

УДК 796.01:612(075.8)

ББК 75.0я73

C50

#### **Рецензенты:**

*Судаков К.В.* — зав. кафедрой нормальной физиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, профессор, академик РАМН.

*Смоленский А.В.* — зав. кафедрой спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, доктор медицинских наук, профессор.

*Тоневицкий А.Г.* — зав. кафедрой физического воспитания и спорта МГУ, профессор, член-корреспондент РАН.

#### **Авторы:**

*Смирнов В.М.* — д-р биол. наук, канд. мед. наук, зав. кафедрой физиологии РГМУ;

*Фудин Н.А.* — д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАМН, зав. лабораторией системных механизмов спортивной деятельности НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина;

*Полнее Б.Н.* — д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой лечебной физкультуры и спорта РГМУ;

*Смирнов А.В.* — д-р мед. наук, профессор РГМУ.

#### **Смирнов В.М., Фудин Н.А., Поляев Б.А., Смирнов А.В.**

C50 Физиология физического воспитания и спорта: Учебник. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2012. — 544 е.: ил.

ISBN 978-5-8948-1857-3

Изложены классические представления о функционировании всех органов и систем организма и новейшие, но многократно подтвержденные данные (в частности, показана роль электрических полей во взаимодействии клеток, наличие в организме ранее неизвестного серотонинергического отдела вегетативной нервной системы). Особое внимание уделено акклиматизации организма, биоритмам, физиологии детского организма, способам определения работоспособности, профилактике утомления и переутомления, деятельности систем организма во время тренировок и на соревнованиях, проблемам питания, в том числе и питания спортсменов во время соревнований. Деятельность органов и систем организма во время физических нагрузок описана в соответствующих главах учебника, а также в разделе, посвященном основным видам спорта.

Для студентов колледжей, факультетов физической культуры вузов, институтов физической культуры и спорта, тренеров, спортивных врачей и преподавателей вузов.

**УДК 796.01:612(075.8)**

**ББК 75.0я73**

**ISBN 978-5-8948-1857-3**

© Смирнов В.М., Фудин Н.А.,

Поляев Б.А., Смирнов А.В., 2012

© Оформление. ООО «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.....	11
Список сокращений.....	13
Введение.....	15
1. Периоды развития организма человека.....	15
2. Акселерация и ретардация роста и развития детей и подростков.....	16
3. Опорно-двигательный аппарат — понятие.....	18
4. Структурно-функциональная характеристика костей.....	19
5. Структурно-функциональная характеристика суставов.....	27
6. Развитие структуры и функций мышц.....	29
Глава 1.    Общая характеристика организма. Физиология клетки.....	33
1.1. Физиологические понятия.....	33
1.2. Свойства биологической ткани и раздражителя.....	34
1.3. Надежность физиологических систем.....	35
1.4. Физиология клетки.....	37
Глава 2.    Общая физиология возбудимых тканей.....	43
2.1. Потенциал покоя.....	43
2.2. Потенциал действия.....	46
2.3. Локальные потенциалы.....	49
2.4. Изменения возбудимости клетки во время ее возбуждения. Лабильность.....	51
2.5. Критерии для оценки возбудимости.....	53
Глава 3.    Сенсорные рецепторы, нервные волокна, нервно-мышечный синапс.....	56
3.1. Структурно-функциональная характеристика сенсорных рецепторов.....	56

