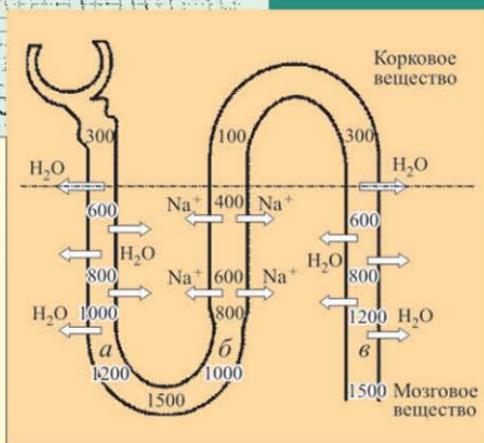
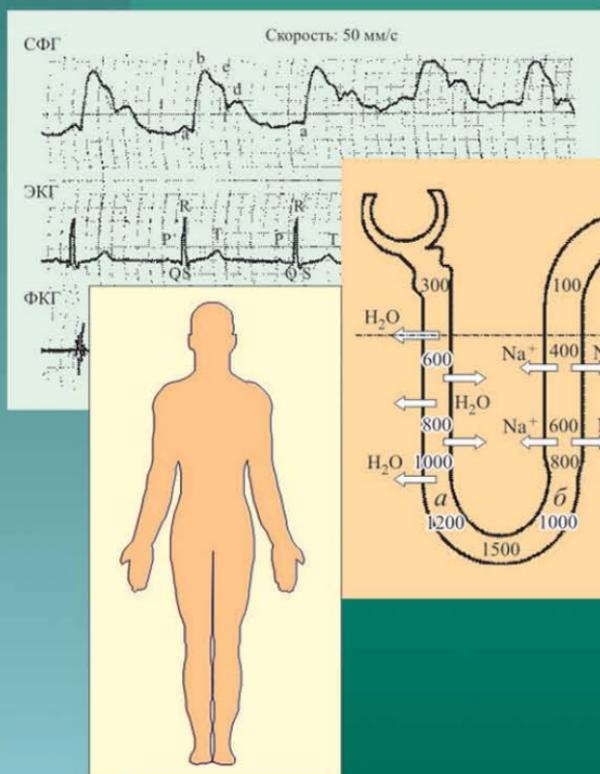


В.В. Зинчук О.А. Балбатун
Ю.М. Емельянчик

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Краткий курс



В.В. Зинчук О.А. Балбатун
Ю.М. Емельянчик

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Краткий курс

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений по специальностям
«Лечебное дело», «Педиатрия»

Под редакцией В.В. Зинчука

3-е издание, стереотипное



Минск
«Вышэйшая школа»

УДК 612(075.8)
ББК 28.073я73
3-63

Рецензенты: кафедра нормальной физиологии Гомельского государственного медицинского университета (заведующий кафедрой доктор медицинских наук, профессор Э.С. Питкевич); профессор кафедры нормальной физиологии Белорусского государственного медицинского университета, доктор медицинских наук В.А. Переверзев

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Зинчук, В. В.

3-63 Нормальная физиология. Краткий курс : учеб. пособие / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянчик; под ред. В. В. Зинчука. – 3-е изд., стер. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 431 с. : ил.

ISBN 978-985-06-2387-4.

Изложен материал по основным разделам нормальной физиологии в виде таблиц, графиков, рисунков и схем. В каждой главе имеется глоссарий. В конце приведен предметный указатель.

Предыдущее издание вышло в 2012 г.

Для студентов учреждений высшего медицинского образования.

УДК 612(075.8)
ББК 28.073я73

ISBN 978-985-06-2387-4

© Зинчук В.В., Балбатун О.А.,
Емельянчик Ю.М., 2010

© Зинчук В.В., Балбатун О.А.,
Емельянчик Ю.М., 2012,
с изменениями

© Оформление. УП «Издательство
“Вышэйшая школа», 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга предназначена для более эффективного изучения курса нормальной физиологии студентами лечебного факультета медицинских вузов, а также другими учащимися, изучающими данный предмет. Авторский коллектив использовал собственный опыт преподавания данной дисциплины, а также современные достижения физиологической науки, методические подходы и учебные издания.

Близкие по концептуальному подходу книги выходили на территории СНГ и дальнего зарубежья (С.А. Чеснокова, С.А. Шастун, Н.А. Агаджанян. «Атлас по нормальной физиологии». М., 2007; В.Б. Брин. «Физиология человека в схемах и таблицах». Ростов н/Д, 1999; А. Desporoulos, S. Silbernagl, R. Gay, A. Rothenburger. «Color Atlas of Physiology», 2003; W.Z. Traczyk. «Fizjologia czlowieka w zarysie», 2007). В Республике Беларусь практически не издавались подобные учебные пособия, которые в полном объеме охватывали бы весь курс рассматриваемой дисциплины. В сравнении с уже имеющимися русскоязычными изданиями в данной книге сделан акцент на изложение современных достижений науки за последнее десятилетие в лаконичной форме.

