий иммунные реакции путем регулирования работы других клеток.

Трахея

Дыхательное горло.

Триглицерид

Самая распространенная форма жиров, содержащихся в крови. Триглицериды составляют большую часть жировых отложений и являются важным источником энергии для метаболизма.

Тромбоциты

Клеточные фрагменты, содержащиеся в крови и участвующие в процессе свертывания крови.

Тучная клетка

Вид белых кровяных клеток, функционирующих в тканях. Тучные клетки высвобождают медиаторы воспаления, такие как гистамин.

Улитка

Извитая, заполненная жидкостью часть внутреннего уха, где волны сжатия превращаются в сигналы, передаваемые в головной мозг и воспринимаемые как звуки.

Фагоцит

Клетка, поглощающая и разрушающая чужеродные клетки, остатки отмерших клеток и другие ненужные материалы.

Фактор роста

Сигнальная молекула, вызывающая деление клеток и стимулирующая рост тканей и органов.

Фермент

Белок, ускоряющий (катализирующий) химические реакции.

Феромон

Субстанция, выделяемая экзокринной железой и участвующая в социальных коммуникациях между членами одного вида.

Фетоскопия

Эндоскопическое внутриутробное обследование развивающегося плода для пренатальной диагностики возможных проблем.

Фолликул

Структура яичника, в которой развивается яйцеклетка, а также связанные с ней клетки, выполняющие другие репродуктивные функции.

Фоторецептор

Сенсорный рецептор, реагирующий на световую энергию, например, палочки и колбочки сетчатки.

ФСГ

Фолликулостимулирующий гормон. Вырабатывается гипофизом и стимулирует выработку яйцеклеток у женщин и сперматозидов у мужчин.

Хеморецептор

Сенсорная клетка, реагирующая на химические стимулы.

Химус

Полужидкая смесь проглоченной пищи и желудочного сока, проходящая через желудок в тонкий кишечник.

Хорион

Одна из оболочек, защищающих эмбрион на ранних стадиях развития. Позже хорион образует плаценту.

Хромосома

Молекула ДНК и связанные с ней белки.

Хрусталик

Тонкая прозрачная структура глаза, фокусирующая лучи света на сетчатку.

Хрящ

Плотная соединительная ткань, амортизирующая движения костей и суставов и формирующая такие части тела, как нос и уши.

Хрящевое сочленение

Тип сустава, в котором пространство между соединяющимися костями заполнено хрящом. Такой сустав позволяет лишь очень небольшие движения.

Х-хромосома

Половая хромосома; две Х-хромосомы обуславливают женский пол эмбриона.

Центральная нервная система (ЦНС)

Головной и спинной мозг.

Центральная ямка сетчатки

Плотная область колбочек на сетчатке, ответственная за самое четкое зрение.

Цикл яичников

Месячный цикл, в ходе которого развивается фолликул и высвобождается яйцеклетка (происходит овуляция).

Цитокин

Сигнальная субстанция, участвующая в развитии иммунных реакций.

Цитоплазма

Полужидкая часть клетки, содержащая все органеллы, кроме ядра.

Цитоскелет

Внутриклеточная сеть белковых филаментов, обеспечивающих структурную поддержку и помогающих движению и делению клетки.

Шкала рН

Шкала, измеряющая относительную кислотность крови и других жидкостей тела. Варьирует от 0 (кислота) до 14 (основание). Значение рН 7 соответствует нейтральной среде.

Экзокринная железа

Железа, высвобождающая секрет в проток, открывающийся на поверх-

ность кожи, в полость или в полый орган. Примерами могут быть потовые или слезные железы.

Эктодерма

Наружный слой ткани, формирующийся на ранних стадиях эмбрионального развития. Клетки эктодермы дают начало коже и нервной ткани.

Электрокардиограмма (ЭКГ)

Регистрация электрической активности сердца с помощью помещаемых на кожу электродов.

Эмбрион

Ранняя стадия развития, от оплодотворения до конца восьмой недели беременности.

Эндодерма

Внутренний слой эмбриональной ткани. Дает начало многим внутренним органам.

Эндокринная железа

Железа, секретирующая гормоны непосредственно в кровоток.

Эндометрий

Оболочка матки.

Эндоплазматический ретикулум

Внутриклеточная система мембран, участвующая в синтезе, модификации и транспорте белков и других молекул.

Эндорфин

Химическая субстанция, вырабатываемая головным мозгом и действующая как естественное обезболивающее средство.

Энкефалин

Тип эндорфина.

Эозинофил

Тип белых кровяных клеток. Эозинофилы переваривают чужеродные частицы и участвуют в иммунных реакциях на аллергены и паразитарную инфекцию.

Эпиглоттис (надгортанник)

Небольшой хрящевой лоскут, расположенный в горле и закрывающий гортань при глотании, так что пища не может попасть в дыхательные пути.

Эпидермис

Наружный слой кожи.

Эпителий

Ткань, состоящая из одного слоя плотно упакованных клеток. Эпителий выстилает внутреннюю и внешнюю поверхности тела.

Эритропоэтин

Гормон, высвобождаемый клетками почек и стимулирующий выработку красных кровяных клеток.

Эритроцит

Красная кровяная клетка.

Эстрогены

Женские половые гормоны, вырабатываемые яичниками.

Ядра

В головном мозге – нервные ганглии (кластеры тел нейронов).

Ядро

Клеточная органелла, содержащая большую часть генетического материала клетки в форме ДНК, упакованной в хромосомы.

Яйцеклетка

Зрелая женская репродуктивная клетка.

УКАЗАТЕЛЬ

А

абдукция 59
 автономная нервная система 76
 аддукция 59
 аденин 20
 акне 44, 44
 акромегалия 120, 120
 аксон 66
 аксоны
 гипоталамус 111
 зрение 208
 моторная (двигательная) кора 90–91
 нервная система 80, 102
 обзор 66, 78, 79
 обонятельные рецепторы 220, 221
 спинной мозг 76
 ствол мозга 84, 84–85
 АКТГ 121
 акулунжтура 225
 аллергены, распространенные 160, 161
 аллергические реакции 160, 160–161
 аллергия 160, 160–161
 к моллюскам 160–161
 на пылевых клещей 160, 161
 аллотрансплантаты 168
 альвеолы 142, 144–145
 альдостерон 115
 амилаза слюны 174
 амнион 241
 амниотический мешок 241
 амниоцентез 262, 262
 анализ ворсин хореона 262
 анализ мочи 209
 анальное отверстие 173
 анафилаксия 160, 160
 ангионевротический отек (отек Квинке)
 160, 160
 ангиопластика 138
 анемия 136, 136, 192
 антибиотики 30, 162
 антидиуретический гормон (АДГ) 111
 антитела 154, 156, 158, 159
 аорта 124, 127
 аппарат «железные легкие» 150
 аппарат Гольджи 18
 аппендикс 152, 152, 173, 179
 аппетит 118, 119
 артериальное давление 84, 117, 138, 198
 артерии и вены пальцев 125
 артерии
 обзор 130, 130–131
 повреждение 139
 сердечные 127
 артериолы 130, 142, 153
 артрит 156
 ассоциативные нервные волокна 89

астигматизм 226, 226
 астма 148, 149
 астроциты 23, 79, 79
 атаксия 86
 атеросклероз 138, 139
 атеросклеротическая бляшка 130, 138, 139
 аутизм 106
 аутоиммунные нарушения 102, 153
 болезнь Крона 186, 187
 диабет 122, 122–123
 диффузный токсический зоб 120
 обзор 164, 164–165
 аутосомы 234
 афазия 95
 Брока 95
 Вернике 95
 Ахиллесова пята 65
 Ахиллово сухожилие 65
 аэробные упражнения 128

Б

базально-клеточная карцинома 46, 46–47
 базальные ганглии 100
 базальные ядра 83
 базофилы 15
 бактериальные инфекции
 болезни почек 204
 обзор 216, 216–217
 равновесие 207
 бактерии см. также бактериальные
 инфекции
 аппендикс 179
 заболевания кожи 44, 44–45
 защитная система 162, 162–163
 инфекционные заболевания 30, 30–31
 мочевыводящие пути 202, 202–203
 язвы 184
E. coli 162, 203
 барабанная перепонка 207, 215, 228, 228
 бахромки 231
 бедренная артерия и вена 125
 бедренная кость 49, 54, 56
 бедреннополовой нерв 74
 белки
 ГКГС 153, 168
 плазматической мембраны 18
 системы комплимента 163
 белое вещество 76, 82, 89
 белые кровяные клетки
 воспалительная реакция 156, 157
 иммунные реакции 154–155
 обзор 132, 132–133
 бесплодие 258, 260
 биопсия 34
 биполярное расстройство 106, 107
 бифуркация трахеи 143
 бластоциста 240
 близнецы, идентичные 20

