

Н.А. Агаджанян, В.М. Смирнов

# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Учебник

*Издание 3-е, исправленное и дополненное*

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому  
и фармацевтическому образованию вузов России в качестве  
учебника для студентов медицинских вузов*

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по классическому  
университетскому образованию в качестве учебника для студентов  
высших учебных заведений, обучающихся по направлению  
020200 «Биология», специальности 020205 «Физиология»  
и смежным направлениям и специальностям*



Медицинское информационное агентство

Москва

2012

УДК 612(075.8)  
ББК 28.707+28.073я7  
А23

**Рецензенты:**

*В.И. Торшин*, профессор, зав. кафедрой нормальной физиологии РУДН;  
*Е.А. Юматов*, д-р мед. наук, профессор кафедры нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова.

**Агаджанян Н.А.**

**А23** Нормальная физиология: Учебник / Н.А. Агаджанян, В.М. Смирнов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2012. — 576 с.: ил.

ISBN 978-5-9986-0086-9

Учебник написан в соответствии с учебной программой курса «Нормальная физиология» и отражает многолетний опыт преподавания предмета на кафедрах нормальной физиологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова и РУДН. Помимо глав, освещающих вопросы физиологии отдельных органов и систем, в учебник включены главы «Физиология клетки», «Характеристика регуляторных механизмов», «Общая физиология возбудимых тканей», а также «Экология человека и основы валеологии» и «Физиология трудовой деятельности». Особое внимание уделено дискуссионным вопросам, в том числе проблемам взаимодействия клеток с помощью электрических полей. Прочному усвоению материала способствуют иллюстрации и таблицы.

Первые два издания учебника имели большой успех у студентов и преподавателей медицинских вузов. Третье издание существенно доработано в свете современных достижений физиологии.

Для студентов различных факультетов медицинских и биологических вузов.

**УДК 612(075.8)**  
**ББК 28.707+28.073я7**

**ISBN 978-5-9986-0086-9**

© Агаджанян Н.А., Смирнов В.М., 2012  
© Оформление. ООО «Издательство  
«Медицинское информационное  
агентство», 2012

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

# Оглавление

Предисловие .....	10
Список сокращений .....	12
Введение .....	15
Становление физиологии как науки.....	15
Физиологические понятия.....	16
Надежность физиологических систем — резервы организма .....	18
Периоды развития организма человека.....	22
Продление жизни человека.....	22
Глава 1. Физиология клетки.....	25
1.1. Функция клетки и ее органелл.....	25
1.2. Структурно-функциональная характеристика клеточной мембраны.....	29
1.3. Первичный транспорт веществ.....	32
1.4. Вторичный транспорт веществ.....	36
1.5. Ионные каналы .....	39
1.6. Свойства биологической ткани. Раздражители.....	40
Глава 2. Общая физиология возбудимых тканей .....	42
2.1. Открытие «животного» электричества.....	42
2.2. Потенциал покоя .....	43
2.3. Потенциал действия (возбуждение).....	48
2.4. Локальные потенциалы.....	52

2.5. Изменения возбудимости клетки во время ее возбуждения. Лабильность .....	54
2.6. Критерии для оценки возбудимости. Использование электрического тока в медицине .....	56
Глава 3. Сенсорные рецепторы, нервные волокна, нервно-мышечный синапс.....	61
3.1. Структурно-функциональная характеристика сенсорных рецепторов .....	62
3.2. Физиология нервных волокон.....	65
3.3. Физиология нервно-мышечного синапса .....	71
Глава 4. Физиология мышц.....	75
4.1. Структурно-функциональная характеристика скелетной мышцы .....	75
4.2. Механизм сокращения скелетной мышцы .....	78
4.3. Виды мышечных сокращений.....	81
4.4. Показатели физической деятельности мышц и утомление мышц .....	84
4.5. Структурно-функциональные особенности гладких мышц .....	86
Глава 5. Характеристика регуляторных механизмов .....	89
5.1. Нервный механизм регуляции .....	90
5.2. Гуморальная и миогенная регуляция .....	95
5.3. Единство и особенности регуляторных механизмов. Функции гематоэнцефалического барьера .....	96
5.4. Системный принцип регуляции функций организма .....	98
5.5. Типы регуляции функций организма.....	100
Глава 6. Центральная нервная система .....	103
6.1. Структурно-функциональная характеристика центральной нервной системы .....	103
6.2. Медиаторы и рецепторы центральной нервной системы.....	109
6.3. Механизм возбуждения нейронов.....	113
6.4. Характеристика распространения возбуждения в центральной нервной системе .....	115
6.5. Свойства нервных центров .....	117
6.6. Постсинаптическое торможение.....	122
6.7. Пресинаптическое торможение.....	125
6.8. Общая характеристика торможения в центральной нервной системе.....	126
6.9. Координационная деятельность центральной нервной системы. Интегративная роль нервной системы .....	127
6.10. Структурно-функциональная характеристика спинного мозга .....	131
6.11. Проводниковая функция спинного мозга .....	133
6.12. Соматические рефлексы спинного мозга.....	135
6.13. Механизм шагательного рефлекса спинного мозга.....	138
6.14. Тонус мышц у спинального организма .....	140

