

# МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию



## УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
Министра здравоохранения  
Республики Беларусь,  
председатель Учебно-методического  
объединения по высшему медицинскому,  
фармацевтическому образованию

Е.Н.Кроткова

23.04.2024

Регистрационный № УПД-091- 093 /пр./

## НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальности  
7-07-0911-01 «Лечебное дело»

### СОГЛАСОВАНО

Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет»



С.П.Рубникович

### СОГЛАСОВАНО

Начальник главного управления  
организационно-кадровой работы и  
профессионального образования  
Министерства здравоохранения  
Республики Беларусь



О.Н.Колюпанова

Минск 2024

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

В.А.Переверзев, заведующий кафедрой нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор;

Д.А.Александров, доцент кафедры нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент;

Ю.В.Гайкович, старший преподаватель кафедры нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра нормальной физиологии учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»;

Кафедра нормальной физиологии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет»;

В.А.Мельник, проректор по учебной работе, профессор кафедры нормальной и патологической физиологии учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет», доктор биологических наук, профессор

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 12 19.01.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 14 от 21.02.2024);

Научно-методическим советом по лечебному делу Учебно-методического объединения по высшему медицинскому, фармацевтическому образованию  
(протокол № 2 от 11.03.2024)

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Нормальная физиология» – учебная дисциплина модуля «Медико-биологический модуль 1», содержащая систематизированные научные знания о жизненных функциях здорового организма и отдельных его частей (клеток, тканей, органов, функциональных систем), механизмах осуществления этих функций и закономерностях их регуляции.

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Нормальная физиология» разработана в соответствии с:

образовательным стандартом специального высшего образования по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело», утвержденным и введенным в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.09.2023 № 302/127;

примерным учебным планом по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело» (регистрационный № 7-07-09-001/пр.), утвержденным первым заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 21.11.2022 и первым заместителем Министра образования Республики Беларусь 02.12.2022.

Цель учебной дисциплины «Нормальная физиология» – формирование базовой профессиональной компетенции для решения задач профессиональной деятельности на основе знаний о закономерностях функционирования и регуляции жизнедеятельности целостного организма человека, его органов и систем.

Задачи учебной дисциплины «Нормальная физиология» состоят в формировании у студентов научных знаний о принципах организации физиологических функций и взаимодействия функциональных систем организма человека, основных закономерностях функционирования клеток, тканей, органов и систем здорового организма человека и механизмах их регуляции, а также о важнейших показателях, характеризующих нормальное состояние физиологических функций организма человека и его систем; умений и навыков, необходимых для:

системного анализа показателей физиологического состояния здорового и больного человека, его органов и систем;

интерпретации результатов лабораторных и инструментальных методов исследования;

формирования здорового образа жизни.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Нормальная физиология», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Психология межличностных отношений», «Общая хирургия», «Физическая культура»; модулей: «Медико-профилактический модуль», «Медико-биологический модуль 2», «Терапевтический модуль 1», «Военно-медицинский модуль», «Терапевтический модуль 2», «Хирургический модуль 2», «Психическое здоровье», «Внутренние болезни», «Терапевтический модуль 3», «Хирургический модуль 3», «Акушерско-гинекологический модуль»,

«Клиническая патология и клиническая диагностика», «Педиатрический модуль».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

оценивать показатели физиологического состояния здорового и больного человека на основе знаний о закономерностях функционирования и регуляции жизнедеятельности целостного организма человека, его органов и систем.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 324 академических часа, из них 182 аудиторных и 142 часа самостоятельной работы студента.

Рекомендуемые формы промежуточной аттестации: зачет (3 семестр), экзамен (4 семестр).