блоковидный сустав 59
 блуждающий нерв (вагус, X черепно-
 мозговой) 74, 85
 бодрствование 84, 92, 92–93
 боковой амиотрофический склероз (БАС)
 102, 102
 болевая устойчивость 224
 болезнь Аддисона 120
 болезнь Альцгеймера 104, 104, 156
 болезнь Кушинга 121
 болезнь Паркинсона 104
 болезнь периферических сосудов 138
 болезнь Ходжкина 164, 165
 боль
 конец жизни 266
 обзор 224, 224–225
 повреждение мышц 73
 большая грудная мышца (*pectoralis major*) 64
 большая подкожная вена ноги 125
 большая скуловая мышца (*zygomaticus
 major*) 64
 большая ягодичная мышца (*gluteus
 maximus*) 65
 большеберцовая кость 49, 54, 55, 56
 большеберцовый нерв 75
 большой мозг 83, 84
 большой палец кисти 55
 болус 174, 174–175
 борозда 49
 «Ботокс» 68
 бронх 143
 бронхи 77, 142
 бронхиальное дерево 142
 бронхиальные пути 23, 148, 148
 бронхиолы 143, 145, 146
 брыжеечная артерия и вена 181
 брюшная полость 28, 28–29
 будущее медицины 268, 268–269
 бурный рост 248

В

вагинальная секреция 162
 вакцины 171
 венозный синус склеры 209
 венулы 142
 вены 127, 130, 130–131
 вертикальная ось тела 48
 верхний сфинктер пищевода 172
 верхняя полая вена 124, 127
 верхняя челюсть 48, 53
 вестибулокохлеарный (преддверно-
 улитковый, VIII черепно-мозговой)
 нерв 85
 вестибулярный аппарат 216, 216–217
 ветряная оспа 158
 веки развития медицины 272–275
 вибрация 222
 вирулентность 31
 вирус папилломы человека (ВПЧ) 253

вирус Эбола 33
 вирусы 30, 30–31, 32, 34, 158
 височная кость 52, 53
 височная мышца 68
 височно-нижнечелюстной сустав 52
 витамин D 40, 116, 198
 витамин А 210
 витамин К 135, 178
 В-клетки
 аутоиммунные заболевания 164–165
 генетические нарушения 166
 обзор 153, 154, 155, 158, 158–159
 продукция антител 170, 170
 вкус 206, 207
 и запах 220, 220
 обзор 218, 218–219
 вкусовые сигналы 220
 вкусовые сосочки 207, 218, 218
 влагалище 162, 230, 231, 240
 внеклеточная жидкость 196, 197
 внутреннее ухо 216, 216–217
 внутренний мениск 56
 внутренняя коллатеральная связка 56
 внутренняя среда организма 196, 196–197
 внутренняя чувствительность 222
 внутривенная инъекция
 сперматозоида (ИКСИ) 261
 внутриутробная жизнь 244, 244–245
 вода 194, 196–197
 водород 201
 водяной пар 197
 возвращающиеся инфекции 32
 волосяная луковица 42–43
 волосяной фолликул 41, 163
 нарушения пищевого поведения,
 эффекты 192
 равновесие 216, 217
 соматическая чувствительность 222
 строение 42, 42–43
 волчанка 164, 165
 воротная вена печени 181
 ворсинки кишечника 178, 179
 воспаление
 болезни печени 180
 болезни почек 204, 205
 бронхов 148, 148
 восстановление ткани 24, 24–25
 высвобождение химических веществ
 224
 заболевания кожи 44, 44–45
 заболевания, передаваемые половым
 путем 258
 инфекционные заболевания 30
 кишечника 186, 186–187
 обзор 156, 156–157
 ушного канала 228
 воспалительные заболевания органов
 малого таза (ВЗОМТ) 258
 восприятие вкуса 218, 218–219
 восстановление способности писать 95
 восстановление ткани 24, 24–25

восходящая ободочная кишка 173, 179
 вращение 59
 врожденное нарушение слуха 228
 врожденные дефекты 263
 врожденные пороки сердца 140
 вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) 260, 260-261
 вторичные половые признаки 230, 248
 выделительная система см. также моча
 женская и мужская 194
 нарушения 202, 202-203
 обзор 38, 39, 194, 194-195
 функции кожи 40
 химический баланс организма 194, 197
 выкидыш 240

Г

газообмен 142, 144, 144-145
 гаметы 234, 234-235
 ганглии 76
 ганглиозные клетки 210
 гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) 184, 185, 185
 гемоглобин 41, 132, 133
 гемодиализ 204, 205
 гемостаз 134
 гемофилия 265
 генеалогический анализ 264
 генетические заболевания 264, 264-265
 генетические исследования 268, 268
 генная терапия 166
 геном человека 234
 геном 20
 геномная идентификация 21
 гены
 заболевания 264, 264-265
 злокачественные новообразования молочных желез 257
 половое воспроизводство 234, 234-235
 гепатит 180
 герпес половых органов 259
 гестационный диабет 123
 гиалиновый хрящ 22
 гибкость 59
 гигантизм 120, 121
 гидроксипатит 50
 гингивит 182, 182-183
 гиперальдостеронизм 120
 гиперметропия 226, 226
 гиперподвижные суставы 58
 гипертензия 138
 гипогликемия 115
 гипоталамус 83
 выработка орексина 193
 и эмоции 98, 99
 обзор 108, 110, 110-111, 118, 119
 реакция на стресс 98
 регулирования температуры тела 40
 циркадный ритм 97

гипотеза накапливающихся поврежденных 267
 гипофиз
 гормоны 27, 116
 обзор 108, 110, 110, 111, 115
 опухоли 120
 эндокринные нарушения 120, 120-121
 гиппокамп 98, 99, 100
 гистамин 155, 156, 157
 гладкие мышцы 22, 70, 70-71, 143
 глаза 207
 анатомия 208, 208-209
 ворота инфекции 33
 заболевания и нарушения 226, 226-227
 контроль движений 90
 обман зрения 213
 обработка зрительной информации 210, 210-211
 равновесие 216, 217
 глазницы 28
 глазодвигательный (III черепно-мозговой) нерв 85
 глаукома 226
 гликоген 73
 глия 79, 79
 глотание 174, 175
 глотка 142, 142, 143, 172
 глотание 174-175
 глубокий малоберцовый нерв 75
 глухота 228
 глюкагон 113
 глюкокортикоиды 115
 головка полового члена 233
 головной мозг 16, 74
 анатомия 82, 82-83
 кровоизлияние 135
 сканирование активности 86, 92, 92
 химический состав крови 196
 голодание 190, 190
 голосовые связки 114
 гомеостаз 113, 125
 гонорея 258, 258, 259
 гормон передней доли гипофиза 111
 гормон роста 110, 111
 гормоны островков поджелудочной железы 112
 гормоны щитовидной железы 112, 113
 гормоны
 гипоталамус 111
 гипофиз 110, 110, 111
 женская репродуктивная система 230
 источники 116, 116-117
 мужская репродуктивная система 232, 232-233
 нарушения пищевого поведения 192
 обзор 108
 парашитовидные железы и надпочечники 114, 114-115
 предменструальный синдром 252
 реакция на голод 118, 118-119
 роды 246, 246-247

рост 110, 111
 стресс 76
 цикл яичников 236, 236-237
 щитовидная и поджелудочная железы 112, 112-113
 щитовидной железы 112
 эндокринная система 27, 120, 120-121
 эритропоэтин 198
 гортань 113, 142, 142, 143
 грануляционная (зернистая) ткань 24, 25
 грелин 119
 грибковые инфекции 252
 грибы 30, 30-31
 грипп 30
 грудина 48, 52
 грудно-ключично-сосцевидная мышца (*sternocleidomastoid*) 64
 грудная клетка
 обзор 52, 52
 полости тела 29
 грудное вскармливание 110
 грудной лимфатический проток 152
 группа мышц, разгибающих позвоночник (*Erector spinae*) 65
 группы крови 132
 губчатая кость 50, 50, 51
 губчатое тело 232
 губы 223
 гуморальный иммунитет 154
 «гусиная» кожа 70

Д

давление 222
 двенадцатиперстная кишка 112, 176, 178
 движения с изменением угла между костями 59
 двойная спираль 20, 21
 двуглавая мышца плеча (*biceps brachii*) 64
 двуглавая мышца 67
 дегенерация желтого пятна 226
 дегидроэпандростерон (ДЭА) 115, 246
 дезаминаза 166
 дельтовидная мышца 64
 дендриты 78, 79, 80, 80
 День Всех Святых 266
 депрессия 106, 106-107
 дерма 40, 41, 222-223
 дерматит 44, 44
 детское ожирение 188
 детство 248, 248-249
 диабетическая нейропатия 123
 диабетическая ретинопатия 123
 диабет
 аутоиммунные реакции 164
 воспаление 156
 обзор 122, 122-123
 ожирение 188
 диализ 204, 205
 диарея 187