Пособие состоит из 13 разделов, каждый из которых включает глоссарий и визуально-информационную часть (таблицы, графики, рисунки и схемы). Каждый раздел в доступной форме излагает базисные сведения об основных физиологических закономерностях и процессах в организме человека. По своему содержанию в основных разделах пособия адекватно отражается распределение материала по лекционному курсу и циклу практических занятий, более доступно и современно излагаются различные аспекты таких сложных вопросов, как регуляция и клеточная сигнализация, межклеточные взаимодействия. Каждая физиологическая функция рассматривается на молекулярном, клеточном, органном и системном уровнях, благодаря

чему формируется целостное представление о той или иной деятельности организма. Уделено особое внимание собственным научным достижениям и вкладу отечественных ученых в развитие физиологии. При изложении материала нами использовалась общепринятая терминология и стандарт изложения предмета.

В конце книги приведен предметный указатель, позволяющий читателю точно ориентироваться в излагаемом материале.

Считаем необходимым выразить слова благодарности преподавателям и лаборантам нашей кафедры, принимавшим участие в обсуждении содержания вопросов и их техническом оформлении. Авторский коллектив будет признателен за конструктивные замечания и предложения, направленные на улучшение книги.

В.В. Зинчук

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ

1.1. Глоссарий

Нормальная физиология – наука, изучающая основные закономерности и механизмы регуляции функционирования организма в целом и отдельных его составляющих во взаимодействии с окружающей средой, организацию жизненных процессов на различных структурно-функциональных уровнях. Основная задача физиологии состоит в проникновении в логику жизни организма (Ю.В. Наточин, 2008).

Общая физиология – раздел дисциплины, который изучает фундаментальные закономерности реагирования организма на воздействие среды, основные его процессы и механизмы.

Частная физиология – раздел, который изучает закономерности и механизмы функционирования отдельных систем, органов и тканей организма.

Физиология клетки – раздел, изучающий основные закономерности функционирования клетки.

Сравнительная и эволюционная физиология – раздел, который исследует особенности функционирования различных видов и одного и того же вида, находящихся на разных этапах индивидуального развития.

Экологическая физиология – раздел, который изучает особенности функционирования организма в различных физико-географических зонах, в разные временные периоды, физиологические основы адаптации к природным факторам.

Физиология трудовой деятельности – раздел, который изучает закономерности функционирования организма при выполнении физической и другой работы.

Спортивная физиология – раздел, который изучает закономерности функционирования организма в процессе занятий

различными видами физической культуры на любительском или профессиональном уровне.

Патологическая физиология – наука об общих закономерностях возникновения, развития и течения болезнетворных процессов в организме.

Эксперимент – метод получения новой информации о причинно-следственных отношениях между явлениями и процессами в контролируемых и управляемых условиях. *Острым* называется эксперимент, реализуемый относительно коротковременно. *Хроническим* называется эксперимент, протекающий длительно (дни, недели, месяцы, годы).

Наблюдение – метод получения информации путем непосредственной, как правило, визуальной регистрации физиологических явлений и процессов, происходящих в определенных условиях.

Методика – совокупность манипуляций, выполнение которых обеспечивает получение необходимых результатов в соответствии с поставленной задачей.

Аналитико-синтетический метод исследования – способ изучения функционирования организма целостно, в единстве и взаимосвязи всех его составляющих.

Ткань – эволюционно сложившаяся система клеток и неклеточных структур, объединенных общностью строения, функции и происхождения.

Орган – часть организма в виде комплекса тканей, сложившегося в процессе эволюционного развития и обеспечивающего выполнение определенной функции.

Организм – сложная структурно-функциональная организация, осуществляющая постоянно обмен веществ, энергии и информации с окружающей средой в процессе своего развития, характеризующаяся постоянством внутренней среды.

Функция – специфическая активность различных структур, обеспечивающих жизнедеятельность целого организма.

Физиологический механизм – совокупность различных процессов, обеспечивающих формирование определенной функции.

Регуляция функций – направленное изменение активности работы органов, тканей, клеток для достижения полезного результата согласно потребностям организма в различных условиях жизнедеятельности.

Регуляция по отклонению – механизм, при котором любое изменение оптимального уровня регулируемого показателя инициирует деятельность соответствующих компонентов функ-

циональной системы к восстановлению его значения к исходному уровню.

Регуляция по опережению – механизм, при котором регулирующие процессы активируются до начала изменения соответствующего параметра на основе информации, поступающей в нервный центр функциональной системы и сигнализирующей о возможном его изменении.

Саморегуляция функций – вид регуляции, при котором организм с помощью собственных механизмов изменяет интенсивность функционирования органов и систем в соответствии со своими потребностями в различных условиях жизнедеятельности.

Рефлекс – ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая с участием нервной системы.

Рефлекторная дуга – совокупность структур (рецептор, афферентный, вставочный(е) и эфферентный нейроны, эффектор), обеспечивающих реакцию на раздражение, состоит из афферентного, центрального и эфферентного звеньев, связанных между собой синапсами.

Гомеостаз – относительное, динамическое, наследственно закрепленное постоянство внутренней среды и стабильность основных физиологических функций организма. Термин предложил У. Кеннон (1929), теоретические основы разработал К. Бернар (1879).

Константа гомеостаза – определенный параметр внутренней среды (рН, осмотическое давление, кровяное давление и др.), который в организме изменяется в узком (жесткая константа) или более широком (лабильная константа) диапазоне.

Гомеокинез – динамический процесс постоянного изменения ряда констант организма, их взаимодействие в процессе обмена веществ и возвращение к нормальному для данных условий уровню.

