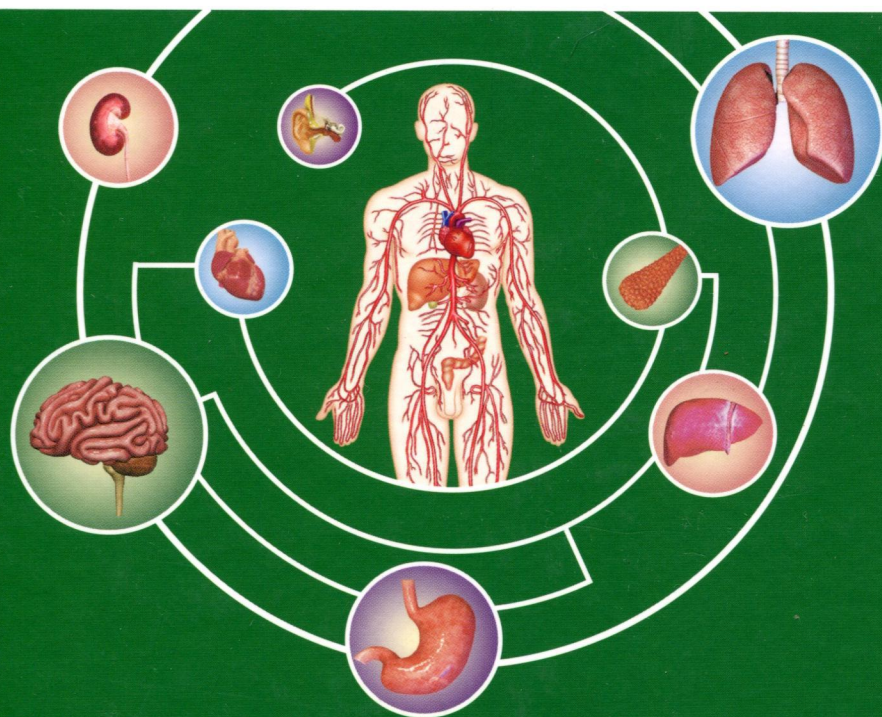


# ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

С ОСНОВАМИ  
ПАТОФИЗИОЛОГИИ



редакторы  
Р. Ф. ШМИДТ  
Ф. ЛАНГ  
М. ХЕКМАНН

2



# ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА С ОСНОВАМИ ПАТОФИЗИОЛОГИИ

Редакторы Р. Ф. ШМИДТ, Ф. ЛАНГ, М. ХЕКМАНН

В двух томах

②

Перевод с немецкого

под редакцией  
доктора биол. наук М. А. Каменской  
доктора биол. наук В. М. Ковальзона  
доктора биол. наук И. В. Филипповича  
канд. биол. наук В. Н. Егоровой  
канд. биол. наук Т. В. Липиной  
Т. С. Филатовой и Е. К. Селивановой



Москва  
Лаборатория знаний

УДК 612  
ББК 28.707.3+52.5  
Ф50

Переводчики:

К. Л. Тарасов, А. Ю. Головина, Д. И. Земледельцев

Редакторы перевода:

М. А. Каменская, В. М. Ковальзон, И. В. Филиппович, Т. В. Липина,  
В. Н. Егорова, Т. С. Филатова, Е. К. Селиванова

**Физиология человека** с основами патофизиологии : в 2 т.  
Ф50 Т. 2 / под ред. Р. Ф. Шмидта, Ф. Ланга, М. Хекманна ; пер. с нем.  
под ред. М. А. Каменской и др. — М. : Лаборатория знаний,  
2019. — 494 с. : ил.

ISBN 978-5-906828-32-3 (Т. 2)

ISBN 978-5-906828-30-9

Почему возникает жажда? Почему мы должны спать? Почему без дыхания мы не проживем и пяти минут? В этой, ставшей для многих настольной, книге вы узнаете, как «работает» человеческий организм. В ней раскрывается множество тем, в частности физиология клеточного дыхания, работы головного мозга, сердца и почек. Студенты найдут здесь все, что необходимо для учебы. Авторы, эксперты с общемировой известностью, знают и умеют объяснять свой предмет, как никто другой. В специальных информационных блоках кратко представлены ключевые понятия, более 1100 иллюстраций помогают закреплять знания визуально, а обсуждение свыше 200 клинических примеров окажет неоценимую поддержку будущим врачам в их повседневной клинической практике. Новое издание послужит идеальным руководством для обучения и повторения материала перед экзаменом.