диастола 128
 диафрагма 29, 142, 142, 143, 143
 диафрагмальный нерв 74
 диски Меркеля 223
 дистрофия Дюшенна 72
 диффузный токсический зоб 120, 164
 длинная приводящая мышца (*Adductor longus*) 65
 длинный сгибатель большого пальца стопы (*flexor hallucis longus*) 65
 ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) 18
 выработка мочи 201
 обзор 20, 20-21
 повреждение 267
 половое воспроизводство 234, 234-235
 технологии восстановления 269
 добавочный нерв 85
 добавочный скелет
 количество костей 54
 обзор 48, 54, 54-55
 доброкачественная гиперплазия предстательной железы 254
 доли печени 181
 доминантные признаки 264, 265
 дыхательная система см. также легкие
 волоски полости носа 40
 газообмен 144, 144-145
 заболевания и нарушения 148, 148-149
 защитные системы 162, 163
 здоровые дыхательные пути 143
 контроль дыхания 146, 146-147
 обзор 38, 38, 142, 142-143
 эмбриональное развитие 244, 245

Е

евстахиева труба 215
 еда по эмоциональным причинам 118
 естественные обезболивающие субстанции 224

Ж

жаберная дуга 242
 жевание 174, 175
 жевательная мышца 68
 железодефицитная анемия 136
 железы желудка 177
 железы 26, 27
 желобовидный сосочек 219
 желтое тело 236
 желточный мешок 241, 244
 желудок
 бактерии 163
 злокачественные новообразования 184
 обзор 16, 173, 173, 181, 176, 176-177
 мышцы желудка 70, 71, 71
 желудочки сердца 126, 127, 129

желудочный сок 176
 желчный камень 180
 желчный проток 112, 178, 180, 181
 желчный пузырь 173, 181
 женская выделительная система 194
 женская репродуктивная система 230, 230–231
 заболевания 252, 252–253
 рак груди 256, 257
 жидкости 196, 196–197
 жир тела 22, 230
 жировая ткань 22
 жировые клетки 118, 156

З

заболевания желудка 184, 184–185
 заболевания иммунной системы 164, 164–165
 заболевания пищевода 184, 184–185
 заболевания полости рта 182, 182–183
 заболевания, вызываемые пищевыми продуктами 30
 заболевания, наследуемые по аутосомно-рецессивному типу 264
 заболевания, передаваемые половым путем (ЗППП) 258, 258–259
 задняя большеберцовая артерия и вена 125
 задняя большеберцовая мышца (*tibialis posterior*) 65
 задняя крестцово-подвздошная связка 56
 заживление
 диабет 123
 клетки кожи 40
 обзор 24, 24–25
 замена межпозвоночного диска 63
 замена тазобедренного сустава 62
 запах 206, 207, 220, 220–221
 заражение крови 31, 136, 137
 заразные заболевания 32, 32–33
 зародышевый диск 241
 затылочная кость 52
 звуки, производство 94, 95
 звуковые волны 214, 215
 зигота 260
 злокачественные новообразования
 пищевода 185
 злокачественные новообразования
 предстательной железы 256, 256–257
 злокачественные новообразования
 ротовой полости 182
 злокачественные новообразования см.
 также определенные типы
 иммунотерапия 171
 обзор 34, 34–35
 злокачественные новообразования яичек 254, 255
 злокачественные новообразования
 яичника 252, 253

зоб (струма) 120
 зона Брока 90, 90, 94, 95
 зона Вернике 94, 95
 зрачок 76, 209
 зрелость 250, 250–251
 зрение см. обработка зрительной информации
 зрительная кора 100
 зрительные пигменты 210
 зрительный нерв 208, 209
 зубная альвеола 56, 56
 зубной кариоз 183
 зубной налет 182, 182–183
 зубы 172, 175
 зуд 222

И

измерение толщины кожной складки 189
 изучение языка 94
 икроножная мышца (*gastrocnemius*) 65
 илеоцекальная заслонка 179
 иллюзии, имеющие медицинское значение 212
 иммунизация 170, 170–171
 иммунитет
 адаптивный 154
 врожденный 156
 гуморальный 154
 развитие 170
 упражнения 158
 иммунная система см. *также* иммунитет
 аллергическая реакция 160, 160–161
 воспалительная реакция 156, 156–157
 диабет 122, 122–123
 заболевания 164, 164–165, 166, 166–167
 защитные стратегии 154, 154–155
 кожа как барьер 40–41
 лимфоциты 158, 158–159
 распознавание чужеродного 153
 система комплемента 162, 162–163
 трансплантация органов 168, 168–169
 иммунодефициты 166, 166–167
 иммунотерапия 170, 170–171
 импульсные сигналы 75
 индекс массы тела (ИМТ) 188–189
 индуистские обряды 267
 инсулин 113, 119, 123
 инсульт 94, 104, 105
 интернейроны 78, 78
 интерстициальный цистит 202
 интерференция РНК 268
 интрамуральная (внутристеночная) миома 252
 инфаркт миокарда 135, 140, 141
 инфекции верхних дыхательных путей 149
 инфекции мочевыводящих путей (ИМП) 202, 202–203, 204
 инфекционные заболевания

вирулентность 31
 глаз 226
 источники 32
 обзор 30, 30–31
 распространение и профилактика 32, 32–33
 инь-меридианы 225
 искусственная кожа 46
 искусственное оплодотворение 260
 искусственные суставы 62
 ишемический инсульт 105

К

кавернозная ткань 233
 Калман Жан 266
 калории, ограничение 251
 кальций 114, 198
 кальцитонин 112, 114
 камбаловидная мышца (*soleus*) 65
 камни в почках 204, 204
 капсула почки 199
 капсула сустава 56
 карликовость 120, 121
 катаракты 226
 катетеризация 203
 кератин 40, 42
 кислород 93, 126
 кисты яичников 253
 кишечник, тонкий и толстый
 бактерии 163
 гладкая мускулатура 70, 71
 нарушения и заболевания 186, 186–187
 нарушения пищевого поведения 192
 обзор 173, 178, 178–179
 кишечный тракт 152, 152
 клапан легочного ствола 126, 127
 клапаны сердца 126, 140
 клетки
 деление 47, 234
 комбинация 17
 Меркеля 46
 нейрон 78
 обзор 18, 18–19
 Пуркинью 127
 специализированные 18
 клиновидная кость 53
 ключица 48, 54, 56
 кожа головы 82
 кожа 16
 высвобождение витамина D 116
 заболевания и нарушения 44, 44–45
 злокачественные новообразования 46, 46–47
 инфекционные заболевания 33
 искусственная 46
 как система защиты 162, 163
 нарушения пищевого поведения 192
 обзор 40, 40–41
 производные 42, 42–43
 старение 40, 250, 250
 строение 41
 типы ткани 22, 22–23
 кожные покровы 26, 38
 кожные сосочки 42–43
 колбочки, зрение 210, 211
 коленная чашечка 49, 54, 56, 57
 колено 17, 57, 63
 количество сперматозоидов 260
 коллагеновые волокна 50
 колостомы 187
 кома 84
 комиссура 89
 компактная кость 50, 51
 компьютерная томография (КТ) 12, 12, 34
 конечности 54
 конъюнктивит 209
 конъюнктивит 226
 копчик 48, 52, 242
 кора головного мозга 83, 90, 206
 и память 100
 мощность 88, 88–89
 кора 115
 корень волоса 42–43
 корково-спинномозговой путь 91
 корковый слой почки 199
 коровье бешенство 32
 коронарная артерия 124
 кортиев орган 214
 кортизол 115
 кортикотропин 98, 111, 246
 косметические средства 68, 68
 кости запястья 48, 55
 кости плюсны 49, 55
 кости предплюсны 49, 55
 кости среднего уха 48
 кости черепа 49, 52, 52, 53
 кости щиколотки 49
 костная система см. *также* кости;
 скелетные мышцы
 добавочный скелет 48, 54, 54–55
 обзор 38, 38, 48, 48–49
 определение пола 55
 осевой скелет 48, 52, 52–53
 соединения 56, 56–57
 строение 50, 50–51
 функции кожи 40
 эмбриональное развитие 245
 костный матрикс 50
 костный мозг 50, 50
 кость 17 см. *также* костная система
 заболевания и нарушения 60
 как орган 28, 28–29
 количество костей 54
 нагрузка и прочность 51
 нарушения пищевого поведения 192
 обзор 48, 60–61
 переломы 60, 61
 размеры и формы 48
 соединения между костями 56, 56–57

строение 50, 50–51
 кохлеарные импланты 229
 крапивница 160, 161
 красное ядро 91
 красные кровяные клетки 132, 132–133
 и газообмен 144
 красный костный мозг 50, 152
 креатинин 201
 крестец 48, 52
 крестцово-бугорная связка 56
 кровеносные сосуды 17 см. также кровь
 воспаление 156
 гладкие мышцы 70, 71
 глаза 208, 209
 кровообращение 124, 124
 обзор 130, 130–131
 повреждение 123, 138, 138–139
 строение кожи 41
 функции 50
 кровообращение плода 245
 кровь см. также кровеносные сосуды;
 кровеносная система
 давление 84, 117, 138, 198
 заболевания 136, 136–137
 компоненты 132, 132–133
 круги кровообращения 124, 124
 плазма 196–197
 поддержание химического состава 196
 свертывание 134, 134–135
 фильтрация 198, 198–199
 функции 124
 круговая мышца глаза (*orbicularis oculi*) 64,
 69
 круговая мышца рта (*orbicularis oris*) 69
 круговой (циркулярный)
 гладкомышечный слой 172
 крючковидный отросток поджелудочной
 железы 112, 181
 ксенотрансплантаты 168
 курение 150