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Название раздела (темы)	Всего аудиторных часов	Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий	
		лекции	практические
1. Введение. Гомеостаз. Внутренняя среда организма человека	18	2	16
2. Гуморальная регуляция физиологических функций	16	4	12
3. Физиология возбудимых тканей	24	4	20
4. Нервная регуляция физиологических функций	16	4	12
5. Физиология сенсорных систем	18	6	12
6. Физиология кровообращения	26	6	20
7. Физиология дыхания	24	4	20
8. Физиология пищеварения	10	2	8
9. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция. Выделение	18	6	12
10. Интегративная деятельность мозга	12	4	8
<b>Всего часов</b>	<b>182</b>	<b>42</b>	<b>140</b>

### СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### 1. Введение. Гомеостаз. Внутренняя среда организма человека

Нормальная физиология как наука о жизненных функциях организма здорового человека и отдельных его частей (клеток, тканей, органов, функциональных систем), механизмах осуществления этих функций и закономерностях их регуляции.

Понятие об организме человека, его составных элементах. Уровни структурно-функциональной организации организма человека. Понятие о физиологических функциях и процессах.

Системный принцип организации и регуляции функций организма. Нервный и гуморальный механизмы регуляции функций организма человека. Местные механизмы регуляции физиологических функций. Уровни регуляции: клеточный, тканевой, органной, организменный. Типы регуляции (по возмущению и по отклонению).

Системный подход к изучению процессов жизнедеятельности организма человека. Функциональная система (П.К.Анохин), принцип саморегуляции. Системогенез.

Понятие о единстве организма и среды его существования.

Связь физиологии с другими науками. Физиология как научная основа медицины. Этапы развития физиологии.

Период отдельных открытий (принципиальная роль работ У.Гарвея, Р.Декарта).

Становление и развитие физиологии в XIX-XX вв. (И.Мюллер, К.Бернар, К.Людвиг, Э.Дюбуа-Реймон, Г.Гельмгольц, Ч.Шеррингтон, У.Кеннон, Ф.В.Овсянников, И.М.Сеченов, Н.А.Миславский, И.П.Павлов, Н.Е.Введенский, А.А.Ухтомский, А.Ф.Самойлов, Л.А.Орбели, П.К.Анохин, В.В.Парин, В.Н.Черниговский, Л.С.Штерн и другие).

Вклад отечественных физиологов в развитие физиологической науки (И.А.Ветохин, И.А.Булыгин, Г.С.Юньев, Г.А.Фещенко, А.С.Дмитриев, Н.И.Аринчин, В.Н.Гурин и другие).

Особенности современного периода развития физиологии. Развитие молекулярно-биологического, аналитического и интегративного направления в медицине и физиологии. Физиология человека и научно-технический прогресс. Использование достижений техники в физиологии – телеметрия, вычислительная техника, физиологическая кибернетика, компьютерное моделирование физиологических функций, современные средства визуализации физиологических функций (функциональная магнитно-резонансная томография, дисперсионное электрокардиографическое картирование (ЭКГ-картирование), эхокардиография, компьютерная электроэнцефалография (ЭЭГ) и другие).

Гомеостаз. Механизмы регуляции гомеостаза. Жидкие среды организма человека (внутриклеточная жидкость, межклеточная жидкость, кровь, лимфа, ликвор и другие), их объемное распределение в организме. Понятие о внутренней среде организма человека.

Проведение мероприятий по профилактике инфицирования вирусными гепатитами и вирусом иммунодефицита человека при исследованиях крови и других биологических материалов. Техника взятия капиллярной крови.

Кровь. Понятие о системе крови (Г.Ф.Ланг), ее возрастные особенности. Состав, количество, свойства, основные функции крови. Основные физиологические константы крови, характеризующие гомеостаз. Органические и неорганические компоненты плазмы крови. Осмотическое давление крови и его регуляция, роль в обмене воды и электролитов между кровью и тканями. Понятие о состоянии гипер- и дегидратации тканей. Белки плазмы крови, их классификация и значение. Онкотическое давление плазмы и его роль. Реологические свойства крови. Кислотно-основное состояние крови. Физико-химические и физиологические механизмы, обеспечивающие постоянство рН крови. Понятие об ацидозе и алкалозе, механизмы их возникновения. Изменения физиологических функций при ацидозе и алкалозе.

Лимфа. Механизмы образования лимфы, количество, состав, физико-химические свойства, функции.