Для студентов медицинских, биологических вузов, врачей различных специальностей.

УДК 612

ББК 28.707.3+52.5

Приведенные в книге показания к применению, противопоказания и дозировки препаратов настоятельно рекомендуется сверять с информацией их производителей и соотносить с клиническими процедурами.

Авторы, редакторы и издатель не несут никакой юридической ответственности за любые содержащиеся в тексте и иллюстрациях ошибки или упущения.

*Редакция искренне благодарит всех,  
кто принимал участие в процессе подготовки нового русского издания книги*

---

Учебное издание

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА  
с основами патофизиологии**

В двух томах

Том 2

Ведущий редактор канд. биол. наук *В. В. Гейдебрехт*

Художественный редактор *В. А. Прокудин*

Технический редактор *Т. Ю. Федорова*. Корректор *И. Н. Панкова*

Компьютерная верстка: *В. И. Савельев*

Подписано в печать 15.11.18. Формат 60×90/8.

Усл. печ. л. 62,00. Заказ № ВЗК-00006-19.

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272

e-mail: [info@pilotLZ.ru](mailto:info@pilotLZ.ru), <http://www.pilotLZ.ru>

Отпечатано в АО «Первая Образцовая типография», филиал «Дом печати — ВЯТКА»

в полном соответствии с качеством предоставленных материалов.

610033, г. Киров, ул. Московская, 122.

---

Translation from the German language edition:  
Physiologie des Menschen edited by Robert F. Schmidt,  
Florian Lang, Manfred Heckmann

Copyright © Springer Medizin Verlag Heidelberg 1936, 1938, 1948,  
1955, 1956, 1960, 1964, 1966, 1971, 1973, 1976, 1977,  
1980, 1983, 1985, 1987, 1990, 1993, 1995, 1997, 2000,  
2005, 2007, 2011

Springer is a part of Springer Science + Business Media  
All Rights Reserved

© Лаборатория знаний, 2019

ISBN 978-5-906828-32-3 (Т. 2)

ISBN 978-5-906828-30-9

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

## V. Кровь и иммунная защита

### Глава 23. Кровь . . . . . 10

*Вольфганг Йелкманн*

Введение . . . . .	10
23.1. Функции и состав крови . . . . .	10
23.2. Плазма крови . . . . .	11
23.3. Эритроциты . . . . .	15
23.4. Лейкоциты . . . . .	23
23.5. Тромбоциты . . . . .	25
23.6. Остановка кровотечения и свертывание крови . . . . .	27
23.7. Группы крови человека . . . . .	34
Литература . . . . .	37

### Глава 24. Иммунная система . . . . . 38

*Эрих Гульбинс, Карл С. Ланг*

Введение . . . . .	38
24.1. Врожденный иммунитет . . . . .	38
24.2. Приобретенный иммунитет . . . . .	41
24.3. Патофизиология иммунной системы . . . . .	48
Литература . . . . .	49

## VI. Сердце и кровеносная система

### Глава 25. Электрофизиология сердца . . . . . 52

*Ханс-Михаэль Пипер*

Введение . . . . .	52
25.1. Клетка рабочего миокарда в покое и в возбужденном состоянии . . . . .	52
25.2. Проводящая система сердца . . . . .	57
25.3. Электрокардиограмма . . . . .	64
Литература . . . . .	75

### Глава 26. Механика сердца . . . . . 76

*Юрген Даут*

Введение . . . . .	76
26.1. Сердце как мышечный насос . . . . .	76
26.2. Механизм Франка–Старлинга и закон Лапласа . . . . .	79

26.3. Диаграмма работы сердца . . . . .	84
26.4. Взаимодействие сердца и кровеносной системы . . . . .	88
26.5. Регуляция силы сокращения сердца . . . . .	92
26.6. Сердечная недостаточность . . . . .	96
26.7. Исследование механики сердца у пациента . . . . .	99
Литература . . . . .	103