Л

лазерная коррекция зрения (LASIK) 227
 лаймская болезнь 32, 32
 лануго 244
 ларингит 149
 латеральная крыловидная мышца 68
 латеральный корково-спинномозговой
 (пирамидный) путь 91
 левый подключичный ствол 152, 152
 левый яремный ствол 152, 152
 легкие
 злокачественные новообразования 35,
 150, 151
 контроль дыхания 146, 146–147
 полости тела 29
 угрозы 150, 150–151
 функции 16, 142, 143, 143
 эмбриональное развитие 244, 245

легочная вена 127
 легочные артерии 129
 легочный круг кровообращения 124
 легочный ствол 124, 127
 лейкоз 136, 137
 лейкоциты 132, 132–133
 лекарства от бесплодия 260
 лептин 119
 лизосомы 19
 лизоцим 163
 лимбическая система 98, 98–99
 лимфатическая система
 заболевания 164, 164–165
 иммунные реакции 154, 154–155
 обзор 38, 38, 152, 152–153
 лимфатические капилляры 153
 лимфатические узлы 152, 152, 154–155
 лимфатический сосуд 153
 лимфомы 165
 лимфоциты 154, 155–156, 158, 158–159
 липиды 18, 19
 лихорадка 156
 лицевой нерв 69, 85
 лицевые кости 53
 лобковое оволосение 230
 лобная кость 48, 52, 53
 лобная мышца (*frontalis*) 64, 69
 локтевая кость 48, 54
 локтевой нерв 74
 лонная кость 54
 лопатка 48, 54
 лучевая артерия и вена 124
 лучевая кость 48, 54
 лучевая терапия 165, 256
 лучевой нерв 74
 лучистый венец 89

М

магнитно-резонансная томография (МРТ)
 12, 13, 34, 93, 98, 99, 263
 макрофаги 152, 153, 153, 154, 156, 157
 малая ягодичная мышца (*gluteus minimus*)
 65
 малоберцовая артерия и вена 125
 малоберцовая кость 49, 54, 55, 56
 малоберцовые мышцы (*fibularis*) 65
 малоберцовые нервы 75
 малярия 137
 маммография 257
 маркеры «своего» 154
 маркеры чужеродного 154
 матка
 беременность 240, 241
 гладкие мышцы 70, 71
 защитные клетки 240
 обзор 16, 230, 231
 развитие плода 244–245
 маточка 217
 медиальная крыловидная мышца 68
 медиальный отросток бугра пяточной
 кости 49
 медитация 92
 межкостные мышцы 65
 межпозвоночный диск 52
 межреберные нервы 74
 мезодерма 241
 мейоз 234
 меланин 41
 меланома 46, 47
 меланоциты 41
 мелатонин 97, 116
 мембраны 26, 26
 менархе 237
 менингит 102, 102
 менопауза 237
 менструальный цикл 230
 менструации 192, 237
 метаболизм 112, 113, 114
 механорецепторы 214, 215
 мешочек 217
 миелиновая оболочка 78, 80, 102
 микробы, переносимые по воздуху 32
 микроорганизмы 31
 микротрубочки 78
 миндалина 98, 99, 100
 миндалины 152, 152
 миома матки 252
 миома на ножке 252
 миопия 226, 226
 миотоническая дистрофия 72
 миофибриллы 67
 митоз 20, 234
 митохондрии 67, 78
 митохондрия 19
 младенчество 248, 248
 млечные протоки 230
 млечные сосуды 152
 многоплодная беременность 260, 260
 мобильность и стабильность 56
 мозг и математика 92
 мозговой слой почки 199
 мозговой слой 115, 236
 мозговые оболочки 83
 мозжечок 83, 84, 91
 обзор 86, 86–87
 серое и белое вещество 87
 мозолистое тело 82, 83
 молекула миозина 66
 молоточек 48, 207, 215
 молочная кислота 73
 молочные железы 27, 230
 злокачественные новообразования 35,
 256, 257
 моноклональные антитела 170, 170
 мононуклеоз 164
 мост 84, 84–85, 91
 моторные нейроны 78
 моторные области коры 90, 90–91
 моторные пути 90, 91
 моча см. также выделительная система

анализы 194
 как защитное соединение 162
 образование 200, 200–201
 позывы к мочеиспусканию 116
 уменьшение выработки 77
 мочевая кислота 201
 мочевина 201
 мочевой пузырь 116, 195
 гладкие мышцы 70, 71
 злокачественные новообразования 202
 расположение 231
 рентген 201
 мочегонные средства (диуретики) 200
 мочеполювое отверстие 33
 мочеполювой тракт 163
 мочеточник 195
 мошонка 233
 МРТ плода 263
 мужская выделительная система 194
 мужская репродуктивная система
 злокачественные новообразования
 предстательной железы 256, 256–257
 нарушения 254, 254–255
 обзор 232, 232–233
 сперматозоиды 238, 238–239
 мужские половые признаки 232
 муковисцидоз 149, 190, 264, 265
 мышечная дистрофия 72, 72
 мышечная система см. мышцы
 мышца, напрягающая барабанную
 перепонку 215
 мышца, опускающая угол рта 69
 мышца, поднимающая волос 41–43, 70
 мышца, поднимающая лопатку (*levator
 scapulae*) 64
 мышца, противопоставляющая большой
 палец кисти (*opponens pollicis*) 64
 мышца, противопоставляющая мизинец
 (*opponens digiti minimi*) 65
 мышца, сморщивающая бровь 69
 мышца-разгибатель пальцев (*extensor
 digitorum*) 65
 мышцы задней стороны тела 64, 64
 мышцы лица 68, 68–69
 мышцы см. также скелетные мышцы
 заболевания и нарушения 72–73
 клетки (волокна) 67
 контроль дыхания 146
 лицевые 68, 68–69
 нарушения пищевого поведения 192
 от усталости до травмы 73
 сердечные 126
 сокращения 66
 точка крепления 66
 мышцы-сгибатели пальцев (*flexor digitorum*)
 64
 мягкая (сосудистая) мозговая оболочка
 76, 82
 мягкое небо 175