Функциональная система – саморегулирующаяся организация, динамически и избирательно объединяющая ЦНС и периферические органы, ткани на основе нервной и гуморальной регуляции для достижения полезного приспособительного результата. Функциональная система включает следующие компоненты: полезный приспособительный результат, рецептор результата, обратную афферентацию (идущую от рецепторов результата), центральные механизмы регуляций, исполнительные соматические, вегетативные и эндокринные компоненты.

Обратная связь в функциональной системе – передача информации о фактических параметрах состояния объекта в органы управления.

Системогенез – избирательное созревание и развитие функциональных систем в анте- и постнатальном онтогенезе.

Мультипараметрический принцип – основа взаимодействия различных функциональных систем, при которой изменение деятельности одной системы влияет на результат работы другой.

Адаптация – совокупность процессов организма, направленных на приспособление к изменению условий внешней или внутренней среды и поддержание гомеостаза.

«Цена адаптации» – совокупность всех затрат организма, необходимых для обеспечения физиологической активности, позволяющей приспособиться к определенным условиям среды.

Хронофизиология – раздел, изучающий процессы и механизмы циклической организации различных физиологических функций.

Биологические ритмы – периодически повторяющаяся по характеру и времени активность физиологических процессов, присущая всем организмам и составляющая основу его пространственно-временной функциональной организации. Выделяют ряд характеристик: период, амплитуду, фазу, средний уровень, профиль.

«Биологические часы» – структурно-функциональные механизмы, обеспечивающие формирование биоритмов.

Десинхронизация – нарушение физиологических ритмов в организме, негативно влияющее на многие жизненные функции, что может изменять работоспособность, характер эмоционального реагирования, особенности сложившегося жизненного стереотипа, приводить к развитию различных патологических состояний.

Циркадианные (суточные) ритмы – циклические колебания интенсивности и характера физиологических процессов (длина периода от 20 до 28 ч). Вводителем и регулятором суточных ритмов является супрахиазматическое ядро гипоталамуса.

Валеология – раздел физиологии, изучающий формирование, совершенствование, сохранение и коррекция здоровья, стремление к здоровому образу жизни (активный труд, рациональный отдых, закаливание, занятия физкультурой, рациональное питание, личная гигиена и др.).

Здоровье – естественное состояние, при котором организм функционирует на оптимальном уровне, поддерживая гомео-

стаз и обеспечивая все адаптивные процессы. Различают физическое, психическое, социальное здоровье.

Определение функциональных резервов – оценка устойчивости организма к действию каких-либо факторов, осуществляемая с помощью функциональных проб. Обычно учитывают ответ на ту или иную величину дозированной нагрузки, ее выраженность, продолжительность. В пробах с физической нагрузкой чаще всего подсчитывают частоту пульса (до нагрузки, во время или после нее), измеряют артериальное давление, определяют максимальную дистанцию пробега за данный промежуток времени. Для оценки состояния здоровья также используются Гарвардский степ-тест, тест Купера, проба с субмаксимальной физической нагрузкой и др.

Тесты на восстановление – методы оценки физической работоспособности, которые основаны на измерении и определении времени восстановления после стандартной физической нагрузки параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем: *проба В.В. Ториневского* (60 подскоков в течение 30 с), *проба Котова – Дешина* (3-минутный бег на месте со скоростью 180 шаг/мин), после выполнения которых измеряют АД, ЧСС в конце 1-й, 2-й, 3-й и 4-й мин. Широкое распространение также получила *проба Мастера*, в которой регистрируются данные параметры после определенного количества подъемов на стандартную двойную ступеньку в течение 1,5 мин.

Тест Купера – методика, при которой испытуемому необходимо пробежать или пройти как можно большее расстояние в течение 12 мин (примерные нормы: 2,5–2,7 км в возрасте до 30 лет, 2,25–2,64 км – в 30–39 лет, 2,2–2,4 км – в 40–49 лет, 2,0–2,4 км – более 50 лет).

Проба с субмаксимальной нагрузкой – методика оценки резерва сердечно-сосудистой, дыхательной систем и состояния системы крови. Испытуемый подвергается нагрузке на велоэргометре, при которой частота сердечных сокращений возрастает до 170 в минуту. Величина развиваемой мощности, при которой пульс возрастает до 170 в минуту, характеризует физическую работоспособность.

Гарвардский степ-тест – методика определения ЧСС после восхождения на ступеньку высотой 34–50 см в течение 2–5 мин в зависимости от пола и возраста (для мужчин и для женщин – 50 и 43 см, соответственно с частотой 30 подъемов в минуту в течение 5 мин) характеризует восстановительный

период после физической нагрузки. Результаты тестирования рассчитываются по формуле.

Росто-весовое соотношение – критерий состояния здоровья человека, характеризующий интенсивность обмена веществ всех органов и тканей. Нарушения обмена веществ отражают патологию регуляторных механизмов. Нарушение росто-весового соотношения может быть и следствием избыточного или недостаточного питания.