Ликвор. Состав, физико-химические свойства, функции ликвора, ликвородинамика. Значение исследования ликвора для диагностики. Другие транскеллюлярные жидкости (плевральная, перикардальная, синовиальная и другие), их состав, физико-химические свойства и физиологическая роль.

Гемопоз (гемоцитопоз): теория стволовой клетки. Возрастные особенности гемопоза (у эмбриона, плода, взрослого человека). Роль в

гемопозе микроокружения стволовой клетки. Свойства и функции полипотентной стволовой кроветворной клетки и других коммитированных клеток-предшественниц зрелых клеток крови. Понятие о возможностях дифференцировки эмбриональных и стволовых кроветворных клеток в другие типы клеток. Возрастные особенности кроветворения. Нервные и гуморальные механизмы регуляции гемопоза. Сигнальные молекулы, имеющие значение для регуляции кроветворения (основные группы цитокинов (факторы роста гемопозитических клеток, интерлейкины, интерфероны, факторы роста негемопозитических клеток), гормоны, нейромедиаторы и другие), их происхождение. Роль цитокинов и других сигнальных молекул в регуляции самоподдержания, дифференцировки, пролиферации и апоптоза этих клеток. Значение молекул клеточной адгезии.

Незаменимые для поддержания нормального кроветворения питательные вещества, витамины и микроэлементы, их значение и потребности организма человека в них. Общее понятие о нарушениях кроветворения при дефиците поступления этих веществ в организм человека.

Эритрон. Эритроцитопоз и разрушение эритроцитов, их возрастные особенности. Эритропоэтин и его роль в регуляции эритропоза. Особенности строения и свойств эритроцитов, обеспечивающие выполнение ими функций. Количество эритроцитов в крови, методики подсчета. Гематокрит. Гемоглобин, его количество, функции, методы определения. Особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение функций гемоглобина. Виды и соединения гемоглобина, их возрастная динамика. Цветовой показатель и его расчет. Эритроцитарные индексы (среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), средний объем эритроцитов (MCV), ширина кривой распределения эритроцитов (RDW). Понятие об анемиях. Гемолиз, виды и причины. Осмотическая резистентность эритроцитов. Продукты разрушения эритроцитов, их физиологическая роль, пути утилизации. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и факторы, влияющие на нее.

Тромбоцитопоз. Тромбоциты (кровяные пластинки), их количество, строение, функции, продолжительность жизни. Регуляция тромбоцитопоза, роль тромбопоэтина.

Система гемостаза. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) и вторичный (коагуляционный) гемостаз и его значение. Роль тромбоцитов в механизмах первичного и вторичного гемостаза. Ферментативная теория гемостаза А.А.Шмидта. Современные представления об основных факторах, участвующих в свертывании крови (тканевые, плазменные, тромбоцитарные, эритроцитарные, лейкоцитарные). Фазы свертывания крови. Фибринолиз. Противосвертывающая система крови. Роль сосудистой стенки в регуляции свертывания крови и фибринолизе. Показатели коагулограммы.

Лейкоцитопоз. Лейкоциты, их виды, количество, функции, методы подсчета, особенности строения и свойств, обеспечивающие выполнение ими функций. Понятие о лейкоцитозе и лейкопении. Лейкоцитарная формула: зернистые и незернистые лейкоциты, их разновидности, количество, функции,

продолжительность жизни. Понятие о Т- и В- лимфоцитах, маркерах кластеров дифференцировки (CD) лейкоцитов. Понятие о механизмах неспецифической и специфической защиты организма человека. Понятие о дефензинах.

Основные показатели общего анализа крови (ОАК), принципы его выполнения с использованием современных методов исследования. Физиологическая оценка результатов исследования ОАК. Понятие о возрастных нормах основных показателей крови. Диагностическое значение ОАК.

Физиологическая оценка показателей общего анализа крови, получаемых при использовании ручных и полуавтоматических методов подсчета (количество эритроцитов, гемоглобина, цветовой показатель и эритроцитарные индексы, количество лейкоцитов и лейкоцитарная формула, количество тромбоцитов, СОЭ по методу Панченкова, Вестергрена или кинетики агрегации эритроцитов).