6.15. Двигательные системы ствола мозга и черепные нервы .....	141
6.16. Тонические рефлексy ствoла мoзгa .....	145
6.17. Прoвoдникoвaя фyнкция ствoла мoзгa .....	147
6.18. Интeгрaтивныe систeмы ствoла мoзгa .....	148
6.19. Фyнкции мoзжeчкa .....	151
6.20. Физиoлoгия прoмeжyтoчнoгo мoзгa .....	153
6.21. Фyнкции бaзaльных ядeр .....	156
6.22. Лимбичeскaя систeмa .....	157
6.23. Нeйрoннaя oргaнизaция нoвoй кoры. Кoртикaлизaция фyнкций .....	158
6.24. Oснoвныe фyнкциoнaльныe зoны нoвoй кoры .....	159
6.25. Мeтoды исслeдoвaния цeнтрaльнoй нeрвнoй систeмы .....	165
<b>Глaвa 7. Вeгeтaтивнaя нeрвнaя систeмa .....</b>	<b>169</b>
7.1. Oбщaя хaрaктeристикa вeгeтaтивнoй нeрвнoй систeмы .....	169
7.2. Симпaтичeскaя нeрвнaя систeмa .....	173
7.3. Пaрaсимпaтичeскaя нeрвнaя систeмa .....	177
7.4. Интрaoргaннaя нeрвнaя систeмa .....	179
7.5. Рeгуляция фyнкции синапсoв, симпaтичeские и пaрaсимпaтичeские взaимoдeйствия .....	181
7.6. Взaимoдeйствиe мeждy oтдeлaми вeгeтaтивнoй нeрвнoй систeмы .....	182
7.7. Цeнтры вeгeтaтивнoй нeрвнoй систeмы .....	184
7.8. Аффeрeнтныe пyти вeгeтaтивнoй нeрвнoй систeмы .....	186
7.9. Тoнyс вeгeтaтивныx цeнтрoв .....	188
7.10. Трoфичeскoe дeйствиe нeрвнoй систeмы .....	189
<b>Глaвa 8. Гoрмoнaльнaя рeгуляция фyнкций oргaнизмa .....</b>	<b>192</b>
8.1. Хaрaктeристикa гoрмoнaльнoй рeгуляции .....	192
8.2. Гoрмoны гипoфизa, эпифизa, тимyсa .....	198
8.3. Фyнкции гoрмoнoв щитoвиднoй жeлeзы .....	203
8.4. Физиoлoгия пaрaщитoвидныx жeлeз. Кaльцитриoл .....	204
8.5. Фyнкции гoрмoнoв пoджeлyдoчнoй жeлeзы .....	206
8.6. Гoрмoны нaдпoчeчникoв .....	209
8.7. Пoлoвыe жeлeзы .....	212
<b>Глaвa 9. Систeмa крoви .....</b>	<b>216</b>
9.1. Крoвь кaк внyтрeнняя срeдa oргaнизмa .....	216
9.2. Физиoлoгия эритроцитoв .....	219
9.3. Физиoлoгия лейкоцитoв .....	223
9.4. Свoйствa и фyнкциoны трoмбoцитoв .....	227
9.5. Систeмы грyпп крoви .....	228
9.6. Сoсyдистo-трoмбoцитaрный (пeрвичный) гeмoстaз .....	230
9.7. Кoагуляциoнный гeмoстaз .....	232
9.8. Мeхaнизм фибринолизa .....	236

Глава 10. Система дыхания .....	238
10.1. Структурно-функциональная характеристика системы дыхания .....	238
10.2. Механизм вдоха и выдоха. Объем вентиляции .....	243
10.3. Газообмен между альвеолами и кровью организма .....	254
10.4. Транспорт кислорода кровью .....	256
10.5. Транспорт углекислого газа кровью .....	259
10.6. Регуляция дыхания .....	262
10.6.1. Дыхательный центр .....	262
10.6.2. Саморегуляция вдоха и выдоха .....	264
10.6.3. Гуморальная регуляция дыхания .....	266
10.6.4. Влияние интеро- и экстерорецептивных зон на дыхание .....	268
10.7. Дыхание в разных условиях .....	269
Глава 11. Система кровообращения .....	272
11.1. История. Характеристика системы кровообращения .....	272
11.2. Цикл сердечной деятельности .....	274
11.3. Особенности свойств сердечной мышцы и ее энергетического обеспечения .....	277
11.4. Автоматия сердца .....	281
11.5. Основные методы исследования деятельности сердца .....	285
11.6. Регуляция деятельности сердца .....	291
11.7. Основные показатели и закономерности гемодинамики .....	299
11.8. Классификация сосудов .....	302
11.9. Движение крови по артериям .....	303
11.10. Движение крови по капиллярам .....	307
11.11. Движение крови по венам .....	309
11.12. Особенности кровотока в отдельных органах .....	311
11.13. Регуляция тонуса сосудов .....	314
11.14. Регуляция системного артериального давления .....	320
11.14.1. Механизм быстрого реагирования .....	320
11.14.2. Механизм небыстрого и медленного реагирования .....	324
11.15. Кровообращение при физическом и эмоциональном напряжении .....	325
Глава 12. Лимфатическая система .....	328
Глава 13. Система пищеварения .....	332
13.1. Общая характеристика системы пищеварения .....	332
13.2. Состояние голода и насыщения .....	337
13.3. Пищеварение в полости рта .....	338
13.4. Акт глотания .....	344
13.5. Пищеварение в желудке .....	346
13.6. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке .....	356
13.7. Физиология печени .....	358
13.8. Пищеварение в тонкой кишке .....	362