Н

- надгортанник (эпиглоттис) 114, 143, 172, 175
- надколенник (коленная чашечка) 49, 54, 56, 57
- надколенное сухожилие 56
- надкостница 51, 76
- надостная мышца (*supraspinatus*) 64
- надостная связка 56
- надпочечник 195
- надпочечники 114, 114–115, 120
- наковальня 48, 207, 215
- наноробот 268, 268
- наркомания 107, 191
- наркотики 224
- наружная коллатеральная связка 56
- наружная косая мышца живота (*external oblique*) 64
- наружная яремная вена 124
- наружный мениск 56
- наружный отит 228
- наружный сфинктер мочеиспускательного канала 195
- нарушения пищевого поведения 192, 192–193
- нарушения сна 96–97
- наследственность 264, 264–265
- небный язычок 174–175
- невербальные сигналы 94
- невроз навязчивых состояний 106
- недержание мочи 266
- недоедание 186, 187, 190, 190–191
- нейроглиальные клетки 79
- нейромедиаторы
- наркомания 107
 - обзор 80, 80, 81
 - психические функции 106
 - сон 96, 97
- нейромышечное соединение 66
- нейрональные зоны 75, 75
- нейроны
- гипоталамус 110, 111
 - головного мозга 84, 84–85, 92, 92–93
 - запоминание 100
 - импульсы и сигналы 80, 80–81
 - коры головного мозга 88, 88–89
 - мозжечка 87
 - моторная (двигательная) кора 90, 90–91
 - нервная ткань 22
 - обзор 74, 74, 78, 78, 79
 - обработка зрительной информации 208, 210
 - связи 248
 - язык (речь) 94, 94–95
- нейтрофилы 155, 156
- неопущение яичка 254
- непереносимость лактозы 190
- непрямые моторные пути 91
- нерв улитки 214
- нервная анорексия 118, 192, 192, 193
- нервная система *см. также* нервы
- нарушения 102, 102–103
 - обзор 38, 39, 74, 74–75
 - плода 244
 - сигналы мышцам 64
 - ствол мозга 84, 84–85
 - функции кожи 40
- нервная ткань 22, 23
- нервные сети 78, 78
- нервы автономной нервной системы 76
- нервы *см. также* нервная система
- импульсы и сигналы 80, 80–81
 - обзор 17, 78, 78
 - симпатические и парасимпатические 76
 - соматические и автономные 76
 - тело клетки 79
 - функции 50
- нестероидные противовоспалительные препараты (НСПВП) 184
- нефрит 205
- нефроны 198, 198–199, 199
- почки 200, 200–201
- неходжкинская лимфома 164, 165
- нижний сфинктер пищевода 173
- нижняя полая вена 124
- нижняя челюсть 48, 53, 175
- нисходящая ободочная кишка 173, 179
- новорожденные 248, 248, 259
- новые инфекции 32
- нос 33
- носовая кость 53
- носовая мышца 69
- носовые ходы 142, 143, 221
- ноцицепторы 224, 225
- нуклеосома 20
- О**
- обман зрения 212, 212–213
- ободочная кишка 178, 179 *см. также*
- толстый кишечник
- обонятельная клетка 221
- обонятельная луковица 207, 221
- обонятельные нервы 207
- обонятельные реснички 221
- обонятельные рецепторы 220, 220–221
- обработка зрительной информации
- обзор 206, 207, 208, 208–209, 210, 210–211
 - обман зрения 212, 212–213
- обходной анастомоз желудка 188–189
- общая подвздошная артерия 124
- общая подвздошная вена 124
- общий малоберцовый нерв 75
- овуляция 236, 236–237
- одышка 266
- ожирение
- диабет 122
 - клиническое 188
 - обзор 118, 188, 188–189
- ожоги 44
- околососковый круг 230
- околоушная слюнная железа 175
- окситоцин 110, 111
- онкогенез 34
- ооцит 236, 237
- операции на кишечнике 186–187
- операции на открытом сердце 141
- операция по Ру 188
- оплодотворение *in vitro* 260
- оплодотворение яйцеклетки 240, 240–241
- опора таранной кости 49
- органеллы 18, 18, 196
- органы чувств
- обзор 39, 206, 206–207
 - обоняние 220, 220–221
 - слух 214, 214–215
- органы
- обзор 16, 16–17, 38, 38–39
 - растяжимые 70, 71
 - типы органов 28, 28–29
- орексин 193, 193
- осевой скелет 48, 52, 52–53
- остеоартрит 60, 60, 250, 251
- остеобласты 50
- остеокласты 50
- остеон 51
- остеопороз 60, 61, 192
- остеосаркома 60
- остистый отросток 48–49
- остроконечные кондиломы 259
- отводящий (VI черепно-мозговой) нерв 85
- отолиты 217
- отраженная боль 225
- П**
- палочки, зрение 210, 211
- пальцы ног 243
- пальцы рук 243
- память 100, 100–101
- паразиты 30, 30–31, 158
- парасимпатические нервы 76, 76–77
- паратгормон (ПГ) 50, 114, 114–115, 117
- патогены 30, 30–31
- паутинная оболочка 76, 82, 83
- паховые лимфатические узлы 152
- пейеровы бляшки 152
- пейсмейкер 127
- пенис 233
- пепсины 176
- пептид YY 119
- пептическая язва 184, 184
- первичная моторная кора 90, 90
- первородная смазка 244
- переваривание пищи 174, 174–175
- передний корково-спинномозговой (пирамидный) путь 91
- передняя большеберцовая артерия и вена 125
- передняя большеберцовая мышца (*tibialis anterior*) 65
- передняя крестообразная связка (ПКС) колена 63
- пережевывание 68, 68
- перекрут яичка 254
- перелом 61
- перикард 29, 126, 127
- перименопауза 237
- перимизий 67
- периодонтит 182, 182–183
- перистальтика 173, 176
- периферическая нервная система (ПНС) 74, 74–75
- пернициозная анемия 136
- пероксисома 19
- печеночная артерия и вена 124, 181
- печеночный проток 181
- печень
- восстановление ткани 24
 - нарушения 180
 - обзор 173, 180, 181
 - уровень сахара в крови 113
 - эмбриональное развитие 245
- пещеристые тела 232
- пигментация 41
- пиелонефрит 204
- пик физического развития 251
- питание
- для костей 50
 - и материнское здоровье 242
 - ограничение потребления калорий 251
- пищеварительная система
- вспомогательные органы
 - пищеварения 180, 180–181
 - гормоны 116
 - желудок 176, 176–177
 - защитные системы 162
 - кишечник 178, 178–179, 186, 186–187
 - нарушения 184, 184–185
 - обзор 38, 39, 172, 172–173
 - переваривание пищи 174, 174–175
 - ферменты 77
 - функции кожи 40
 - химический баланс организма 194
- пищеварительный тракт 173
- пищевая пирамида 190
- пищевод Баррета 185
- пищевод 172, 173, 175
- пищевое отравление 184
- пищевые добавки 191
- плазматическая мембрана 18, 18–19
- плазматические клетки 159
- плацента 246, 247
- плевральная мембрана 29, 143, 143
- плевральная полость 29
- плечевая кость 48, 54, 56
- плечевая мышца (*brachialis*) 64

- плечевое сплетение 74
 плечевой пояс 54
 плечевой сустав 54
 плечо, диапазон движений 56
 плодные оболочки 240
 плоский сустав 58
 плоскоклеточная карцинома 46, 47
 поверхностный малоберцовый нерв 75
 повреждение свободными радикалами 267
 погребальные деньги 267
 подбородочная мышца 69
 подвешивающая связка яичника 236
 подвздошная кость 54
 подвздошно-подчревный нерв 74
 подвздошные лимфатические узлы 152
 поджелудочная железа
 диабет 122, 122–123
 ферменты 178, 180, 181, 190
 обзор 16, 112, 112–113, 173
 подключичная артерия и вена 124
 подкожная мышца шеи (*platysma*) 64
 подкожный жир 41
 подкожный слой 222–223
 подколенная артерия и вена 125
 подколенное (ахиллово) сухожилие 65
 подмышечные волосы 230
 подмышечные лимфатические узлы 152, 152
 подпаутинное (субарахноидальное)
 пространство 82
 подростковый период 248, 249
 подсерозная миома 252
 подслизистая миома 252
 подъязычная железа 175
 подъязычная кость 48, 52
 подъязычный (ХП черепно-мозговой)
 нерв 85
 позвонок 49, 52, 76
 позвоночник
 обзор 48, 49, 49, 52, 52
 смещение межпозвоночного диска 63
 S-образная форма 52
 позвоночное отверстие 49
 позитронно-эмиссионная томография
 (ПЭТ) 12, 13
 полая вена 124
 поликистоз почки 204
 полиомиелит 170
 полный перелом 61
 половое воспроизводство 234, 234–235 см.
 также репродуктивная система
 половой акт 241
 половые признаки, мужские 232
 половые хромосомы 234, 234–235
 полости тела 28, 28–29
 полость яичника 236
 полость грудной клетки 29
 полость костного мозга тазовой кости 153
 полость носа 142, 175, 207, 220
 полость перикарда 29, 126
 полость рта 143, 175
 полость сустава 56
 полость таза 28, 28–29
 пол
 мышечная масса 64
 определение 55
 полукружные каналы 207
 поперечная ободочная кишка 173, 179
 поперечный отросток 49
 портняжная мышца (*Sartorius*) 65
 посттравматический стресс 106
 постсинаптическая клетка 81
 потенциал действия 80
 потенциал покоя 80
 потеря аппетита 266
 потеря слуха 228, 228
 потовые железы 27, 42, 42–43
 потоотделение 197
 почечная артерия 124, 194, 195
 почечная вена 124, 194, 195
 почечная лоханка 199
 почечная пирамида 195
 почечные клубочки 199
 «почечный рахит» 198
 почки 115, 195
 гормоны 116
 заболевания и нарушения 204, 204–205
 злокачественные новообразования 204
 нарушения пищевого поведения 192
 недостаточность 123
 обзор 198, 198–199
 образование мочи 200, 200–201
 трансплантация 204
 химический состав крови 196
 эмбриональные 195
 пояс 89
 поясная извилина 98, 99, 100
 поясничное сплетение 74
 поясничные артерии 124
 поясничные вены 124
 поясничный лимфатический ствол 152
 поясничный отдел спинного мозга 91
 правый лимфатический проток 152
 предимплантационная диагностика 261
 предсердие 126, 127, 129
 предсердный натриуретический гормон
 116, 117
 предстательная железа 233, 254
 преждевременные роды 247
 преломление света 210
 премоторная кора 90, 90
 пренатальная диагностика 262, 262–263
 пресинаптическая клетка 81
 префронтальная кора 92, 93, 98, 99
 прикосновение 222, 222–223
 прилежащее ядро 99
 примордиальный фолликул 236
 приобретенный иммунитет 170
 продолговатый мозг 84, 84–85, 91
 продолжительность жизни 267
 продольный гладкомышечный слой 172
 произвольное голодание 118, 192
 пролактин 110, 111
 пролактинома 120
 проприоцепторы 206, 216
 просвет 172
 просвечивающая электронная
 микроскопия (ПЭМ) 13, 255
 простагландины 108, 224
 простатоспецифический антиген (ПСА)
 34
 простуда 30, 148, 220
 проток поджелудочной железы 181
 протоонкоген 34
 прямая кишка 173, 179
 прямая мышца живота (*rectus abdominus*) 64
 психические расстройства 106, 106–107
 псориаз 44, 44, 45
 птичий грипп 33
 пубертатный период 248, 249
 пузырно-мочеточниковый рефлюкс 202
 пункт приема 80
 пуповина 244
 пучки 67
 пучок мышечных волокон 66
 ПЭТ-сканирование 13, 94, 95
 пястные кости 49, 55
 пяточная кость 49, 54, 55
 пяточный бугор 49
- ## Р
- равновесие 216, 216–217
 радужная оболочка глаза 208, 209
 развитие человека
 детство и отрочество 248, 248–249
 зрелость 250, 250–251
 первые восемь недель 242, 242–243
 разгибатель (*extensor*) 64
 разнородность дерматом 75, 75
 разрыв мышцы 72, 73
 рак прямой и ободочной кишки 186
 рак шейки матки 35, 253
 распознавание чужеродного 153
 рассеянный (множественный) склероз
 102, 102
 расщелина позвоночника 262
 рахит 198
 реакция «борись или беги» 76
 реакция на голод 118, 118–119, 193
 реанимация 147
 ребро 48
 ревматоидный артрит 60, 164, 164
 релаксация 92
 ремоделирование костной ткани 50, 50
 ренин 198
 рентген 12, 13, 34
 репродуктивная система *см. также*
 женская репродуктивная система;
 мужская репродуктивная система;
 вспомогательные репродуктивные
 технологии
 гормоны гипофиза 120
 гормоны 116
 заболевания, передаваемые половым
 путем 258, 258–259
 надпочечники 114
 нервные окончания кожи 40
 обзор 38, 39
 половое воспроизводство 234, 234–235
 роды 246, 246–247
 функции 28
 реснички 163
 ресничная мышца 76
 ретикулярная активирующая система
 (РАС) 84
 ретикулярная формация 84, 84–85
 ретинобластома 226
 рефлекторная дуга 76
 рефлюкс 184
 рецепторный нейрон 81
 рецессивные признаки 264, 265
 речь человека 94, 94–95, 142
 решетчатая кость 53
 рибосомы 18
 ринит 160, 160
 риновирус 148
 РНК 201
 рогивица 208, 208–209
 родничок 49
 родовой акт 246, 246–247
 родопсин 210
 роды 246, 246–247
 ромбовидные мышцы (*rhomboids*) 64
 рот 172
 входные ворота инфекции 33
 защитные системы 162
 обзор 26, 26
 слизистые оболочки 52
 руброспинальный тракт 91
 рубцы 24, 25
 рука, подчиняющаяся мысленному
 контролю 54
 руки 54, 54–55
 рычажная система 67
- ## С
- сальмонелла 184
 сальные железы 27, 41, 42, 42, 43
 саркоидоз 164
 саркоплазматический ретикулум 66
 свободные нервные окончания 223
 свод стопы 55
 связки
 обзор 17, 56
 поддержка сустава 58
 разрыв 63
 уязвимость 63
 сгибатель (*flexor*) 64
 седалищная кость 54
 седалищно-бедренная связка 56

