



# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Под редакцией А.А. Семеновича  
и В.А. Переверзева

УЧЕБНИК



# НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Под редакцией А.А. Семеновича  
и В.А. Переверзева

*2-е издание, исправленное и дополненное*

Утверждено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебника для студентов учреждений высшего образования  
по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия»,  
«Медико-профилактическое дело», «Стоматология»



---

МИНСК «НОВОЕ ЗНАНИЕ» 2020

УДК 612(075.8)  
ББК 28.707.3я73  
Н83

Авторы:

А.А. Семенович, В.А. Переверзев, А.И. Кубарко, В.И. Кузнецов, Д.А. Александров,  
О.С. Никитина

Рецензент:

зав. кафедрой нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского университета, д-р мед. наук, профессор *В.В. Зинчук*

**Нормальная физиология** : учебник / А.А. Семенович [и др.] ; под ред. Н83 А.А. Семеновича и В.А. Переверзева. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Новое знание, 2020. — 520 с. : ил.

ISBN 978-985-24-0085-5.

В настоящем учебнике сделана попытка выделения из обширнейшего объема знаний по физиологии человека основополагающих моментов, необходимых для медицинского образования. При этом авторы стремились излагать материал лаконично и в облегченном для понимания варианте. Это позволяет рекомендовать данное издание студентам всех факультетов (включая факультеты иностранных студентов) медицинских университетов, а также для использования в других учреждениях образования медицинского и немедицинского профиля, которые имеют в своей программе элементы физиологии человека.

Излагаемые материалы также могут представлять интерес для чтения всем интересующимся вопросами физиологии человека и здорового образа жизни.

**УДК 612(075.8)**  
**ББК 28.707.3я73**

---

*Учебное издание*

**Семенович** Анатолий Адамович,  
**Переверзев** Владимир Алексеевич,  
**Кубарко** Алексей Иванович и др.

**НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

Учебник

Ответственный за выпуск *С.В. Исаенко*

Подписано в печать 29.11.2019. Формат 70×100<sup>1/16</sup>.  
Усл. печ. л. 42,41. Уч.-изд. л. 36,9. Тираж 1200 экз. Заказ №

Общество с ограниченной ответственностью «Новое знание». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/276 от 23.12.2015. Пр. Пушкина, д. 15а, Минск, Республика Беларусь. Почтовый адрес: а/я 79, 220050, Минск, Республика Беларусь. Телефон/факс: (10-375-17) 360-20-02; e-mail: nk@wnk.biz http://wnk.biz



Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат».  
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93  
www.oaompk.ru, www.oaompk.pф, тел.: 8-495-745-84-28, 8-49638-20-685

ISBN 978-985-24-0085-5

© Оформление. ООО «Новое знание», 2020

# Оглавление

Предисловие.....	9
Список сокращений.....	10

## РАЗДЕЛ I. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИОЛОГИЮ. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ

<b>1. Физиология: предмет, методология, история развития.....</b>	<b>15</b>
1.1. Предмет физиологии, ее значение в системе медицинских знаний.....	15
1.2. Методы физиологических исследований.....	16
1.3. Краткая история развития физиологии.....	17
<b>2. Важнейшие понятия физиологии и теории физиологических регуляций в организме.....</b>	<b>21</b>
2.1. Общие сведения.....	21
2.2. Нейрогуморальная регуляция функций организма.....	23
2.2.1. Важнейшие понятия теории физиологических регуляций.....	23
2.2.2. Физиология гистогематических барьеров.....	36
2.3. Химическая сигнализация и клеточные рецепторы.....	38
<b>3. Общая физиология возбудимых тканей.....</b>	<b>43</b>
3.1. Терминология и основные характеристики.....	43
3.2. Электрическая сигнализация в возбудимых тканях. Биопотенциалы.....	46
3.3. Сенсорные рецепторы и рецепторный потенциал.....	51
3.4. Классификация и функции нервных волокон.....	54
3.5. Виды синапсов. Передача возбуждения в синапсах.....	57
3.5.1. Виды синапсов.....	57
3.5.2. Механизм передачи возбуждения в синапсе.....	59
3.5.3. Свойства химических синапсов.....	62
<b>4. Центральная нервная система. Общие вопросы.....</b>	<b>64</b>
4.1. Общая характеристика структуры и функций нервной системы.....	64
4.2. Структура, функции и классификация нейронов.....	66
4.3. Особенности центральных синапсов и взаимодействий между нейронами....	68
4.4. Торможение и механизмы активации тормозных синапсов.....	70
4.5. Интегративная деятельность нейрона.....	72
4.6. Понятие о нервном центре. Свойства нервных центров.....	75
4.7. Рефлексы. Интегративная и координационная деятельность ЦНС.....	77
4.7.1. Рефлекс как один из механизмов интегративной деятельности ЦНС... 78	
4.7.2. Принципы координационной деятельности ЦНС.....	79
4.8. Методы исследования функций нервных центров.....	81
<b>5. Эндокринная система.....</b>	<b>84</b>
5.1. Общая характеристика эндокринной системы.....	84
5.2. Гипоталамо-гипофизарная система.....	86
5.2.1. Эффекторные гормоны гипоталамуса и нейрогипофиза.....	87
5.2.2. Эффекторные гормоны гипофиза.....	88
5.2.3. Тропные гормоны гипофиза.....	90