Системы групп крови. Системы АВ0, Rh, HLA и другие. Определение группы крови по системам АВ0 и Rh. Наследование групп крови. Основные принципы подбора донорской крови. Факторы риска при работе с кровью для медицинских работников, доноров и реципиентов. Последствия переливания несовместимой крови. Резус-конфликт и несовместимость по другим группам крови. Значение системы HLA для обеспечения иммунной совместимости, гистогенеза, трансплантации донорских органов и тканей. Компоненты крови. Кровезамещающие растворы, физиологические требования, предъявляемые к ним, их классификация по виду выполняемой ими функции в организме человека.

Определение групповой принадлежности крови (по системе АВ0 и резус- D принадлежность) с использованием стандартных сывороток (реагента) и моноклональных антител.

## **2. Гуморальная регуляция физиологических функций**

Обмен информацией между клеткой и окружающей средой. Информация, сигнал. Виды информационных сигналов.

Химическая сигнализация. Основные способы межклеточной коммуникации с участием химических сигналов, их характеристика. Классификация и свойства сигнальных молекул (лигандов). Молекулярные (клеточные) рецепторы, классификация по строению и локализации в клетке. Структура и функции трансмембранных и внутриклеточных рецепторов. Метаботропные и ионотропные рецепторы. Рецепторы, связанные с G-белками.

Лиганд-рецепторные взаимодействия. Основные пути внутриклеточной передачи сигнала с участием семисегментных трансмембранных рецепторов (рецепторов, связанных с G-белками; 7-TMS). Первичные и вторичные посредники передачи сигнала, их функции. Лиганды, взаимодействующие с 7-TMS рецепторами, и физиологические функции, контролируемые с участием этих рецепторов. Одноsegmentные трансмембранные рецепторы (1-TMS), их строение, особенности механизма действия. Лиганды, взаимодействующие с 1-TMS рецепторами, и физиологические функции, контролируемые с участием этих рецепторов.

Ионные каналы, классификация. Строение и механизм действия лиганд-зависимых ионных каналов на примере n-холинорецептора и других типов

рецепторов, их лиганды. Роль гормонов и вторичных посредников в регуляции проницаемости лиганд-зависимых ионных каналов. Представление об иных механизмах регуляции проницаемости ионных каналов.

Внутриклеточная передача сигнала с участием внутриклеточных рецепторов. Лиганды, действующие через внутриклеточные рецепторы, механизм действия и основные физиологические эффекты. Основные физиологические эффекты лиганд-рецепторного взаимодействия на уровне клетки.

Значение эндокринной системы для жизнедеятельности организма человека. Современные представления о функциях эндокринной системы. Общая характеристика эндокринной системы. Морфофункциональная классификации эндокринных желез. Гормоны как сигнальные молекулы: определение понятия, классификации по химической структуре и выполняемой функции. Механизмы действия гормонов. Общие принципы регуляции синтеза и секреции гормонов. Многоуровневая система регуляции секреции гормонов. Связи желез внутренней секреции и нервной системы. Участие эндокринной системы в регуляции гомеостаза. Понятие о методах оценки состояния функций эндокринной системы у человека.

Гипофиз. Функции гипофиза, морфологические и функциональные связи с гипоталамусом. Гормоны гипофиза и гипоталамуса, их роль в регуляции деятельности эндокринных и неэндокринных органов. Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции функций на гипоталамическом уровне. Наиболее частые проявления нарушений эндокринной функции гипофиза и гипоталамуса.

Эпифиз, его эндокринные функции.

Щитовидная железа. Йодсодержащие тиреоидные гормоны, механизмы их действия и вызываемые ими эффекты. Влияние гормонов щитовидной железы на процессы созревания центральной нервной системы (ЦНС). Последствия для функций ЦНС гипофункции щитовидной железы у плода и новорожденных детей. Участие тиреоидных гормонов в процессах адаптации. Регуляция секреции гормонов. Характерные проявления избыточного или недостаточного выделения гормонов. Кальцитонин.