3.2. Физиология нервных волокон.....	60
3.3. Физиология нервно-мышечного синапса.....	66
Глава 4. Физиология мышц. Утомление.	
<b>Мышечные боли у спортсменов.....</b>	<b>70</b>
4.1. Структурно-функциональная характеристика скелетной мышцы.....	70
4.2. Виды мышечных волокон и спортивные достижения.....	74
4.3. Механизм сокращения скелетной мышцы.....	76
4.4. Виды мышечных сокращений.....	80
4.5. Показатели деятельности мышц и достижений в спорте.	
Электромиография.....	82
4.6. Утомление мышцы и организма. Мышечные боли у спортсменов.....	85
4.7. Структурно-функциональные особенности гладких мышц.....	87
Глава 5. Характеристика регуляторных механизмов.....	<b>90</b>
5.1. Нервный механизм регуляции.....	90
5.2. Гуморальная и миогенная регуляции.....	93
5.3. Системный принцип регуляции функций организма.....	95
5.4. Типы регуляции функций организма.....	99
Глава 6. Центральная нервная система и регуляция движений.....	101
6.1. Структурно-функциональная характеристика центральной нервной системы.....	101
6.2. Медиаторы и рецепторы ЦНС.....	105
6.3. Механизм возбуждения нейронов.....	109
6.4. Характеристика распространения возбуждения в центральной нервной системе.....	111
6.5. Свойства нервных центров.....	112
6.6. Торможение в центральной нервной системе.....	116
6.7. Координационная деятельность центральной нервной системы и координация движений.....	118
6.8. Структурно-функциональная характеристика спинного мозга.....	121
6.9. Проводниковая функция спинного мозга и движения организма.....	122
6.10. Рефлексы спинного мозга и двигательная активность организма.....	123
6.11. Тонус мышц у спинального организма.....	130
6.12. Функции черепных нервов ствола мозга.....	131
6.13. Характеристика мезенцефального организма.....	133
6.14. Проводниковая функция ствола мозга и двигательная активность организма.....	135
6.15. Роль тонических рефлексов ствола мозга в организации движений.....	136
6.16. Интегративные системы ствола мозга.....	139
6.17. Двигательные функции мозжечка.....	141
6.18. Физиология промежуточного мозга.....	143
6.19. Двигательные функции базальных ядер.....	144

10.4. Газообмен между альвеолами и кровью организма. Диффузионная способность легких у спортсмена.....	224
10.5. Транспорт кровью кислорода.....	226
10.6. Транспорт углекислого газа кровью.....	229
10.7. Дыхательный центр.....	231
10.8. Регуляция дыхания. Бронхоспазм у спортсменов.....	234
10.9. Дыхание при физической нагрузке. Кислородный долг у спортсмена ....	236
10.10. Дыхание при пониженном и повышенном атмосферном давлении.....	238
 Глава 11. Система кровообращения и лимфатическая система в покое и при нагрузках.....	 240
11.1. Цикл сердечной деятельности.....	240
11.2. Особенности свойств сердечной мышцы и ее энергетического обеспечения.....	243
11.3. Автоматия сердца.....	247
11.4. Основные методы исследования деятельности сердца.....	249
11.5. Частота сердечных сокращений при нагрузочных тестах.....	254
11.6. Регуляция деятельности сердца.....	255
11.7. Основные показатели и закономерности гемодинамики.....	260
11.8. Классификация сосудов.....	263
11.9. Движение крови по артериям.....	264
11.10. Движение крови по капиллярам (микроциркуляция).....	267
11.11. Движение крови по венам.....	268
11.12. Особенности кровотока в отдельных органах.....	269
11.13. Регуляция тонуса сосудов.....	270
11.14. Регуляция системного артериального давления.....	274
11.15. Кровообращение при физической нагрузке и изменении положения тела (общие закономерности).....	279
11.16. Основные показатели деятельности сердца у спортсменов.....	282
11.17. Перераспределение крови во время физической нагрузки.....	285
11.18. Кровообращение при эмоциональном напряжении (предстартовое состояние).....	286
11.19. Оценка деятельности сердца у спортсменов с помощью частоты сердечных сокращений.....	287
11.20. Лимфатическая система.....	288
 Глава 12. Система пищеварения в покое и при нагрузке. Печеночный синдром у спортсменов.....	 291
12.1. Общая характеристика системы пищеварения.....	291
12.2. Пищеварение в полости рта.....	295
12.3. Акт глотания.....	298
12.4. Пищеварение в желудке.....	299
12.5. Моторная функция желудка.....	302
12.6. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке.....	304

