

ББК 28.707.3я73  
С60

*Издание подготовлено на кафедре физиологии  
Национального государственного университета  
физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта,  
Санкт-Петербург*

Рецензенты:

**В.И. Кулешов**, доктор мед. наук, проф. (ВмедА им. С.М. Кирова)  
**И.М. Козлов**, доктор биол. и доктор пед. наук, проф.  
(НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)

**Солодков А. С, Сологуб Е. Б.**

Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная  
С60 [Текст] : учебник. – 10-е издание. – М. : Спорт, 2022. –  
624 с. : ил.

ISBN 978-5-907225-83-1

Учебник подготовлен в соответствии с новой программой по физиологии для вузов физической культуры и требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования.

Для студентов, аспирантов, научных сотрудников, преподавателей, тренеров и врачей, работающих в области физической культуры.

**ББК 28.707.3я73**

© Солодков А.С., Сологуб Е.Б.,  
2005, 2008, 2015, 2017, 2018, 2020,  
2022

© Оформление, издание,  
ООО Издательство «Спорт», 2022

ISBN 978-5-907225-83-1

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |          |
|---|----------|
| ПРЕДИСЛОВИЕ .....   | 3        |
| <b>Часть I</b>  |          |
| <b>ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ .....</b>   | <b>8</b> |
| 1. Введение. История физиологии .....   | 8        |
| 1.1. Предмет физиологии, ее связь с другими науками и значение для физической культуры и спорта ..... | 8        |
| 1.2. Методы физиологических исследований .....  | 9        |
| 1.3. Краткая история физиологии .....   | 10       |
| 2. Общие закономерности физиологии и ее основные понятия .....  | 12       |
| 2.1. Основные функциональные характеристики возбудимых тканей .....                                   | 12       |
| 2.2. Нервная и гуморальная регуляция функций .....  | 14       |
| 2.3. Рефлекторный механизм деятельности нервной системы .....   | 15       |
| 2.4. Гомеостаз .....  | 16       |
| 2.5. Возникновение возбуждения и его проведение .....   | 17       |
| 3. Нервная система .....  | 21       |
| 3.1. Основные функции ЦНС .....   | 21       |
| 3.2. Основные функции и взаимодействия нейронов ...   | 21       |
| 3.3. Особенности деятельности нервных центров .....   | 25       |
| 3.4. Координация деятельности ЦНС .....   | 29       |
| 3.5. Функции спинного мозга и подкорковых отделов головного мозга .....                               | 33       |
| 3.6. Вегетативная нервная система .....   | 39       |
| 3.7. Лимбическая система .....  | 43       |
| 3.8. Функции коры больших полушарий .....   | 43       |
| 4. Высшая нервная деятельность .....  | 49       |
| 4.1. Условия образования и разновидности условных рефлексов .....                                     | 49       |
| 4.2. Внешнее и внутреннее торможение условных рефлексов .....   | 52       |
| 4.3. Динамический стереотип .....   | 52       |
| 4.4. Типы высшей нервной деятельности, первая и вторая сигнальная система .....                       | 53       |
| 5. Нервно-мышечный аппарат .....  | 55       |
| 5.1. Функциональная организация скелетных мышц .....  | 55       |
| 5.2. Механизмы сокращения и расслабления мышечного волокна .....                                      | 57       |
| 5.3. Одиночное и тетаническое сокращение. Электромиограмма .....                                      | 60       |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4. Морфофункциональные основы мышечной силы .....                       | 63  |
| 5.5. Режимы работы мышцы .....  | 67  |
| 5.6. Энергетика мышечного сокращения .....                                | 68  |
| 6. Произвольные движения .....  | 71  |
| 6.1. Основные принципы организации движений .....                         | 71  |
| 6.2. Роль различных отделов ЦНС в регуляции позы-тонических реакций ..... | 75  |
| 6.3. Роль различных отделов ЦНС в регуляции движений .....                | 77  |
| 6.4. Нисходящие моторные системы .....                                    | 81  |
| 7. Сенсорные системы .....  | 83  |
| 7.1. Общий план организации и функции сенсорных систем .....              | 83  |
| 7.2. Классификация и механизмы возбуждения рецепторов .....               | 84  |
| 7.3. Свойства рецепторов .....  | 86  |
| 7.4. Кодирование информации .....   | 87  |
| 7.5. Зрительная сенсорная система .....                                   | 88  |
| 7.6. Слуховая сенсорная система .....                                     | 93  |
| 7.7. Вестибулярная сенсорная система .....                                | 96  |
| 7.8. Двигательная сенсорная система .....                                 | 99  |
| 7.9. Сенсорные системы кожи, внутренних органов, вкуса и обоняния .....   | 102 |
| 7.10. Переработка, взаимодействие и значение сенсорной информации .....   | 105 |
| 8. Кровь .....  | 109 |
| 8.1. Состав, объем и функции крови .....                                  | 110 |
| 8.2. Форменные элементы крови .....                                       | 112 |
| 8.3. Физико-химические свойства плазмы крови .....                        | 116 |
| 8.4. Свертывание и переливание крови .....                                | 118 |
| 8.5. Регуляция системы крови .....  | 121 |
| 9. Кровообращение .....   | 123 |
| 9.1. Сердце и его физиологические свойства .....                          | 123 |
| 9.2. Движение крови по сосудам (гемодинамика) .....                       | 128 |
| 9.3. Регуляция сердечно-сосудистой системы .....                          | 132 |
| 10. Дыхание .....   | 136 |
| 10.1. Внешнее дыхание .....   | 136 |
| 10.2. Обмен газов в легких и их перенос кровью .....                      | 139 |
| 10.3. Регуляция дыхания .....   | 143 |
| 11. Пищеварение .....   | 145 |
| 11.1. Общая характеристика пищеварительных процессов .....                | 145 |
| 11.2. Пищеварение в различных отделах желудочно-кишечного тракта .....    | 147 |
| 11.3. Всасывание продуктов переваривания пищи .....                       | 153 |