Околощитовидные железы. Паратгормон.

Регуляция гомеостаза кальция и фосфора в организме человека. Влияние кальцитонина, паратгормона и витамина Д на обмен кальция и фосфора. Суточная потребность в кальции и источники его поступления в организм человека.

Надпочечники. Гормоны коркового и мозгового вещества надпочечников. Механизмы действия гормонов и вызываемые ими эффекты. Характерные проявления избыточной или недостаточной секреции гормонов надпочечников. Регуляция эндокринной функции надпочечников.

Половые железы. Половые гормоны, механизмы действия и вызываемые ими эффекты. Механизмы регуляции секреции половых гормонов. Характерные проявления избыточного или недостаточного выделения половых гормонов. Возрастные особенности эндокринной функции половых желез. Гормональная

регуляция полового созревания. Эндокринная функция плаценты. Понятие о репродуктивной системе организма человека.

Поджелудочная железа, ее эндокринная функция. Гормоны поджелудочной железы и их роль в регуляции углеводного, жирового и белкового обмена. Механизмы действия и регуляция секреции гормонов поджелудочной железы. Понятие о гипо- и гипергликемии и их причинах.

Вилочковая железа и ее роль в различные возрастные периоды. Значение тимуса в развитии иммунной системы организма человека. Регуляторные пептиды. Понятие о диффузной эндокринной системе (APUD-системе) кишечника. Эндокринная функция сердца, сосудов, жировой ткани, печени, почек и др. Гормональные механизмы поддержания водно-электролитного баланса в организме человека (антидиуретический гормон, ренин-ангиотензин-альдостероновая система, натрийуретические пептиды, простагландины). Гормональные механизмы регуляции массы тела (лептин, грелин, инсулин, холецистокинин, орексины и др.). Жировая ткань как эндокринный орган, липокины. Эндокринная функция скелетных мышц, миокины. Простагландины. Участие желез внутренней секреции в приспособительной деятельности организма человека. Общий адаптационный синдром, стресс. Дистресс и эустресс. Понятие о стресс-реализующих и стресс-лимитирующих системах организма человека.

Возрастные изменения эндокринных функций. Различия в последствиях нарушений функций желез внутренней секреции у ребенка и взрослого человека.

Оценка функций эндокринной системы (измерение и оценка роста, массы тела, температуры, скорости основного обмена, показателей углеводного обмена и другое).

### **3. Физиология возбудимых тканей**

Электрическая сигнализация и ее роль в регуляции физиологических функций.

Понятие о раздражимости и возбудимости как основе реагирования ткани (клетки) на раздражение. Возбуждение и формы его проявления.

Классификация раздражителей. Характеристики раздражителей, имеющие значение для возникновения возбуждения. Показатели (параметры) возбудимости (порог силы, порог времени, минимальный градиент раздражения). Понятие о реобазе и хронаксии. Соотношение между силой раздражителя и временем его действия на возбудимую ткань, имеющее значение для возникновения возбуждения. Кривая «сила – длительность». Понятие о лабильности и парабиозе (Н.Е.Введенский).

Законы реагирования возбудимых тканей на действие раздражителей (закон силы, длительности, «все или ничего», градиента раздражения и другие). Реакция возбудимых тканей на действие постоянного электрического тока (полярный закон).

Современные представления об особенностях строения мембран возбудимых клеток, обеспечивающих их функции. Понятие о пассивных (каналах утечки), потенциалзависимых, лигандзависимых и других типах ионных каналов. Понятие об ионных насосах, обменных механизмах транспорта

ионов. Ионные градиенты и их роль в возникновении электрических потенциалов клеток.

Биоэлектрогенез. Биопотенциалы как носители информации в живых организмах. Виды биопотенциалов, их сравнительная характеристика.

Мембранный потенциал покоя, его происхождение, механизм поддержания потенциала покоя (селективная проницаемость мембраны клетки, работа К-На насоса и другие).

Современные представления о механизмах и фазах развития потенциала действия. Изменения возбудимости в процессе возбуждения. Рефрактерность, ее причины и значение.