- седалищный нерв 75
- секвенирование генов 20
- селезенка 152, 152
- семенной пузырек 233
- семяизвергательный проток 233
- сенсорная система см. органы чувств
- септицемия 136, 137
- сердечная мышца 22, 23
- сердечный цикл 128, 128–129
- сердце
- выработка гормонов 116, 117
 - гормоны 108, 116
 - заболевания 140, 140–141, 150
 - нарушения пищевого поведения 192
 - обзор 16, 124, 126, 126–127
 - повреждение при диабете 123
 - сердечный цикл 128, 128–129
- серое вещество 76, 82
- серозные оболочки 26
- серозный перикард 26
- серповидная связка печени 181
- серповидно–клеточная анемия 136, 136, 264
- сетчатка 209, 212
- отслойка 226
 - повреждение 122, 123
 - циркадные ритмы 97
- сигмовидная ободочная кишка 173, 179
- симпатические нервы 76, 76–77
- синапс 80
- синаптическая щель 81
- синаптические бляшки 80
- синаптическое утолщение 78
- синартрозы 56
- синдром болезненного мочевого пузыря 202
- синовиальная жидкость 56, 58
- синовиальная мембрана 26, 26
- синовиальные суставы
- максимальная подвижность 56
 - мобильность и функции 56
 - обзор 58, 58–59
 - описание 56
 - полости тела 28
 - типы движений 59
- синусит 52
- синусно-предсердный узел 127
- синусный узел 127
- синусы 28, 52
- система кожных покровов 38, 40, 40–41, см. также кожа
- система комплимента 162, 162–163
- система кровообращения см. также кровеносные сосуды
- обзор 38, 38, 124, 124–125
 - функции кожи 40
 - химический баланс 125
- системная красная волчанка 164, 165
- системный круг кровообращения 124
- системы организма 38–39 см. также органы
- систола 128
- сифилис 258, 259
- сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) 12, 12, 20
- скелетные мышцы
- выработка мочи 201
 - обзор 17, 22, 91, 66, 66–67
 - равновесие 216, 217
- склера 208, 209
- сколиоз 60
- скользящие движения 59
- скуловая кость 53
- слезная кость 53
- слезы 76, 162, 163
- слепая кишка 173, 179
- слепота 226
- слизистая оболочка желудка 176
- слизь 76, 143, 149, 162, 163
- сложный перелом 61
- слой базальных клеток 222–223
- слух 206, 207, 214, 214–215
- слюна 76, 162, 163, 174
- слюнные железы 27, 172, 174–175
- смерть 266, 266–267
- соединительная ткань
- обзор 22, 22–23
 - синовиальная мембрана 26
 - эмбриональное развитие 245
- сознание 88
- соленоид 20
- соляная кислота 176
- соматическая чувствительность 222, 222–223
- соматические нервы 76
- соматотопическая организация коры головного мозга 90
- сон без быстрого движения глаз (БДГ) 96, 97
- сон с быстрыми движениями глаз (БДГ) 96, 97
- сон 96, 96–97
- сонная артерия 124
- сосок 230
- сосочковая (пилилярная) мышца 127
- сотрясение мозга 104
- спазмы мышечные 72
- сперматиды 238
- сперматогонии 238
- сперматозоиды 232, 233, 238, 238–239, 240, 241
- сперматоциты 238
- СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита) 166, 166–167, 258, 258–259
- спинной мозг
- обзор 74, 76, 76–77
 - полости тела 28
 - травмы 102–103
- спинномозговая жидкость 76, 82
- спинномозговые нервы 76
- спирт 191, 224
- спортсмены на инвалидных колясках 72
- срамной нерв 74
- срединный нерв 74
- среднее ухо 214, 214–215, 228
- средний мозг 83, 84, 84–85, 91
- стабильность и мобильность 56
- старение
- костей 60, 60
 - обзор 250, 250–251
 - сперматозоидов 239
- ствол мозга 74, 83, 84, 84–85
- стереоцилии 214, 214
- стержень волоса 42–43, 70
- стероиды 114, 115, 164
- стопа 55
- стремя 48, 207, 215
- стресс 76, 98
- стригуший лишай 44
- строение ногтя 42, 42–43
- супрахиазматическое ядро 97
- суставная поверхность 48–49
- суставной хрящ 56
- суставы
- гибкость 59
 - дегенеративные заболевания 60
 - заживление и замена 62, 62–63
 - нарушения пищевого поведения 192
 - нарушения 60
 - подвижность и функции 56
 - синовиальные 28, 56, 56, 58, 58–59
 - стабилизирующие мышцы 64
 - стабильность и мобильность 56
 - старение 250, 251
 - хрящевые 56
- сухожилие двуглавой мышцы 56
- сухожилие 67
- сфинктер мочеиспускательного канала 195
- сфинктер пищевода 172, 173
- сфинктер привратника желудка 173, 176

T

- тазовая кость 48
- тазовый пояс 54, 54
- таламус 83, 84, 85, 99, 100
- таранная кость 49
- твердая мозговая оболочка 76, 82
- твердое небо 175, 219
- тельца Мейснера 222–223
- тельца Пачини 222–223
- тельца Руффини 222–223
- теменная кость 53
- температура тела 40
- температурная чувствительность 222
- терминальная подвздошная кишка 179
- тестостерон 108, 238, 238
- технологии визуализации 12, 12–13, 34
- технологии стволовых клеток 268
- тимус 108, 116, 116, 117, 152, 152

У

- углеводы 174
- углекислый газ 144, 146
- улитка 207, 214, 215
- ультрасонография 12, 12, 34, 257, 263
- упражнения и иммунитет 158
- уретра (мочеиспускательный канал) 162, 195, 202, 230, 231, 232, 233
- уретрит 202
- уровень основного обмена 113
- уровень сахара в крови 113
- диабет 122, 122–123

реакция на голод 118, 118–119
 усталость 266
 «ухо пловца» 228
 уши 207, 228, 228–229
 ушная раковина 214, 215
 ушной канал 215