|   |     |
|---|-----|
| 12. Обмен веществ и энергии .....                                     | 155 |
| 12.1. Обмен белков .....  | 155 |
| 12.2. Обмен углеводов .....   | 156 |
| 12.3. Обмен липидов .....   | 157 |
| 12.4. Обмен воды и минеральных солей.....                             | 159 |
| 12.5. Обмен энергии .....   | 160 |
| 12.6. Регуляция обмена веществ и энергии .....                        | 163 |
| 13. Выделение .....   | 165 |
| 13.1. Общая характеристика выделительных<br>процессов .....           | 165 |
| 13.2. Почки и их функции .....  | 165 |
| 13.3. Процесс мочеобразования и его регуляция .....                   | 168 |
| 13.4. Гомеостатическая функция почек .....                            | 170 |
| 13.5. Мочевыведение и мочеиспускание .....                            | 170 |
| 13.6. Потоотделение .....   | 171 |
| 14. Тепловой обмен .....  | 173 |
| 14.1. Температура тела человека и изотермия .....                     | 173 |
| 14.2. Механизмы теплообразования .....                                | 174 |
| 14.3. Механизмы теплоотдачи .....                                     | 176 |
| 14.4. Регуляция теплообмена .....                                     | 177 |
| 15. Внутренняя секреция .....   | 178 |
| 15.1. Общая характеристика эндокринной системы.....                   | 178 |
| 15.2. Функции желез внутренней секреции .....                         | 181 |
| 15.3. Изменения эндокринных функций<br>при различных состояниях ..... | 192 |