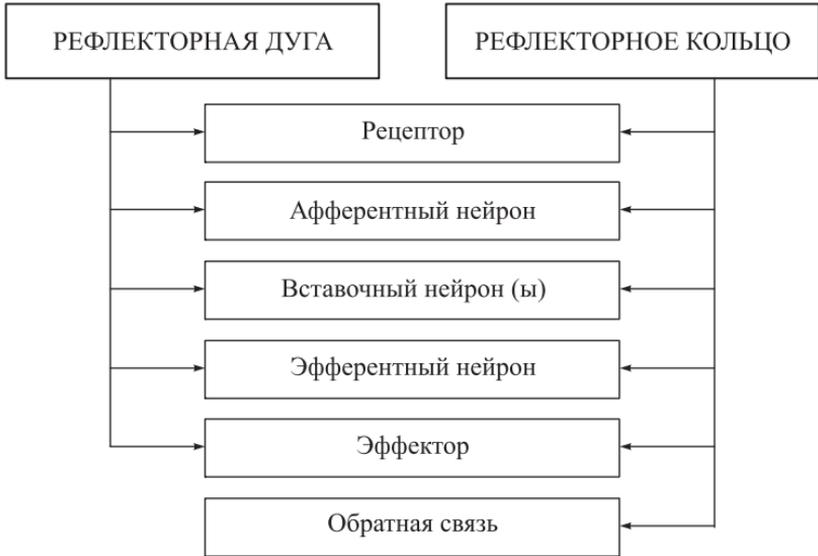
Возрастная физиология – раздел физиологии, который изучает закономерности развития физиологических функций организма на протяжении различных периодов жизни.

Старение – процесс возникновения недостаточности физиологических функций организма вследствие действия внешних и внутренних факторов. Различают понятия *календарный* (т.е. фактически прожитое время) и *биологический* (т.е. фактические состояния различных функциональных систем организма) возраст.

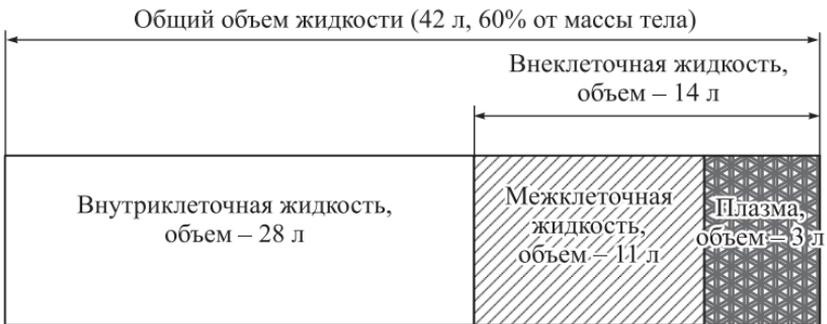
1.2. Основные разделы физиологии и ее прикладной части



1.3. Рефлекторная дуга и рефлекторное кольцо



1.4. Распределение воды в компартментах организма



1.5. Классификация адаптивных механизмов



1.6. Классификация биоритмов человека

Характеристика	Продолжительность
Ультрадианные (уровень работоспособности, гормональные сдвиги и др.)	16 ± 4 ч
Циркадианные (уровень работоспособности, интенсивность метаболизма и деятельности внутренних органов и др.)	24 ± 4 ч
Инфрадианные	28 ч – 4 суток
Околонедельные (циркасептанные) (например, уровень работоспособности)	7 ± 3 суток
Околόμεсячные (циркатригинтанные)	30 ± 5 суток
Ультраннуальные	Несколько месяцев
Цирканнуальные	Около одного года

1.7. Оценка уровня функционального состояния (УФС)

$$\text{УФС} = \frac{700 - 3 \cdot \text{ЧСС} - 2,5 \cdot \text{АД}_{\text{средн}} - 2,7 \cdot B + 0,28 \text{Вес}}{350 - 2,6 \cdot B + 0,21 \cdot \text{Рост}},$$

где В – возраст (полных лет); АД_{средн} – среднее артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений.

Полученные результаты сопоставляются с данными для мужчин и женщин.

УФС	Мужчины	Женщины
Низкий	0,225–0,375	0,157–0,260
Ниже среднего	0,376–0,525	0,261–0,365
Средний	0,526–0,675	0,366–0,475
Выше среднего	0,679–0,825	0,476–0,575
Высокий	0,826 и более	0,576 и более

1.8. Формула Брока (для определения должной, т.е. соответствующей росту, массы тела)

$$M \text{ (кг)} = \text{Рост (см)} - 100.$$

Более точной формулой должной массы тела является:

$$\text{для мужчин: } M \approx \left(\frac{\text{Рост (см)} \cdot 4}{2,54} - 128 \right) \cdot 0,453;$$

для женщин: $M \approx \left(\frac{\text{Рост (см)} \cdot 3,5}{2,54} - 108 \right) \cdot 0,453$.

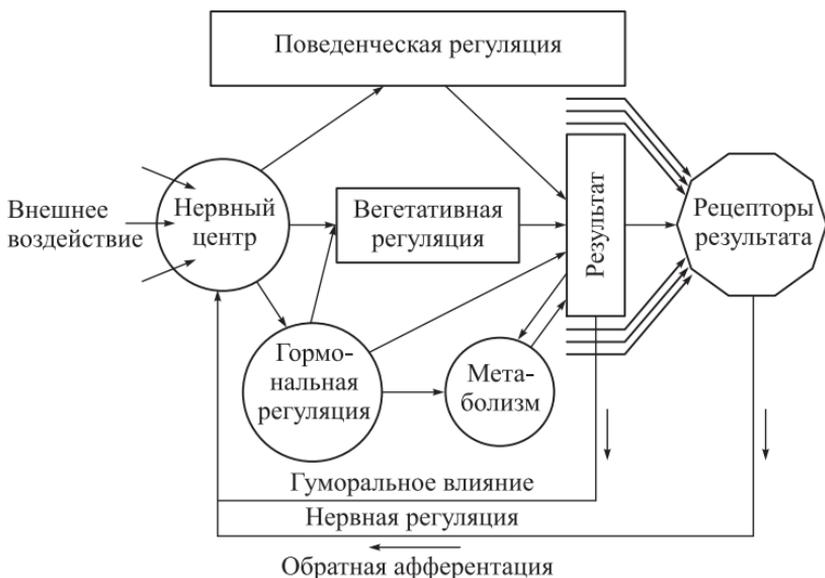
1.9. Индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ), оценка его результатов