5.3. Щитовидная железа .....	92
5.3.1. Синтез, секреция и физиологическая роль тиреоидных гормонов.....	92
5.3.2. Эндокринная функция парафолликулярных К-клеток щитовидной железы.....	94
5.4. Паращитовидные железы .....	95
5.5. Шишковидная железа (эпифиз).....	96
5.6. Надпочечники .....	97
5.6.1. Минералокортикоиды.....	97
5.6.2. Глюкокортикоиды .....	99
5.6.3. Половые гормоны .....	101
5.6.4. Роль мозгового вещества надпочечников .....	101
5.7. Половые железы .....	102
5.7.1. Мужские половые гормоны.....	103
5.7.2. Женские половые гормоны.....	104
5.8. Поджелудочная железа (эндокринная часть).....	106
5.9. Эндокринные функции неэндокринных клеток .....	107
5.10. Стресс, его механизмы, способы профилактики.....	108
5.11. Регуляция обмена кальция и фосфора в организме и в костной ткани.....	111
5.11.1. Роль и функции кальция и фосфора в организме, их содержание... ..	111
5.11.2. Костная ткань: функции, виды, структура, возрастные изменения... ..	112
5.11.3. Клеточный состав и основное вещество костной ткани .....	113
5.11.4. Питание и метаболизм костей.....	116
5.11.5. Баланс кальция и неорганического фосфата в организме и в костной ткани: возрастные особенности, механизмы регуляции.....	116
5.11.6. Регуляция гомеостаза кальция и фосфатов в крови .....	119
<b>6. Физиология мышц.....</b>	<b>122</b>
6.1. Скелетные мышцы. Их свойства и функции.....	122
6.2. Режимы и виды мышечных сокращений.....	123
6.3. Механизм сокращения мышечного волокна .....	127
6.4. Сила мышц.....	129
6.5. Утомление и его физиологические основы .....	134
6.6. Гладкие мышцы.....	134

## РАЗДЕЛ II. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

<b>7. Частная физиология центральной нервной системы.....</b>	<b>141</b>
7.1. Спинной мозг.....	141
7.1.1. Центры спинного мозга .....	143
7.1.2. Функции спинного мозга.....	145
7.2. Продолговатый мозг.....	156
7.3. Мост и мозжечок .....	162
7.3.1. Мост.....	162
7.3.2. Мозжечок.....	165
7.4. Средний мозг.....	168
7.5. Промежуточный мозг.....	173
7.5.1. Таламус .....	173
7.5.2. Гипоталамус.....	176