## Часть II

## СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ..... 198

### Раздел I

### ОБЩАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ..... 198

|  |     |
|--|-----|
| 1. Спортивная физиология – учебная и научная<br>дисциплина .....                             | 199 |
| 1.1. Спортивная физиология, ее содержание<br>и задачи .....                                  | 199 |
| 1.2. Кафедра физиологии и ее роль<br>в становлении и развитии спортивной<br>физиологии ..... | 201 |
| 1.3. Состояние и перспективы развития спортивной<br>физиологии .....                         | 206 |
| 2. Адаптация к физическим нагрузкам и резервные<br>возможности организма .....               | 210 |
| 2.1. Динамика функций организма при адаптации<br>и ее стадии .....                           | 211 |
| 2.2. Физиологические особенности адаптации<br>к физическим нагрузкам .....                   | 215 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 2.3. | Срочная и долговременная адаптация к физическим нагрузкам .....                                  | 217 |
| 2.4. | Функциональная система адаптации .....   | 221 |
| 2.5. | Понятие о физиологических резервах организма .....   | 224 |
| 3.   | Функциональные состояния спортсменов .....   | 226 |
| 3.1. | Общая характеристика функциональных состояний .....  | 226 |
| 3.2. | Физиологические закономерности развития функциональных состояний .....                           | 229 |
| 3.3. | Виды функциональных состояний .....  | 231 |
| 4.   | Функциональные изменения в организме при физических нагрузках .....                              | 237 |
| 4.1. | Изменения функций различных органов и систем организма .....                                     | 237 |
| 4.2. | Функциональные сдвиги при нагрузках постоянной мощности .....                                    | 240 |
| 4.3. | Функциональные сдвиги при нагрузках переменной мощности .....                                    | 241 |
| 4.4. | Прикладное значение функциональных изменений для оценки работоспособности спортсменов .....      | 243 |
| 5.   | Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности .....             | 244 |
| 5.1. | Роль эмоций при спортивной деятельности .....  | 244 |
| 5.2. | Предстартовые состояния .....  | 247 |
| 5.3. | Разминка и вбрасывание .....   | 250 |
| 5.4. | Устойчивое состояние при циклических упражнениях .....   | 252 |
| 5.5. | Особые состояния организма при ациклических, статических и упражнениях переменной мощности ..... | 253 |
| 6.   | Физическая работоспособность спортсмена .....  | 254 |
| 6.1. | Понятие о физической работоспособности и методические подходы к ее определению .....             | 255 |
| 6.2. | Принципы и методы тестирования физической работоспособности .....                                | 257 |
| 6.3. | Связь физической работоспособности с направленностью тренировочного процесса в спорте .....      | 262 |
| 6.4. | Резервы физической работоспособности .....   | 264 |
| 7.   | Физиологические основы утомления спортсменов .....   | 269 |
| 7.1. | Определение и физиологические механизмы развития утомления .....                                 | 269 |
| 7.2. | Факторы утомления и состояние функций организма .....  | 273 |

|   |     |
|---|-----|
| 7.3. Особенности утомления при различных видах физических нагрузок .....                  | 275 |
| 7.4. Предутомление, хроническое утомление и переутомление .....                           | 278 |
| 8. Физиологическая характеристика восстановительных процессов .....                       | 281 |
| 8.1. Общая характеристика процессов восстановления .....                                  | 281 |
| 8.2. Физиологические механизмы восстановительных процессов .....                          | 283 |
| 8.3. Физиологические закономерности восстановительных процессов .....                     | 285 |
| 8.4. Физиологические мероприятия повышения эффективности восстановления .....             | 288 |
| Раздел II   |     |
| ЧАСТНАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ .....   | 291 |
| 9. Физиологическая классификация и характеристика физических упражнений .....             | 291 |
| 9.1. Различные критерии классификации упражнений .....                                    | 292 |
| 9.2. Современная классификация физических упражнений .....                                | 293 |
| 9.3. Физиологическая характеристика спортивных поз и статических нагрузок .....           | 294 |
| 9.4. Физиологическая характеристика стандартных циклических и ациклических движений ..... | 298 |
| 9.5. Физиологическая характеристика нестандартных движений .....                          | 303 |
| 10. Физиологические механизмы и закономерности развития физических качеств .....          | 305 |
| 10.1. Формы проявления, механизмы и резервы развития силы .....                           | 306 |
| 10.2. Формы проявления, механизмы и резервы развития быстроты .....                       | 310 |
| 10.3. Формы проявления, механизмы и резервы развития выносливости .....                   | 313 |
| 10.4. Понятие о ловкости и гибкости. Механизмы и закономерности их развития .....         | 318 |
| 11. Физиологические механизмы и закономерности формирования двигательных навыков .....    | 320 |
| 11.1. Двигательные умения, навыки и методы их исследования .....                          | 320 |
| 11.2. Физиологические механизмы формирования двигательных навыков .....                   | 321 |