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \cdot 100}{2 \cdot (f_1 + f_2 + f_3)},$$

где t – время выполнения физической нагрузки; f_1, f_2, f_3 – суммарное число сердечных сокращений за первые 30 с каждой минуты после нагрузки.

Значение (усл. ед.)	Оценка
< 55	Неудовлетворительная
55–64	Ниже средней
65–79	Средняя
80–89	Хорошая
90 и более	Отличная

1.10. Схема функциональной системы по П.К. Анохину



2.1. Глоссарий

Внутренняя среда организма – совокупность жидкостей (кровь, лимфа, тканевая жидкость и др.), принимающих непосредственное участие в процессах обмена веществ и поддержания гомеостаза в организме. «Постоянство внутренней среды есть условие независимого существования организма» (К. Бернар).

Система крови – структурно-функциональная организация, которая включает непосредственно кровь, органы кроветворения, разрушения и аппарат регуляции (в 1939 г. это понятие ввел Г.Ф. Ланг).

Эритроцит – совокупность эритроцитов периферической крови, органов эритропоэза и эритроциторазрушения.

Гематокрит – отношение форменных элементов к общему объему крови.

Цветовой показатель крови – показатель, характеризующий относительное насыщение эритроцитов гемоглобином (в норме 0,8–1,05).

Альбумин – относительно низкомолекулярный белок, определяющий величину онкотического давления плазмы (80 %), имеет большую суммарную площадь поверхности, за счет чего связывает многие вещества: билирубин, уробилирубин, жирные кислоты, соли желчных кислот, некоторые экзогенные продукты (пенициллин, ртуть).

Фибриноген – растворимый предшественник фибрина, участвует в свертывании крови.

Онкотическое давление – часть осмотического давления плазмы, создаваемая белками.

Гемолиз – это разрушение эритроцитов, сопровождающееся выходом гемоглобина в окружающую среду (окрашивается в красный цвет и становится прозрачной – «лаковая кровь»).

Осмотическая резистентность эритроцитов – устойчивость эритроцитов к действию гипотонических растворов (первые признаки гемолиза у здорового человека начинаются в 0,48 % растворе натрия хлорида, в 0,34 % растворе натрия хлорида разрушаются все эритроциты).

Форменные элементы крови – морфологически и функционально дифференцированные клетки крови: эритроциты (красные кровяные тельца, содержащие в своем составе гемо-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Список сокращений	5
■ ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ	6
1.1. Глоссарий	6
1.2. Основные разделы физиологии и ее прикладной части	11
1.3. Рефлекторная дуга и рефлекторное кольцо	12
1.4. Распределение воды в компартментах организма	12
1.5. Классификация адаптивных механизмов	12
1.6. Классификация биоритмов человека	13
1.7. Оценка уровня функционального состояния (УФС)	13
1.8. Формула Брока (для определения должной, т.е. соответствующей росту, массы тела)	13
1.9. Индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ), оценка его результатов	14
1.10. Схема функциональной системы по П.К. Анохину	14
■ ГЛАВА 2. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ	15
2.1. Глоссарий	15
2.2. Внутренние среды организма	20
2.3. Функции, объемы и депо крови	21
2.4. Состав плазмы	21
2.5. Белки плазмы	22
2.6. Состав основных физиологических растворов	23
2.7. Виды гемолиза	23
2.8. Время жизни основных клеток крови	23
2.9. Кривая Прайс – Джонса	24
2.10. Основные метаболические процессы в эритроцитах	24
2.11. Гемоглобины	24
2.12. Регуляция эритропоэза	25
2.13. Показатели системы крови взрослого человека (по данным Г.П. Матвейкова, 1986; А.И. Воробьева, 2005)	25
2.14. Механизм активации эритропоэза	27
2.15. Реологические свойства крови	27
2.16. Механизм внутриэритроцитарного переноса кислорода	27