---

7.6. Ретикулярная формация ствола мозга.....	177
7.7. Конечный мозг.....	179
7.7.1. Базальные ганглии .....	179
7.7.2. Лимбическая система и ее функции.....	181
7.8. Кора полушарий большого мозга.....	182
7.8.1. Структурно-функциональная характеристика коры мозга.....	182
7.8.2. Сенсорные области коры .....	185
7.8.3. Двигательные области коры .....	187
7.8.4. Ассоциативные области коры .....	189
7.8.5. Функциональная асимметрия мозга.....	191
7.9. Автономная (вегетативная) нервная система .....	192
7.9.1. Структурные и функциональные особенности АНС.....	192
7.9.2. Симпатический отдел АНС: его функции и структура.....	197
7.9.3. Парасимпатический отдел АНС: его функции и структура.....	199
7.9.4. Метасимпатический (интраорганный) отдел АНС .....	201
7.9.5. Адаптационно-трофическое влияние АНС и взаимодействие ее отделов в обеспечении вегетативных и соматических функций .....	202
7.9.6. Оценка тонуса вегетативных центров и его коррекция.....	202
7.10. Цереброспинальная жидкость.....	203
<b>8. Физиология крови .....</b>	<b>205</b>
8.1. Понятие о системе крови .....	205
8.2. Состав и количество крови.....	206
8.3. Физико-химические свойства крови и плазмы .....	208
8.4. Форменные элементы крови .....	211
8.4.1. Эритроциты: строение, свойства, функции.....	211
8.4.2. Лейкоциты: классификация, свойства, функции .....	216
8.4.3. Тромбоциты .....	220
8.5. Гемопоэз и его регуляция.....	221
8.6. Система регуляции агрегатного состояния крови .....	225
8.7. Группы крови .....	229
8.8. Переливание препаратов крови и кровезаменителей .....	233
<b>9. Физиология кровообращения .....</b>	<b>235</b>
9.1. Физиология сердца.....	235
9.1.1. Физиологические свойства сердечной мышцы и проводящая система сердца .....	236
9.1.2. Особенности возбудимости, проводимости и сократимости сердечной мышцы .....	239
9.1.3. Сердечный цикл и его фазы .....	243
9.1.4. Методы исследования работы сердца.....	245
9.1.5. Работа сердца и особенности коронарного кровообращения.....	251
9.1.6. Показатели насосной функции сердца и сократимости миокарда....	253
9.1.7. Ритм сердца и его нарушения .....	254
9.2. Регуляция работы сердца .....	255
9.2.1. Интракардиальные механизмы .....	255
9.2.2. Экстракардиальные механизмы .....	257

---

9.3. Гемодинамика .....	263
9.3.1. Подразделение сосудов по функциональным признакам.....	263
9.3.2. Закономерности движения крови по сосудам .....	264
9.3.3. Микроциркуляция .....	268
9.3.4. Особенности кровотока в венах и депо крови.....	272
9.3.5. Давление крови.....	275
9.3.6. Артериальный пульс .....	278
9.4. Регуляция кровообращения .....	281
9.4.1. Регуляция тонуса сосудов .....	281
9.4.2. Регуляция артериального давления крови.....	288
9.4.3. Влияние физической нагрузки на систему кровообращения.....	293
9.5. Лимфа и лимфообращение.....	296
<b>10. Физиология дыхания .....</b>	<b>300</b>
10.1. Внешнее дыхание .....	300
10.1.1. Физиологическая роль дыхательных путей и легких.....	301
10.1.2. Эластическая тяга легких и грудной клетки.....	303
10.1.3. Пониженное давление в плевральной щели и пневмоторакс .....	304
10.1.4. Механизм вдоха и выдоха.....	306
10.2. Методы исследования и показатели внешнего дыхания .....	309
10.2.1. Легочные объемы и емкости.....	309
10.2.2. Поточковые показатели внешнего дыхания .....	312
10.3. Особенности вентиляции и кровотока в легких.....	314
10.4. Газообмен в легких .....	316
10.5. Транспорт газов кровью.....	318
10.5.1. Транспорт кровью кислорода.....	318
10.5.2. Транспорт кровью углекислого газа и его связь с кислотно-основным равновесием крови .....	321
10.6. Газообмен в тканях .....	323
10.7. Регуляция дыхания .....	325
10.7.1. Функциональная система регуляции дыхания.....	325
10.7.2. Дыхательный центр .....	327
10.7.3. Рецепторы кислорода, углекислого газа и показателя рН .....	330
10.7.4. Рецепторы дыхательных путей и легких и вызываемые с них рефлекторные реакции.....	331
10.7.5. Механизмы поддержания проходимости дыхательных путей .....	332
10.7.6. Первый вдох ребенка.....	334
10.7.7. Дыхание при изменении давления и состава воздуха .....	335
10.8. Искусственное дыхание .....	337
10.9. Резервы гемокardiореспираторной системы в газообмене .....	338
<b>11. Физиология пищеварения.....</b>	<b>345</b>
11.1. Общая характеристика системы пищеварения.....	345
11.2. Пищеварение в ротовой полости.....	346
11.3. Пищеварение в желудке.....	349
11.4. Пищеварение в 12-перстной кишке.....	356
11.5. Функции печени и ее роль в пищеварении .....	358