Ф

фагоциты 155, 157
 факторы роста и заживление 24, 24–25
 факторы свертывания крови 134, 135
 фаланги пальцев 49, 54, 55
 фаллопиевы трубы 230, 230, 231, 236, 241
 фарингит 149
 фенилкетонурия (ФКУ) 264
 ферменты
 иммунодефициты 166
 лактазы 190
 лизосомы 19
 панкреатические 178, 180, 190
 пищеварительные 174, 176, 177, 218
 почки 198, 198
 ренин 198
 феромоны 220
 фибриноген 134
 фибробласты 24
 фиброз легких 165
 фиброзная капсула 56
 фильтрация крови 194
 филяриатоз 164
 фобии 106, 106
 фокусы с зеркалом 213
 фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)
 238
 фотопигменты 208, 210
 фоторецепторы 208, 210, 212
 фронтальная кора 100
 функциональный магнитный резонанс
 (фМРТ) 93, 98, 99

Х

Хатшеспут 182
 хеморецепторы 218
 химиотерапия 167, 256
 химическое чувство 220
 химус 178
 хирургические процедуры на плоде 262
 хирургия 256, 262
 хламидии 258, 258
 холекальциферол 40, 116
 холестерин 139
 холод, восприятие 222
 хорья Гентингтона 264
 хромосомы
 обзор 20, 20–21
 половые 234, 234–235
 цикл яичников 236

хроническое обструктивное заболевание
 легких (ХОЗЛ) 150
 хрусталик глаза 208, 208, 209
 хрящ 16, 22, 22–23, 51, 245
 хрящевые сочленения 56

Ц

цветовая слепота 226
 центральная нервная система (ЦНС) 74,
 74–75, 153 см. также нервная система
 центриоли 19
 цикл яичников 236, 236–237
 цилиндрический сустав 59
 циркадный ритм 97
 цирроз 180
 цитозин 20
 цитокины 157
 цитоплазма 18, 18
 цитоскелет 18

Ч

череп младенца 49
 череп 82
 черепно-мозговые нервы 85, 206
 четырехглавая мышца бедра 65
 четырехглавая мышца 56
 чревный артериальный ствол 124
 чувствительность к фенилтиокарбамиду
 218
 чувствительные волоски 216, 217
 чувствительные рецепторы 40, 41, 43

Ш

шаровидный сустав 58
 шванновская клетка 80
 швы 49, 53, 56
 шейка матки 230, 231, 241
 шейные лимфатические узлы 152
 шейный отдел спинного мозга 91
 шизофрения 106, 107
 широчайшая мышца спины (*latissimus dorsi*)
 65
 шишковидная железа 116, 117
 шрамы как украшения 25
 шум в ушах 228, 229
 шумовое загрязнение 229

Щ

щечная мышца 68
 щитовидная железа 108, 112, 112–113, 114,
 115, 116

Э

эйфория 224
 экзема 44, 44, 228
 экзокринные железы 27
 экстероцепторы 206
 эктодерма 241
 эластичный хрящ 22
 электролиты 196, 196
 электроэнцефалограмма (ЭЭГ) 92
 эллипсоидный (яйцевидный) сустав 59
 эмбрион 195
 восьмая неделя развития 242, 242–243
 развитие головного мозга 82, 82
 эмбриональные клетки 18
 эмоции 98, 98–99
 эмфизема 150
 эндодерма 241
 эндокринная система
 выработка гормонов 116, 117
 гипоталамус 110, 110–111
 гипофиз 110, 110–111
 железы 27
 надпочечники 114, 114–115
 нарушения и заболевания 120, 120–121
 обзор 38, 38, 108, 108–109
 паращитовидные железы 114, 114–115
 функции кожи 40
 щитовидная и поджелудочная железы
 112, 112–113
 эндометрий 231, 240
 эндомиоз 252, 253
 эндоплазматический ретикулум 19
 эндорфины 111, 224
 эндоскопия 12, 12
 эндотоксин 30
 энкефалины 224
 эозинофилы 155, 158
 эпидемиология 33
 эпидемия 33
 эпидермис 40, 41, 223
 эпидидимис 233, 238, 255
 эпидидимит 254, 255
 эпимизий 67
 эпителиальная ткань 22, 22–23
 эпителий 16, 23, 26, 143
 эпифиз 51
 эректильные дисфункции 254
 эритропоэтин 116, 198
 эритроциты 132, 132–133, 144
 эстроген 108, 115, 230

Я

ядерное сканирование 12, 13
 ядро
 клетки 18–19, 67
 нейрона 78, 79, 80
 ядрышко 79
 язвенный колит 186

язвы 184, 184
 язык (как речь) 94, 94–95
 язык жестов 94
 язык 207
 вкус 218, 218–219
 глотание 174–175
 мышцы 68, 68
 опухоли 183
 чувствительность 223
 языкоглоточный нерв 85
 яички 232, 232–233
 яичники 16, 108, 230, 231, 236, 241
 ян-меридианы 225
 яремная вена 124, 215

А

arbor vitae («дерево жизни») 87

С

Clostridium perfringens 31

Н

Helicobacter pylori 184, 184

L

longus (длинный, о мышце) 64

M

maximus (большой (лат.) – о мышце) 64

minimus (малый (лат.) – о мышце) 64

O

os sacrae (лат., газовая кость) 48

X

X-хромосомы 234

Y

Y-хромосома 234

БЛАГОДАРНОСТИ

Издательство выражает благодарность за помощь в издании книги следующим людям: Алекс Билски, Джон Дэвис, Ханна Джессап, Кэтрин Морган, Дэниэл Росч, Морин Шеферд, Кевин Салливэн, Джулиан Титин.

ФОТОГРАФИИ

Обозначения t=вверху; l=слева; r=справа; tl=вверху слева; tc=вверху в центре; tr=вверху справа; cl=в центре слева; c=в центре; cr=в центре справа; b=внизу; bl=внизу слева; bc=внизу в центре; br=внизу справа

AAP = Australian Associated Press; Aus = Auscape International; BA = Bridgeman Art Library; CBT = Corbis; GI = Getty Images; iS = istockphoto.com;

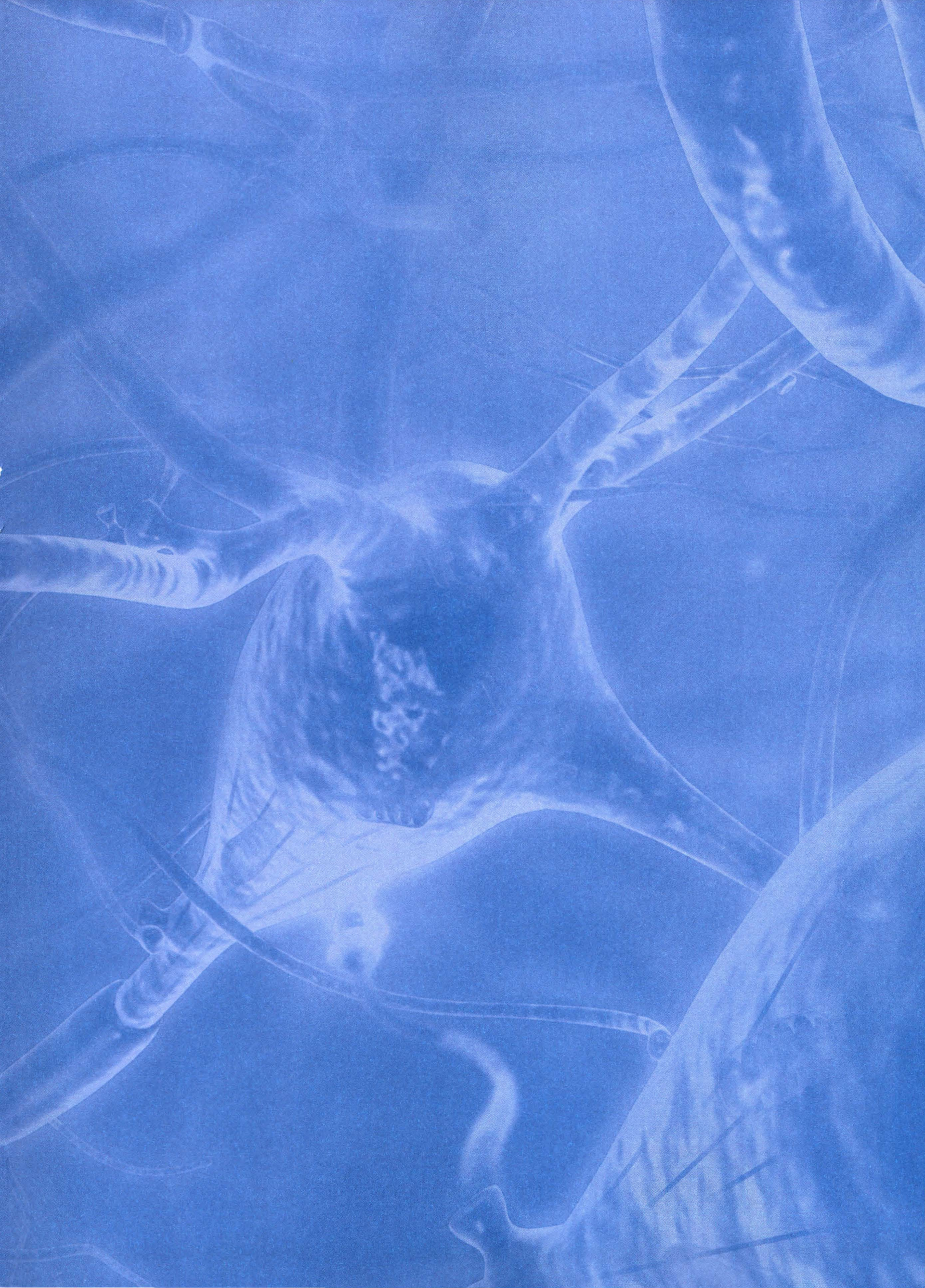
PUB = Public Domain; Reu = Reuters; SH = Shutterstock; SPL = Science Photo Library; PL = photolibary.com.