|   |     |
|---|-----|
| 11.3. Физиологические закономерности и стадии формирования двигательных навыков .....                       | 324 |
| 11.4. Физиологические основы совершенствования двигательных навыков .....                                   | 330 |
| 12. Физиологические основы развития тренированности .....   | 333 |
| 12.1. Физиологическая характеристика тренировки и состояния тренированности .....                           | 334 |
| 12.2. Тестирование функциональной подготовленности спортсменов в покое .....                                | 336 |
| 12.3. Тестирование функциональной подготовленности спортсменов при стандартных и предельных нагрузках ..... | 339 |
| 12.4. Физиологическая характеристика перетренированности и перенапряжения .....                             | 343 |
| 13. Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды .....                                      | 346 |
| 13.1. Влияние температуры и влажности воздуха на спортивную работоспособность .....                         | 346 |
| 13.2. Спортивная работоспособность в условиях измененного барометрического давления .....                   | 348 |
| 13.3. Спортивная работоспособность при смене поясно-климатических условий .....                             | 353 |
| 13.4. Физиологические изменения в организме при плавании .....  | 355 |
| 14. Физиологические основы спортивной тренировки женщин .....   | 357 |
| 14.1. Морфофункциональные особенности женского организма .....  | 357 |
| 14.2. Изменения функций организма в процессе тренировок .....   | 365 |
| 14.3. Влияние биологического цикла на работоспособность женщин .....  | 370 |
| 14.4. Индивидуализация тренировочного процесса с учетом фаз биологического цикла .....                      | 373 |
| 15. Физиолого-генетические особенности спортивного отбора .....   | 375 |
| 15.1. Физиолого-генетический подход к вопросам спортивного отбора .....                                     | 376 |
| 15.2. Наследственные влияния на морфо-функциональные особенности и физические качества человека .....       | 378 |
| 15.3. Учет физиолого-генетических особенностей человека в спортивном отборе .....                           | 383 |
| 15.4. Значение генетически адекватного и неадекватного выбора спортивной                                    |     |

|   |     |
|---|-----|
| специализации, стиля соревновательной<br>деятельности и сенсомоторного доминирования .....                              | 390 |
| 15.5. Использование генетических маркеров для поиска<br>высоко- и быстротренируемых спортсменов .....                   | 395 |
| 16. Влияние генома на функциональное состояние,<br>работоспособность и здоровье спортсменов .....                       | 398 |
| 16.1. Хранение, передача наследственной<br>информации и расшифровка генома .....  | 398 |
| 16.2. Генетические маркеры ДНК в спорте .....   | 402 |
| 16.3. Генетические допинги в спорте .....   | 405 |
| 16.4. Обнаружение допингов .....  | 415 |
| 16.5. Риск для здоровья .....   | 417 |
| 17. Физиологические основы оздоровительной<br>физической культуры .....   | 421 |
| 17.1. Роль физической культуры в условиях<br>современной жизни .....  | 422 |
| 17.2. Гипокинезия, гиподинамия и их влияние<br>на организм человека .....   | 425 |
| 17.3. Основные формы оздоровительной физической<br>культуры и их влияние на функциональное<br>состояние организма ..... | 428 |

### **Часть III**

## **ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ..... 435**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Общие физиологические закономерности роста<br>и развития организма человека .....   | 435 |
| 1.1. Периодизация и гетерохронность развития .....   | 435 |
| 1.2. Сенситивные периоды .....   | 438 |
| 1.3. Влияние наследственности и окружающей среды<br>на развитие организма .....  | 441 |
| 1.4. Акселерация эпохальная и индивидуальная,<br>биологический и паспортный возраст .....  | 444 |
| 2. Физиологические особенности организма детей<br>дошкольного и младшего школьного возраста<br>и их адаптация к физическим нагрузкам ..... | 448 |
| 2.1. Развитие центральной нервной системы,<br>высшей нервной деятельности<br>и сенсорных систем .....                                      | 448 |
| 2.2. Физическое развитие и опорно-двигательная<br>система .....  | 456 |
| 2.3. Особенности крови, кровообращения<br>и дыхания .....  | 457 |
| 2.4. Особенности пищеварения, обмена веществ<br>и энергии .....  | 461 |