### Глава 27. Обмен веществ в сердце и коронарный кровоток . . . . . 104

*Андреас Дойссен*

Введение . . . . .	104
27.1. Энергетический обмен миокарда . . . . .	104
27.2. Субстраты и обмен веществ . . . . .	106
27.3. Коронарный кровоток . . . . .	108
Литература . . . . .	110

### Глава 28. Кровообращение . . . . . 111

*Ральф П. Брандес, Руди Буссе*

Введение . . . . .	111
28.1. Введение и механика кровотока . . . . .	111
28.2. Свойства стенок сосудов и артериальная гемодинамика . . . . .	116
28.3. Система низкого давления . . . . .	121
28.4. Микроциркуляция . . . . .	127
28.5. Нервная регуляция кровоснабжения . . . . .	133
28.6. Компоненты базального сосудистого тонуса . . . . .	136
28.7. Модуляция тонуса сосудов циркулирующими гормонами и вазоактивными пептидами . . . . .	139
28.8. Эндотелий: центральный модулятор сосудистых функций . . . . .	142
28.9. Синописис локальной и системной регуляции кровоснабжения . . . . .	149
28.10. Механизмы долгосрочной регуляции . . . . .	155
28.11. Адаптация системы кровообращения к меняющимся условиям . . . . .	158
28.12. Малый круг кровообращения . . . . .	164
28.13. Особенности кровообращения в различных органах . . . . .	166
28.14. Измерение параметров кровообращения . . . . .	169
Литература . . . . .	171

**VII. Регуляция внутренней среды организма****Глава 29. Почки** ..... 174  
*Флориан Ланг*

Введение	174
29.1. Функции и строение почек	174
29.2. Почечное кровообращение и клубочковая фильтрация	178
29.3. Процессы транспорта в проксимальных канальцах	184
29.4. Транспортные процессы в петле Генле и концентрирование мочи	192
29.5. Транспортные процессы в дистальной части нефрона	197
29.6. Нарушение процессов транспорта, влияние диуретиков, уrolитиаз	198
29.7. Метаболизм почек и протекающие в них биохимические процессы	202
29.8. Регуляция функционирования почек	203
29.9. Гормоны почек	206
29.10. Важнейшие количественные характеристики функционирования почек	210
Литература	215

**Глава 30. Водный и электролитный обмен** ..... 216  
*Понтус Б. Перссон*

Введение	216
30.1. Водно-электролитный баланс	216
30.2. Жидкость во внутриклеточном и межклеточном пространствах	217
30.3. Регулирование выделения воды и соли	223
30.4. Регулирование потребления воды и соли	227
30.5. Нарушения водно-электролитного обмена	230
30.6. Калиевый обмен	233
Литература	236

**Глава 31. Обмен кальция, магния и фосфора** ..... 237  
*Флориан Ланг, Хайни Мурер*

Введение	237
31.1. Физиологическое значение фосфата кальция	237
31.2. Регулирование обмена фосфата кальция	239
31.3. Кость	243
31.4. Нарушения обмена фосфата кальция	245
31.5. Магниевый обмен	248
Литература	249

**VIII. Процесс дыхания****Глава 32. Легочное дыхание** ..... 252  
*Карл Кунцельмани, Оливер Тьюс*

Введение	252
32.1. Основные механизмы, лежащие в основе процесса дыхания	252

32.2. Вентиляция легких	258
32.3. Механика дыхания	263
32.4. Газообмен в легких	274
32.5. Перфузия легких и артериализация крови	279
Литература	283

**Глава 33. Регуляция дыхания** ..... 284  
*Дительм В. Рихтер*

Введение	284
33.1. Дыхательный ритм	284
33.2. Дыхательные центры	288
33.3. Химический контроль дыхания	294
33.4. Рефлекторный контроль дыхания	299
Литература	301

**Глава 34. Транспорт дыхательных газов** ..... 302  
*Вольфганг Йелкман*

Введение	302
34.1. Биофизические основы транспорта газа	302
34.2. Гемоглобин	304
34.3. Транспорт O <sub>2</sub> в крови	305
34.4. Транспорт CO <sub>2</sub> в крови	311
34.5. Зародышевый газообмен	313
Литература	314