---

11.6. Пищеварение в тощей и подвздошной кишках .....	362
11.7. Пищеварение в толстом кишечнике .....	365
11.8. Всасывание.....	367
11.9. Механизмы возникновения голода и насыщения.....	370
<b>12. Обмен веществ и энергии. Питание.....</b>	<b>372</b>
12.1. Обмен веществ как необходимое условие обеспечения жизнедеятельности.....	372
12.1.1. Метаболизм и его составляющие .....	372
12.1.2. Обмен белков .....	375
12.1.3. Обмен углеводов.....	377
12.1.4. Обмен липидов .....	379
12.1.5. Водно-солевой обмен .....	381
12.1.6. Витамины .....	383
12.2. Энергетические затраты организма и методы их измерения .....	386
12.2.1. Основной обмен и его значение.....	386
12.2.2. Общий обмен энергии .....	387
12.2.3. Методы определения энергетических затрат организма.....	388
12.3. Питание и составление пищевых рационов.....	389
<b>13. Терморегуляция .....</b>	<b>395</b>
13.1. Температура тела человека и ее измерение .....	395
13.2. Теплопродукция (термогенез) и теплоотдача .....	397
13.3. Регуляция температуры тела (терморегуляция).....	400
13.4. Эффекторные механизмы теплообмена.....	404
<b>14. Физиология выделения. Мочевыделительная система.....</b>	<b>407</b>
14.1. Общая характеристика системы выделения.....	407
14.2. Строение и функции почек.....	408
14.2.1. Нефрон как структурная единица почки .....	408
14.2.2. Функции почек.....	410
14.2.3. Особенности кровоснабжения и кровотока в почках.....	412
14.3. Механизм мочеобразования .....	412
14.3.1. Процессы, обеспечивающие мочеобразование.....	412
14.3.2. Реабсорбция и секреция веществ в различных отделах нефрона ..	416
14.3.3. Методы исследования экскреторной функции почек.....	419
14.4. Нервная и гуморальная регуляция деятельности почек .....	420
14.4.1. Регуляция скорости клубочковой фильтрации .....	421
14.4.2. Регуляция процессов реабсорбции и секреции.....	421
14.5. Объем, состав и свойства мочи.....	423
14.6. Мочевыделение и мочеиспускание.....	425

### РАЗДЕЛ III. ИНТЕГРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

<b>15. Высшая нервная деятельность .....</b>	<b>429</b>
15.1. Врожденные формы поведения .....	429
15.2. Приобретенные поведенческие реакции и научение .....	431
15.3. Правила выработки, классификация и механизмы образования условных рефлексов .....	434



15.4. Торможение условных рефлексов .....	441
15.5. Динамика корковых процессов и аналитико-синтетическая деятельность мозга .....	442
15.6. Функциональная система поведенческого акта .....	443
15.7. Память, ее виды и механизмы.....	445
15.8. Типы высшей нервной деятельности .....	451
15.9. Мотивации и эмоции .....	454
15.10. Сознание .....	460
15.11. Мышление и речь.....	462
15.12. Физиология сна .....	467
<b>16. Физиология сенсорных систем .....</b>	<b>470</b>
16.1. Понятие об анализаторах, органах чувств, сенсорных системах .....	470
16.2. Зрительная система .....	473
16.2.1. Особенности строения и свойств глаза, обеспечивающие функцию зрения .....	473
16.2.2. Рефракция и аккомодация .....	474
16.2.3. Строение и функциональное значение сетчатой оболочки глаза....	477
16.2.4. Адаптация. Освещенность и проблема зрительного утомления. Цветовое зрение.....	480
16.2.5. Первичная обработка сигналов в сетчатке .....	482
16.2.6. Передача и обработка сигналов в зрительных путях.....	484
16.2.7. Обработка информации в центральных отделах зрительной системы .....	485
16.2.8. Движения глаз. Центральные и периферические механизмы координации зрительной и глазодвигательной функций.....	486
16.3. Слуховая система.....	488
16.3.1. Структуры и механизмы, обеспечивающие проведение и восприятие звука .....	488
16.3.2. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах слуховой системы .....	493
16.4. Вестибулярная система .....	496
16.4.1. Периферический отдел вестибулярной системы .....	496
16.4.2. Передача и обработка информации в проводниковом и центральном отделах вестибулярной системы.....	497
16.4.3. Реакции организма на раздражение вестибулярных рецепторов...	498
16.5. Система вкусовой чувствительности .....	499
16.6. Обонятельная система .....	503
16.7. Соматовисцеральная сенсорная система.....	506
16.7.1. Тактильная чувствительность .....	506
16.7.2. Температурная чувствительность .....	509
16.7.3. Проприоцептивная чувствительность .....	510
16.7.4. Система висцеральной чувствительности .....	513
16.8. Система болевой чувствительности .....	515
Литература .....	519