|   |     |
|---|-----|
| 2.5. Особенности терморегуляции, процессов выделения и деятельности желез внутренней секреции .....   | 462 |
| 2.6. Физиологические особенности адаптации детей дошкольного и младшего школьного возраста к физическим нагрузкам .....                       | 466 |
| 3. Физиологические особенности организма детей среднего и старшего школьного возраста и их адаптация к физическим нагрузкам .....             | 488 |
| 3.1. Развитие центральной нервной системы, высшей нервной деятельности и сенсорных систем .....   | 489 |
| 3.2. Физическое развитие и опорно-двигательная система .....  | 494 |
| 3.3. Особенности крови, кровообращения и дыхания ....   | 497 |
| 3.4. Особенности пищеварения, выделения и эндокринной системы .....   | 500 |
| 3.5. Особенности терморегуляции, обмена веществ и энергии .....   | 506 |
| 3.6. Физиологические особенности адаптации детей среднего и старшего школьного возраста к физическим нагрузкам .....                          | 508 |
| 4. Физиологические особенности урока физической культуры в школе .....  | 530 |
| 4.1. Физиологическое обоснование нормирования физических нагрузок для детей школьного возраста .....  | 530 |
| 4.2. Изменение функций организма школьников на уроке физической культуры .....  | 533 |
| 4.3. Влияние занятий физической культурой на физическое, функциональное развитие, работоспособность и состояние здоровья школьников .....     | 536 |
| 4.4. Физиолого-педагогический контроль за занятиями физической культурой и физиологические критерии восстановления организма школьников ..... | 543 |
| 5. Физиологические особенности организма людей зрелого и пожилого возраста и их адаптация к физическим нагрузкам .....                        | 548 |
| 5.1. Старение, продолжительность жизни, адаптивные реакции и реактивность организма .....   | 549 |
| 5.2. Возрастные особенности опорно-двигательного аппарата, вегетативных и сенсорных систем .....  | 553 |
| 5.3. Возрастные особенности регуляторных систем .....   | 557 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.4. Физиологические особенности адаптации людей зрелого и пожилого возраста к физическим нагрузкам .....        | 561 |
| 6. Физиологические особенности переработки информации у спортсменов разного возраста .....                       | 573 |
| 6.1. Значение для спорта процессов переработки информации и их возрастные особенности .....                      | 573 |
| 6.2. Физиологические основы процессов восприятия, принятия решения и программирования ответных действий .....    | 575 |
| 6.3. Скорость и эффективность тактического мышления. Пропускная способность мозга .....                          | 579 |
| 6.4. Помехоустойчивость спортсменов, ее возрастные особенности .....   | 582 |
| 7. Функциональные асимметрии спортсменов разного возраста .....  | 583 |
| 7.1. Моторные асимметрии у человека, их возрастные особенности .....   | 583 |
| 7.2. Сенсорные и психические асимметрии. Индивидуальный профиль асимметрии .....                                 | 586 |
| 7.3. Проявление функциональной асимметрии у спортсменов .....  | 589 |
| 7.4. Физиологические основы управления тренировочным процессом с учетом функциональной асимметрии .....          | 593 |
| 8. Физиологические основы индивидуально-типологических особенностей спортсменов и их развитие в онтогенезе ..... | 595 |
| 8.1. Индивидуально-типологические особенности человека .....   | 596 |
| 8.2. Развитие типологических особенностей в онтогенезе .....   | 598 |
| 8.3. Индивидуально-типологические особенности спортсменов и их учет в тренировочном процессе .....               | 601 |
| 8.4. Индивидуально-типологические особенности биоритмов и их влияние на работоспособность человека .....         | 604 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 609 |