**Глава 35. Кислотно-основной баланс** ..... 315  
*Флориан Ланг*

Введение	315
35.1. Уровень pH и его поддержание за счет буферов	315
35.2. Регулирование pH	319
35.3. Нарушения кислотно-основного баланса	324
Литература	327

**Глава 36. Кислород в тканях: субстрат, сигнал и повреждающий фактор** ..... 329  
*Ульрих Пол*

Введение	329
36.1. Потребность в кислороде	329
36.2. Обеспечение ткани кислородом	331
36.3. Последствия дефицита кислорода	335
36.4. Кислород как сигнальная молекула	340
36.5. Кислород как повреждающий фактор	341
Литература	344

**IX. Обмен веществ, работа, возраст****Глава 37. Питание** ..... 346  
*Ханс К. Бизальски*

Введение	346
37.1. Рацион питания	346

37.2. Макронутриенты . . . . .	348	39.6. Терморегуляция в норме и при патологии . . . . .	425
37.3. Витамины. . . . .	352	Литература . . . . .	428
37.4. Макро- и микроэлементы . . . . .	355	<b>Глава 40. Спортивная физиология и физиология</b>	
Литература . . . . .	357	<b>труда . . . . .</b>	<b>429</b>
<b>Глава 38. Функции желудочно-кишечного тракта . . . . .</b>	<b>358</b>	<i>Урс Бутелье</i>	
<i>Петер Вунель</i>		Введение . . . . .	429
Введение . . . . .	358	40.1. Мощность и производительность . . . . .	429
38.1. Общий обзор функций желудочно-кишечного		40.2. Продукция энергии . . . . .	430
тракта . . . . .	358	40.3. Аэробная и анаэробная нагрузка . . . . .	432
38.2. Секреция и моторика желудочно-кишечного		40.4. Физиологические адаптации к физической	
тракта . . . . .	362	активности. . . . .	436
38.3. Ротовая полость, гортань и пищевод . . . . .	366	40.5. Нагрузочные тесты . . . . .	443
38.4. Желудок. . . . .	370	40.6. Моторное обучение и тренировка . . . . .	446
38.5. Поджелудочная железа . . . . .	378	40.7. Усталость, истощение, перегрузка и отдых . . . . .	449
38.6. Печень и секреция желчи . . . . .	380	40.8. Допинг . . . . .	453
38.7. Тонкий кишечник . . . . .	387	Литература . . . . .	454
38.8. Толстый кишечник и прямая кишка . . . . .	390	<b>Глава 41. Старость и старение . . . . .</b>	<b>455</b>
38.9. Абсорбция электролитов, воды, витаминов		<i>Томас фон Зглински</i>	
и железа . . . . .	392	Введение . . . . .	455
38.10. Переваривание и абсорбция питательных		41.1. Что такое старение? . . . . .	455
веществ . . . . .	397	41.2. Клеточные и молекулярные механизмы	
38.11. Интестинальные механизмы защиты		старения . . . . .	458
и кишечные бактерии . . . . .	403	41.3. Изменения органов в старости . . . . .	462
Литература . . . . .	406	41.4. Функциональные нарушения и болезни . . . . .	467
<b>Глава 39. Энергетический и тепловой баланс,</b>		41.5. Вмешательство в процесс старения . . . . .	468
<b>терморегуляция . . . . .</b>	<b>407</b>	Литература . . . . .	471
<i>Понтус Б. Персон</i>		<b>Приложение . . . . .</b>	<b>472</b>
Введение . . . . .	407	<b>A1 Таблицы . . . . .</b>	<b>472</b>
39.1. Энергетическая ценность питательных		<b>A2 Словарь сокращений . . . . .</b>	<b>488</b>
веществ . . . . .	407	<b>A3 Единицы измерения и физиологические нормы</b>	<b>489</b>
39.2. Энергетический обмен . . . . .	410		
39.3. Температура тела человека . . . . .	414		
39.4. Терморегуляция . . . . .	416		
39.5. Теплопродукция, теплоотдача . . . . .	419		