2.17. Изменения дискоидной формы эритроцитов при их деформации	28
2.18. Классификация кровезамещающих растворов	28
2.19. Вклад деформируемости эритроцитов в процессы транспорта кислорода	28
2.20. Основные требования к кровезаменителям	29
2.21. Расчет основных показателей крови	29
2.22. Транскапиллярный обмен жидкости (по Старлингу)	30
2.23. Мультифакторные механизмы клеточной адгезии в сосуде	31
2.24. Образование активных форм кислорода и азота в лейкоцитах	31
2.25. Действие эндогенных свободных радикалов при фагоцитозе	31
2.26. Лимфоциты	32
2.27. Молекулы клеточной адгезии	32
2.28. Классификация иммуноглобулинов человека	33
2.29. Значение цитокинов в поддержании гомеостаза	34
2.30. Механизмы клеточного и гуморального специфического иммунитета	36
2.31. Иммунный первичный и вторичный ответы, реализуемые через продукцию иммуноглобулинов	37
2.32. Гемостаз	37
2.32. Сосудистая стенка	38
2.33. Участие производных арахидоновой кислоты (эйкозаноидов) в реализации функций крови	38
2.34. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз	39
2.35. Тромбоциты	39
2.36. Упрощенная схема коагуляционного гемостаза	40
2.37. Плазменные факторы свертывания	41
2.38. Формирование фибринового сгустка	42
2.39. Механизмы фибринолиза	42
2.40. Основные физиологические антикоагулянты	42
2.41. Фазы коагуляционного гемостаза	44
2.42. Характеристика групповых свойств крови	44
2.43. Допустимые варианты переливания крови в экстремальных условиях	44
2.44. Определение групп крови с помощью стандартных сывороток	45
2.45. Буферные компоненты крови	45
2.46. Схема функциональной системы, определяющей оптимальное для метаболизма тканей содержание водородных ионов в организме	46
2.47. Схема функциональной системы, определяющей оптимальное для метаболизма количество форменных элементов крови	47
■ ГЛАВА 3. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ	47
3.1. Глоссарий	47
3.2. Функции клеточной мембраны	54
3.3. Классификация типов транспорта	54
3.4. Основные свойства возбудимых тканей	54
3.5. Классификация ионных каналов	55
3.6. Измерение мембранного потенциала	55

3.7. Внутри- и внеклеточные концентрации ионов для мышечной клетки теплокровного животного (ммоль/л)	55
3.8. Расчет величины мембранного потенциала	56
3.9. Сравнительная характеристика локального потенциала и потенциала действия	57
3.10. Зависимость между силой раздражителя и временем его действия	57
3.11. Формула М. Вейса	58
3.12. Мышечная ткань, мышечное сокращение	58
3.13. Классификация синапсов	67
3.14. Классификация рецепторов празматической мембраны	67
3.15. Структурно-функциональная организация химического синапса	68
3.16. Свойства электрических синапсов	68
3.17. Характеристика химического синапса	68
3.18. Свойства медиаторов	68
3.19. Постсинаптические потенциалы	69
3.20. Метаболизм ацетилхолина	69
3.21. Основные пути изменения процессов нервно-мышечной передачи	70
3.22. Классификация основных первичных мессенджеров (нейротрансмиттеров)	70
3.23. Организация химического синапса, функционирующего с участием NO	71
3.24. Мессенджеры	71
3.25. Активация рецептора, функционирующего как ионный канал	73
3.26. Усиливающий каскадный характер действия факторов регуляции	73
3.27. Характеристика процессов проведения возбуждения по нервным волокнам	73
3.28. Распространение потенциала действия	74
3.29. Оценка скорости проведения возбуждения по нервному волокну	75
3.30. Классификация нервных волокон	75
■ ГЛАВА 4. ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА	76
4.1. Глоссарий	76
4.2. Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы	86
4.3. Потенциал действия типичного кардиомиоцита	86
4.4. Соотношение процессов возбуждения и возбудимости	87
4.5. Архитектоника проводящей (автоматической) системы сердца	88
4.6. Градиент автоматии	88
4.7. Особенности атриовентрикулярного узла	88
4.8. Выявление степени автоматии различных отделов сердца	89
4.9. Потенциал действия атипичного кардиомиоцита	89
4.10. Механизмы изменения автоматии	90
4.11. Форма потенциалов действия кардиомиоцитов различных отделов сердца	91
4.12. Функциональная организация вставочного диска	91

4.13. Скорость проведения возбуждения в различных участках проводящей системы сердца	92
4.14. Механизм участия Ca^{2+} в сокращении миокарда	92
4.15. Распространение волны возбуждения по различным отделам сердца	93
4.16. Понятие об электрокардиограмме	93
4.17. Значение длительности диастолы для миокарда	102
4.18. Формулы для расчета насосной функции сердца	104
4.19. Методы определения минутного объема кровообращения	105
4.20. Инструментальные методы исследования деятельности сердца	106
4.21. Определение работы сердца	107
4.22. Регуляция деятельности сердца	108
4.23. Максимальное напряжение кардиомиоцита в зависимости от исходной длины саркомера	109
4.24. Степень напряжения кардиомиоцита при различной частоте стимуляции	109
4.25. Иннервация миокарда, регуляция деятельности сердца	110
4.26. Концентрация NO в различных участках миокарда левого желудочка при стимуляции ионов Ca^{2+} ионофором A23187	112
4.27. Динамика образования NO в эндокарде верхушки левого желудочка кролика	113
4.28. Гуморальная регуляция деятельности сердца	113
4.29. Возрастные особенности деятельности сердца	114
■ ГЛАВА 5. ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	114
5.1. Глоссарий	114
5.2. Характеристика отделов сосудистой системы	122
5.3. Основные законы гидродинамики	125
5.4. Линейная, объемная скорость кровотока и площадь поперечного сечения в различных отделах сердечно-сосудистой системы	127
5.5. Механизм аортальной компрессионной камеры	128
5.6. Механизм функционирования «мышечного насоса»	128
5.7. Сфигмограмма	129
5.8. Характеристика пульса	129
5.9. Физиологическая характеристика вен	130
5.10. Типы течения жидкости	131
5.11. Виды сосудистого тонуса и их компоненты	131
5.12. Функциональная характеристика и особенности работы барорецепторов сосудистого русла	136
5.13. Характеристика некоторых вазоактивных аутокоидов	136
5.14. Функциональная характеристика эндотелия	137
5.15. Участие эндотелия в вазодилатации сосуда	139
5.16. Определение эндотелий-зависимой и эндотелий-независимой вазодилатации	139
5.17. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система	140
5.18. Калликреин-кининовая система	141
5.19. Кровяное давление	142