12.7. Физиология печени. Болевой печеночный синдром у спортсменов.....	305
12.8. Пищеварение в тонкой кишке. Влияние физической нагрузки.....	308
12.9. Всасывание питательных веществ.....	311
12.10. Пищеварение в толстой кишке.....	312
Глава 13. Обмен веществ и энергии, питание и терморегуляция у нетренированных лиц и спортсменов.....	316
13.1. Основные понятия.....	316
13.2. Обмен белков.....	317
13.3. Обмен липидов.....	319
13.4. Обмен углеводов.....	321
13.5. Обмен воды.....	322
13.6. Обмен минеральных веществ. Роль витаминов в организме.....	323
13.7. Водно-солевой обмен у спортсменов.....	325
13.8. Обмен энергии в организме.....	325
13.9. Исследование прихода и расхода энергии.....	328
13.10. Питание: основные положения.....	330
13.11. Расход энергии при различных видах спорта. Определение отклонения от основного обмена.....	333
13.12. Питание спортсменов.....	334
13.13. Витамины.....	336
13.14. Состав тела спортсмена и денситометрия.....	338
13.15. Терморегуляция.....	339
13.16. Температура тела при физической нагрузке и тепловой удар.....	342
Глава 14. Выделительная система.....	344
14.1. Понятие о системе выделения.....	344
14.2. Структурно-функциональная характеристика почки.....	345
14.3. Роль различных отделов нефрона в образовании мочи.....	347
14.4. Регуляция образования мочи.....	351
14.5. Роль почек в регуляции физиологических показателей организма.....	352
14.6. Количество, состав и выведение мочи.....	356
Глава 15. Сенсорные системы.....	359
15.1. Общая характеристика сенсорных систем.....	359
15.2. Свойства сенсорных систем и приспособление организма к окружающей среде.....	362
15.3. Критерии для оценки чувствительности сенсорных систем и регуляция их деятельности.....	364
15.4. Кодирование информации в нервной системе.....	366
15.5. Отделы системы зрения.....	368
15.6. Механизмы глаза, обеспечивающие ясное зрение в различных условиях.....	372
15.7. Система слуха.....	379

15.8. Система положения тела.....	385
15.9. Системы вкуса и обоняния.....	389
15.10. Тактильная сенсорная система и температура внешней среды.....	392
15.11. Сенсорные системы внутренней среды организма.....	394
Глава 16. Система боли.....	396
16.1. Болевая система.....	396
16.2. Обезболивающая система.....	399
Глава 17. Высшая нервная деятельность.....	403
17.1. Память.....	403
17.2. Условный рефлекс как научение.....	407
17.3. Торможение условных рефлексов (врожденное и приобретенное).....	409
17.4. Другие виды научения.....	411
17.5. Типы высшей нервной деятельности и темпераменты личности.....	414
17.6. Сон и сновидения.....	416
17.7. Гипноз.....	418
17.8. Методы исследования высшей нервной деятельности.....	419
Глава 18. Психическая деятельность и поведение.	
Предстартовое состояние. Плацебо в спорте.....	420
18.1. Мышление и сознание.....	421
18.2. Осознаваемая и подсознательная деятельность организма.....	423
18.3. Эмоции.....	424
18.4. Другие виды психической деятельности.....	425
18.5. Особенности психической деятельности человека.....	426
18.6. Мотивация как фактор поведения.....	429
18.7. Функциональная система поведенческого акта.....	430
18.8. Взаимодействие основных структур мозга, обеспечивающих двигательный акт.....	432
18.9. Кортикальные влияния — предстартовое состояние, плацебо в спорте. .	435
18.10. Агрессивно-оборонительное поведение.....	435
Глава 19. Биологические ритмы и спорт.....	439
19.1. Общая характеристика биоритмов.....	439
19.2. Биологические часы.....	443
19.3. Биоритмы, десинхроноз и работоспособность.....	444
Глава 20. Адаптивные механизмы организма и спорт.....	447
20.1. Характеристика и классификация адаптивных механизмов.....	448
20.2. Стрессоры и стадии резистентности организма.....	450
20.3. Механизмы развития резистентности и деадаптации.....	451
20.4. Адаптация к физической нагрузке и гипокинезии.....	452
20.5. Адаптация к различной температуре.....	454