13.9. Всасывание питательных веществ .....	367
13.10. Пищеварение в толстой кишке .....	368
Глава 14. Обмен веществ и энергии. Питание. Терморегуляция.....	372
14.1. Основные понятия.....	372
14.2. Обмен веществ и питание .....	374
14.3. Обмен энергии в организме.....	382
14.4. Терморегуляция.....	387
Глава 15. Выделительная система .....	392
15.1. Характеристика системы выделения .....	392
15.2. Роль различных отделов нефрона в образовании мочи .....	397
15.3. Регуляция образования мочи .....	403
15.4. Роль почек в регуляции физиологических показателей организма .....	405
15.5. Состав, количество и выведение мочи.....	410
15.6. Методы исследования выделительной функции почек .....	413
Глава 16. Сенсорные системы.....	415
16.1. Общая характеристика сенсорных систем.....	415
16.2. Свойства сенсорных систем и приспособление организма к окружающей среде .....	419
16.3. Критерии для оценки чувствительности сенсорных систем и регуляция их деятельности .....	421
16.4. Кодирование информации в нервной системе .....	423
16.5. Система зрения .....	427
16.6. Система слуха.....	439
16.7. Системы положения тела.....	444
16.8. Системы вкуса и обоняния.....	448
16.9. Тактильная система и система температуры внешней среды.....	451
16.10. Сенсорные системы внутренней среды организма .....	453
Глава 17. Система боли.....	455
17.1. Болевая система.....	456
17.2. Обезболивающая система .....	458
Глава 18. Высшая нервная деятельность.....	463
18.1. Методы исследования высшей нервной деятельности.....	463
18.2. Память.....	464
18.3. Научение .....	469
18.3.1. Характеристика условных рефлексов .....	469
18.3.2. Классификация условных рефлексов .....	470
18.3.3. Образование условных рефлексов.....	473
18.3.4. Торможение условных рефлексов.....	475
18.3.5. Другие виды научения .....	477

18.4. Типы высшей нервной деятельности, темперамент и структура личности .....	482
18.4.1. Свойства нервной системы и основные типы высшей нервной деятельности животных и человека .....	482
18.4.2. Определение типов высшей нервной деятельности и их формирование.....	484
18.5. Сон и сновидения.....	486
18.6. Механизмы бодрствования и сна .....	490
18.7. Понятие о гипнозе .....	492
<b>Глава 19. Психическая деятельность и поведение.....</b>	<b>493</b>
19.1. Сознание и мышление.....	494
19.2. Осознаваемая и подсознательная деятельность организма.....	496
19.3. Эмоции.....	498
19.4. Другие виды психической деятельности.....	501
19.5. Психическая деятельность и электроэнцефалограмма .....	502
19.6. Кортико-висцеральные взаимовлияния. Понятие о психосоматической медицине.....	503
19.7. Особенности психической деятельности человека.....	504
19.7.1. Сознание и вторая сигнальная система человека.....	505
19.7.2. Центры речи и ее восприятие .....	506
19.7.3. Физическая работа и мышление человека .....	508
19.7.4. Латерализация психических функций.....	509
19.8. Потребности.....	510
19.9. Мотивации как фактор поведения.....	511
19.10. Функциональная система поведенческого акта .....	513
19.11. Взаимодействие основных структур мозга, обеспечивающих двигательный акт .....	515
<b>Глава 20. Биологические ритмы .....</b>	<b>520</b>
20.1. Понятия. Факторы, формирующие биоритмы.....	520
20.2. Характеристика биоритмов и их классификация .....	521
20.3. Биологические часы .....	527
20.4. Биоритмы и работоспособность .....	528
<b>Глава 21. Адаптивные механизмы организма.....</b>	<b>530</b>
21.1. Характеристика и классификация адаптивных механизмов.....	531
21.2. Стрессоры и стадии резистентности организма.....	533
21.3. Механизмы развития резистентности и дезадаптации .....	534
21.4. Адаптация к физической нагрузке и гипокинезии .....	535
21.5. Защита от микробов и чужеродных тел.....	538
<b>Глава 22. Экология человека и основы валеологии.....</b>	<b>541</b>
22.1. Характеристика экологии как науки.....	541
22.2. Экологические аспекты формирования рас и конституций человека .....	543
22.3. Основные принципы формирования здоровья человека .....	545



---

Глава 23. Физиология трудовой деятельности.....	551
Глава 24. Воспроизведение.....	558
24.1. Физиологические закономерности беременности и родового акта .....	558
24.2. Половое развитие человека .....	560
24.3. Половое поведение .....	562
Литература.....	569