5.20. Характеристика микроциркуляции	151
5.21. Кровообращение в отдельных органах	152

■ ГЛАВА 6. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ 156

6.1. Глоссарий	156
6.2. Методы исследования	160
6.3. Рефлекторная дуга	161
6.4. Торможение ЦНС	162
6.5. Свойства нервных центров	165
6.6. Принципы координационной деятельности	167
6.7. Свойства доминанты	168
6.8. Спинномозговая жидкость	168
6.9. Классификация нейронов спинного мозга	169
6.10. Характеристика серого вещества по принципу Рекседа	170
6.11. Классификация рефлексов	171
6.12. Классификация восходящих и нисходящих путей спинного мозга	171
6.13. Классификация основных рефлексов спинного мозга	172
6.14. Регуляция мышечного тонуса на спинальном уровне	173
6.15. Основные ядра продолговатого мозга и моста	173
6.16. Классификация основных видов рефлексов продолговатого мозга и моста	174
6.17. Основные ядра среднего мозга	174
6.18. Виды рефлексов среднего мозга	175
6.19. Классификация рефлексов ствола мозга	175
6.20. Функциональные связи ядер мозжечка	176
6.21. Функции мозжечка	176
6.22. Ретикулярная формация	178
6.23. Структурно-функциональная организация ядер таламического мозга	179
6.24. Основные функции гипоталамуса	180
6.25. Основные функции базальных ганглиев	180
6.26. Основные функции лимбической системы	181
6.27. Модулирующие системы мозга	182
6.28. Классификация функциональных зон коры	182
6.29. Характеристика вегетативной нервной системы	183
6.30. Вегетативный индекс Кердо	188
6.31. Индекс напряжения по формуле Р.М. Баевского	188

■ ГЛАВА 7. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ 189

7.1. Глоссарий	189
7.2. Схема дыхания, оценка дыхательной функции легких	194
7.3. Мышцы, обеспечивающие вентиляцию легкого	196
7.4. Виды респираторного сопротивления	196
7.5. Изменение транспульмонального и трансреспираторного давления во время дыхания	196

7.6. Вентиляционно-перфузионные отношения (ВПО) в различных участках легкого	197
7.7. Паттерны дыхания	198
7.8. Неравномерность региональной легочной вентиляции	198
7.9. Характеристика анатомического и физиологического мертвого пространства	199
7.10. Регуляция просвета бронхов	199
7.11. Значение сурфактанта	199
7.12. Зависимость объема от давления для изолированного легкого	200
7.13. Физиологический каскад pO_2 в организме	200
7.14. Газовый состав	200
7.15. Изменение параметров дыхания при вентиляции и в зависимости от возраста	201
7.16. Показатели легочной вентиляции	202
7.17. Расчет основных показателей дыхания	203
7.18. Распределение CO_2 , поступающего в кровь (гематокрит 45 %) из тканей (2 ммоль/л)	205
7.19. Газообмен по ходу легочного капилляра	205
7.20. Значение гемоглобина в кислородтранспортной функции крови	209
7.21. Характер внешнего дыхания при пересечении на различных уровнях ствола мозга	216
7.22. Основные механорецепторы легкого	216
7.23. Основные хеморецепторы	216
7.24. Структурно-функциональная организация дыхательного центра	217
7.25. Регуляция внешнего дыхания	217
7.26. Недыхательные функции легких	217
7.27. Нейроэндокринная система легких	218
7.28. Схема функциональной системы дыхания	220
7.29. Функциональная система транспорта кислорода	221
7.30. Основные уровни организации системы антиоксидантной защиты в организме	222
■ ГЛАВА 8. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ	222
8.1. Глоссарий	222
8.2. Функции пищеварительной системы	229
8.3. Классификация типов пищеварения	229
8.4. Гидролитические ферменты ЖКТ	230
8.5. Этапы пищеварения	230
8.6. Нейроэндокринная энтеринавая система желудочно-кишечного тракта	230
8.7. Моторная функция ЖКТ	232
8.8. Механизмы регуляции пищеварительной системы	233
8.9. Методы исследования ЖКТ	233
8.10. Функции ротовой полости	234
8.11. Слюнные железы	234

8.12. Глотание	235
8.13. Участие желудка в пищеварении	237
8.14. Участие поджелудочной железы в пищеварении	240
8.15. Участие печени и желчного пузыря в пищеварении	242
8.16. Участие кишечника в пищеварении	245
8.17. Пищевой центр	249
8.18. Моноамины и пептиды, регулирующие аппетит	249
8.19. Основные эффекты лептина	249
8.20. Основные эффекты грелина	250
8.21. Влияние грелина и лептина на пищевой центр	250

■ ГЛАВА 9. ФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ (ПИТАНИЕ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ)