20.6. Соревнования при высокой температуре окружающей среды.....	456
20.7. Адаптация к гипоксии.....	457
20.8. Факторы, влияющие на адаптацию к гипоксии.....	458
20.9. Адаптация к психогенным факторам.....	459
Глава 21. Особенности физиологии детей и подростков.....	460
21.1. Физиология нервов и синапсов.....	460
21.2. Физиология центральной нервной системы.....	461
21.3. Физиология мышц.....	462
21.4. Вегетативная нервная система.....	463
21.5. Эндокринная система.....	463
21.6. Система крови.....	467
21.7. Система дыхания.....	468
21.8. Кровообращение.....	469
21.9. Пищеварение, обмен веществ и энергии, выделение, терморегуляция.....	470
21.10. Сенсорные системы.....	473
21.11. Высшая нервная и психическая деятельность.....	476
Глава 22. Физическая работоспособность и ее определение.	
Утомление.....	481
22.1. Работоспособность (спортивная форма) и ее изменчивость.	
Устройства для определения работоспособности.....	481
22.2. Утомление и его профилактика.....	483
22.3. Восстановление работоспособности.....	485
22.4. Основной критерий работоспособности.....	487
22.5. Оценка физической работоспособности	
по методу Гарвардского степ-теста.....	488
22.6. Оценка работоспособности с помощью максимального потребления	
кислорода по методу Карпмана.....	489
22.7. Оценка уровня физического состояния с помощью теста $PWC_{170}$	
по З.Б. Белоцерковскому.....	491
22.8. Определение индекса Скибинской.....	491
22.9. Определение индекса функциональных изменений (ИФИ).....	492
22.10. Определение уровня физического здоровья по методике Апанасенко.....	492
22.11. Рекомендации по тестированию физического состояния спортсменов.	
Щадящий режим определения $PWC_{170}$ .....	494
22.12. Влияние алкоголя на спортивные показатели.....	495
22.13. Курение и спортивные достижения.....	495
Глава 23. Половые и возрастные особенности физиологии спорта.....	497
23.1. Особенности мужского и женского организмов — общие положения.....	497
23.2. Морфофункциональные особенности женского организма.....	498
23.3. Изменение спортивной работоспособности в различные фазы	
биологического цикла.....	500

23.4. Половая жизнь и спортивные достижения.....	501
23.5. Особенности физического развития подросткового организма.....	502
23.6. Начальная спортивная подготовка детей.....	503
23.7. Спортивный отбор детей и подростков.....	504
Глава 24. Особенности физиологии основных видов спорта.....	508
24.1. Циклические виды спорта .....	508
24.2. Игровые виды спорта .....	511
24.3. Единоборства.....	511
24.4. Скоростно-силовые виды спорта.....	512
24.5. Сложнотехнические виды спорта .....	513
Глава 25. Разминка, тренировка и зоны мощности спортсмена.....	514
25.1. Разминка и вращивание.....	514
25.2. Тренировка. Особенности тренировки в среднегорье.....	516
25.3. Развитие выносливости.....	517
25.4. Основные принципы спортивной тренировки.....	519
25.5. Тренировка с максимальной нагрузкой.....	519
25.6. Временные зоны различной мощности.....	521
Глава 26. Физическая культура и состояние здоровья.....	522
26.1. Профилактика коронарной болезни сердца.....	522
26.2. Физические упражнения, артериальное давление, масса тела и содержание жира в организме.....	523
26.3. Медицинское обследование для выбора физических нагрузок.....	524
26.4. Выбор физических нагрузок.....	526
26.5. Силовая подготовка и здоровье организма.....	528
26.6. Мышечная деятельность и реабилитация больных людей.....	529
26.7. Энерготраты при оздоровительной физкультуре.....	530
26.8. Физкультура и продление жизни.....	530
Глава 27. Воспроизведение.....	532
27.1. Половое развитие человека .....	532
27.2. Половое поведение .....	534
Литература.....	541