5c TPL; 6bl, br, tc, tr TPL; tl CBT; 12bl, brc, lc, trc PL; r SPL; 13br, tr PL; c, tl SPL; bl PL; 18bl SPL; br, tr PL; 19br, tr PL; 20bl PL, tr CBT; 21tl PL, tr SPL;
22bl GI, r PL; 23br, r PL; rc SPL; tr GI; 24trc PL; 25l, tl CBT; tr GI; 26b, c SPL; c PL; 27brc GI; l, tr PL; 28bc, tr SPL; c PL; 30bl PL; br CBT; tr SPL;
31bl, br PL; trc SPL; 32bl, br, tr PL; 33bl PL; tr Reu; 34c CBT; tr SPL; 35bl, br, tl PL; 40blc PL; tr SH; 41tl SPL; 42bl, bl, l PL; 43br PL; 44br, lc, r, tr PL; 45c PL; 46bl, tr PL; 47tl SPL; tr PL; 49tr SPL; 50cr SPL; tl GI; 52bl, c PL; 54br GI; 56tr PL; 57c PL; 58bl GI; c PL; 59tr GI; 60bc GI; bl, tr SPL; 61b, tlc, tr SPL; 62br, tr SPL; lc GI; 63br, trc SPL; 70c, tc, tr SPL; lc GI; 72b AAP; trc SPL; 73b PL; tl, tr GI; 74tl PL; 79brc GI; tr SPL; 82rc GI; 83rc SPL; 84bc AAP; 85tr PL; 86c AAP; lc SPL; 88bl, br CBT; lc, tr SH; 89c PL; 92br AAP; rc, tr PL; 93br GI; 94b CBT; 95bl, br, rc, tlc PL; 96bl CBT; br, t PL; 97bc, bl PL; 98bl, tr SPL; br PL; c GI; 101blc SPL; br, t GI; 102lc GI; tr CBT; 103c PL; 104lc CBT; 105bl CBT; 106bl, br, t PL; 107bl, tr CBT; br PL; 110bl PL; br SPL; c CBT; 112c PL; 114bl CBT; 115bl iS; tr SPL; 116bl, br GI; tr CBT; 118 SPL; bc GI; bl, tr PL; br CBT; 119tl GI; 120br SPL; lc CBT; 121bl, t CBT; br SPL; 122b SPL; tr GI; 123bc CBT; br PL; tr SPL; 126bl PL; c M tter Museum/Robert Clark; lc SPL; 128b, lc PL; c SPL; 130bl, c, tr SPL; 132bc SPL; r GI; 133br, rc SPL; tr CBT; 134tr SPL; 135bl CBT; bl SPL; rc SH; 136bl, br SPL; 137bl CBT; r SPL; tr PL; 138bl PL; 139tr PL; 140bl SPL; br, c CBT; 141c PL; 142bl PL; 144lc PL; 145b, tr, tr CBT; 146br CBT; r SPL; 147bc GI; c SPL; 148b PL; trc SPL; 149bl SPL; trc CBT; 150bl GI; br CBT; c PL; 151c, tr SPL; 153tr PL; 154bl GI; r SPL; 155br SPL; rc PL; tr CBT; 156bl, brc CBT; trc PL; 157b CBT; 158bc SPL; c CBT; 160br, l SPL; r SH; trc PL; 161bl, br, tl, tr PL; 162bl PL; br CBT; tr SPL; 164bl, brc SPL; tr PL; 165bl, tr SPL; 166tr PL; 167bl, t SPL; br GI; 168bl SPL; tr CBT; 169c PL; 170bl CBT; 171bl, br SPL; t CBT; 174bl, br SPL; tr CBT; 176lc SPL; 176tr PL; 177c SPL; 178bl SPL; 179tl, trc SPL; 180br, tr SPL; 182bl PL; 183br, tr SPL; r AAP; 184bl PL; br, tr SPL; 186bl SPL; r PL; 187blc CBT; br AAP; t SPL; 188blc CBT; 189b, c CBT; 190bl, br SPL; tr CBT; 191b, trc CBT; 192bl GI; 193bl SPL; tl, tr PL; 194c, tr PL; 195brc SPL; 196blc, c SPL; 197bl PL; br, c CBT; 198bl GI; br SPL; tr CBT; 200br Reu; brc SPL; tr PL; 202bl PL; blc, tr SPL; 203br, r SPL; 204b SPL; l PL; 205b GI; tr SPL; 208br, tr SPL; 210bl SPL; br, r PL; 211bl PL; br Aus; 212bl, r CBT; 213br CBT; 214bl SPL; br GI; 216b, tr SH; 217b PL; 218bl SPL; br PL; 219tl Michael Freeman; 220bl, r PL; trc CBT; 222blc CBT; tr SPL; 223br PL; tr GI; 224b CBT; trc SPL; 225br GI; l PL; 226bl AAP; br, c SPL; 227c SPL; 228b PL; trc SPL; 229br, t SPL; 231br PL; tr GI; 232br PL; tr SPL; 234bl, l PL; trc SPL; 235c PL; 237bl, br, tr SPL; 238bl, br SPL; 239br GI; tlc SPL; 240tr PL; 241br CBT; 242br CBT; c GI; 243t GI; 244br CBT; 245br, tr PL; 246tr CBT; 247tl PL; trc CBT; 248bl, tr PL; br SH; c iS; 249bl, br SH; blc iS; tl, tr CBT; 250r CBT; 251blc, t PL; br CBT; 252br CBT; tr PL; 253b SPL; br, trc PL; 254bl, tr PL; 255b, t PL; 256br, l SPL; tr CBT; 257brc SPL; 258bl, br PL; tr CBT; 259b SPL; 260b CBT; tr PL; 261b PL; c SPL; 262bl, r PL; 263bl PL; br, t CBT; 264br SPL; 264tr PL; 265br PL; 265tr GI; 266bl, tr CBT; 267bl, br, c CBT; 268bl SPL; brc, lc, tr PL; 269c PL; 272bc, rc PL; c, tr CBT; lc BA; tlc PUB; 273c CBT; l, lc, r, t PL; 274c, l, trc PL; r, tr CBT; 275c, lc, r PL; t, tl CBT; trc SPL.

ИЛЛЮСТРАЦИИ

Illustrations by **Argosy Publishing**, www.argosypublishing.com, with the exception of some additional illustrations:

Peter Bull Art Studio 50tr, 56b, 66tr, 76tl, 77c, 124bl, 130br, 170r, 173blc, 208bl, 217tlc, tr, 218tr, 226r; **Peter Bull Art Studio/Argosy Publishing** 240bl, br, 241bl, 242bl, blc, c, trc, 243l, br, 244bl, c, tr, 245tl; **Andrew Davies/Creative Communication** 109bl, 113b.



иллюстрированный АТЛАС АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА

Вы держите в руках книгу «Иллюстрированный атлас анатомии человека» — самый полный современный наглядный медицинский справочник. Вы узнаете о строении и работе человеческого тела, внутреннем расположении и функционировании всех его основных систем.

Книга состоит из разделов, в которых доступным для понимания языком описываются все физиологические процессы, от дыхания и кровообращения до сложной координации работы нервной и эндокринной систем. В отдельных главах рассматриваются кожа, мышцы, кости, выделительная система, иммунная система и репродуктивные органы. А также описываются различные заболевания, которые могут развиваться в результате проникновения микробов, нарушения функций или сбоев естественных защитных механизмов.

Вы найдете актуальную информацию о последних достижениях медицинской науки в области изучения стволовых клеток, трансплантации органов, исследования проблем ожирения, генетических нарушений и лечения распространенных инфекционных заболеваний.

А также сотни превосходных иллюстраций и наглядных графиков и схем, включая удивительно точные изображения, полученные с помощью самых современных микроскопов!

Темы, представленные в книге:

- Клетка человека
- Процессы в клетке
- Ткани тела
- Кожа
- Строение кости
- Развитие кости
- Скелет
- Голова
- Позвоночник
- Руки и ноги
- Суставы
- Мышцы

И многое другое...

www.elkniga.ru