9.1. Глоссарий	251
9.2. Виды работ организма	259
9.3. Расчет основных показателей	259
9.4. Образование энергии основными компонентами пищи (ккал/г)	260
9.5. Методы оценки энергообмена	261
9.6. Уравнения окисления белков, углеводов и липидов	261
9.7. Дыхательный коэффициент	261
9.8. Факторы, влияющие на основной обмен	263
9.9. Косвенные методы	263
9.10. Должный основной обмен (В.А. Макаров, 2001)	264
9.11. Рабочий обмен	265
9.12. Энергозатраты	265
9.13. Физиология питания	267
9.14. Формулы для определения оптимальной массы тела	267
9.15. Распределение энергетической ценности суточных рационов	268
9.16. Состав пищи	268
9.17. Физиология терморегуляции	279

■ ГЛАВА 10. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

10.1. Глоссарий	287
10.2. Органы выделения	290
10.3. Функции почек	290
10.4. Общие свойства мочи	291
10.5. Содержание неорганических и органических веществ в моче (в расчете на суточное количество мочи)	291
10.6. Особенности кровоснабжения почек	292
10.7. Нефрон	292
10.8. Процесс фильтрации	293
10.9. Фильтрация и реабсорбция веществ в почках	295
10.10. Основные характеристики мочеобразования	295
10.11. Реабсорбция воды	295
10.12. Расчет основных показателей	296
10.13. Механизм канальцевой реабсорбции натрия	296
10.14. Транспорт глюкозы	297

10.15. Аквапорин	297
10.6. Поворотно-противоточная система почек	298
10.17. Секреция в проксимальном отделе канальцев	299
10.18. Регуляция процессов реабсорбции и секреции в почечных канальцах	299
10.19. Нервная регуляция мочеиспускания	300

■ ГЛАВА 11. ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

■ ГЛАВА 11. ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ	302
11.1. Глоссарий	302
11.2. Физиологически активные вещества	310
11.3. Нервная и гормональная регуляция	311
11.4. Эндокринные железы, ткани и клетки	313
11.5. Классификация гормонов по химическому строению	313
11.6. Механизмы действия гормонов	314
11.7. Вторичные посредники	317
11.8. Типы действия гормонов	317
11.9. Характеристика гормональных эффектов	318
11.10. Методы исследования гормональной системы	318
11.11. Распределение гормона в крови	319
11.12. Гипоталамус, гипофиз	319
11.13. Щитовидная железа	328
11.14. Надпочечники	330
11.15. Поджелудочная железа	334
11.16. Обмен кальция	339
11.17. Характеристика тимуса как эндокринного органа	339
11.18. Эпифиз	340
11.19. Простагландины	342
11.20. Пептиды-регуляторы	343
11.21. Половые гормоны	344
11.22. Характеристика стресса	350

■ ГЛАВА 12. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

■ ГЛАВА 12. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ	353
12.1. Глоссарий	353
12.2. Анализаторы	358
12.3. Сенсорные системы	360
12.4. Расчет основных показателей	361
12.5. Характеристика рецепторов	361
12.6. Характеристика проводникового и коркового отделов анализатора	365
12.7. Болевые ощущения	366
12.8. Световые ощущения	368
12.9. Слуховые ощущения	375
12.10. Обоняние	378
12.11. Вкусовые ощущения	381
12.12. Характеристика механорецепторов	383
12.13. Кожный анализатор	384

■ ГЛАВА 13. ФИЗИОЛОГИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЗГА	385
13.1. Глоссарий	385
13.2. Основные положения работы В.М. Сеченова «Рефлексы головного мозга»	391
13.3. Принципы рефлекторной теории по И.П. Павлову	391
13.4. Безусловные рефлексы	391
13.5. Условные рефлексы	392
13.6. Основные принципы конвергентной теории	396
13.7. Основные формы обучения	396
13.8. Отличительные особенности условного торможения	396
13.9. Виды торможения условных рефлексов	397
13.10. Электроэнцефалограмма	397
13.11. Иррадиация дифференцировочного торможения в кожном анализаторе	398
13.12. Функциональная система поведенческого акта	399
13.13. Неврозы	400
13.14. Характеристика внимания и потребностей	400
13.15. Эмоции	402
13.16. Память	404
13.17. Сон	407
13.18. Уровни бодрствования (шкала)	409
13.19. Центры II сигнальной системы	409
13.20. Характеристика мышления	409
13.21. Виды асимметрии	410
13.22. Высшая нервная деятельность	410
13.23. Структура личности	411
Предметный указатель	412
Литература	421

Учебное издание

Зинчук Виктор Владимирович
Балбатун Олег Александрович
Емельянчик Юрий Михайлович

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Краткий курс

Учебное пособие

3-е издание, стереотипное

Редактор *В.В. Такушевич*
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Корректор *Е.В. Савицкая*
Компьютерная верстка *М.В. Горецкой*

Подписано в печать 04.08.2014. Формат 84×108/32. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Офсетная печать. Усл. печ. л. 22,68.
Уч.-изд. л. 22,96. Тираж 1200 экз. Заказ 1276.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.

Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.

e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Открытое акционерное общество «Красная звезда».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, производителя
и распространителя печатных изданий № 2/7 от 28.10.2013.

Юридический адрес: 1-й Загородный пер., 3, 220073, Минск.

Почтовый адрес: ул. Советская, 80, 225409, Барановичи.