Сенсорные рецепторы, их роль, классификация, основные свойства (высокая чувствительность к действию адекватного раздражителя, фоновая импульсация и другие). Механизмы преобразования энергии раздражителя в нервную активность в первично- и вторично-чувствующих рецепторах. Механизмы адаптации сенсорных рецепторов. Понятие о принципах аналогового и дискретного кодирования в рецепторах. Рецептивное поле и рефлексогенная зона.

Возникновение нервных импульсов в сенсорных рецепторах и на аксонных холмиках. Триггерные зоны. Нервное волокно. Физиологическая роль структурных элементов нервного волокна. Механизм и законы проведения нервных импульсов по нервному волокну. Аксональный транспорт веществ, его характеристика и значение. Факторы роста. Характеристика нервных волокон типа А, В, С (классификация нервных волокон теплокровных по Эрлангеру-Гассеру). Принципы классификации афферентных нервных волокон теплокровных по Ллойду-Ханту.

Синапс. Строение и классификация синапсов, их физиологическая роль. Современные представления о механизмах передачи сигналов в синапсах. Характеристика электрических и химических синапсов. Медиаторы, их классификация, синтез, механизм секреции в синаптическую щель, взаимодействие с ионотропными рецепторами постсинаптической мембраны. Комедиаторы и нейромодуляторы. Процессы, обеспечивающие восстановление готовности синапса к проведению следующего сигнала. Постсинаптические потенциалы. Суммация потенциалов. Общие свойства синапсов (на примере мионеврального синапса). Участие синапсов в регуляции внутриклеточных процессов. Понятие о метаботропных рецепторах. Понятие о возможностях фармакологического влияния на процессы передачи сигналов в синапсах (влияние на секрецию нейромедиатора, на рецепторы постсинаптической мембраны, на обратный захват нейромедиатора или его предшественников, на ферменты синаптической щели и другое).

Скелетные мышцы. Физические и физиологические свойства скелетных мышц. Виды и режимы сокращения. Одиночное сокращение и его фазы. Суммация сокращений, тетанус. Зависимость амплитуды сокращения от частоты раздражения. Оптимум и пессимум (Н.Е.Введенский). Тонус мышц. Сила и работа мышц. Утомление мышц. Закон средних нагрузок. Типы мышечных волокон. Двигательные единицы и их особенности в разных мышцах. Изменения

в мышце, наступающие после ее денервации. Физиологическое обоснование применения методов, задерживающих развитие атрофии мышц и способствующих восстановлению их функций (электростимуляция, массаж и другие). Механизм сокращения и расслабления одиночного мышечного волокна и мышцы. Электромеханическое сопряжение. Электромиография.

Физиологическая оценка результатов электромиографии.

Обеспечение метаболизма мышцы как органа в условиях относительного покоя и при различных уровнях физической нагрузки (кровоток, потребление кислорода и питательных веществ, энергозатраты).

Проведение динамометрии (ручной и становой, эргометрии) и физиологическая оценка получаемых показателей.

Гладкие мышцы. Физиологические свойства и особенности гладких мышц в сравнении со скелетными мышцами. Передача сигналов с нервного волокна на гладкую мышцу. Виды медиаторов. Рецепторы гладкомышечных волокон ( $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы, М-холинорецепторы и другие). Механизмы сокращения и расслабления гладкомышечных клеток. Особенности регуляции сокращения (силы, продолжительности, тонуса) гладких мышц. Роль ионов кальция в осуществлении функций гладких мышц. Понятие о природе тонуса гладких мышц и о возможностях его регуляции через влияние на процессы передачи и восприятия сигналов рецепторами гладких миоцитов.

Понятие об изменениях периферической нервной системы, синаптической передачи и мышечной ткани в различные возрастные периоды.

#### **4. Нервная регуляция физиологических функций**

Функции ЦНС и ее роль в обеспечении жизнедеятельности целостного организма человека и его взаимоотношений с внешней средой. Понятие о центральной и периферической нервной системе. Методы исследования нервной системы.

Нейрон. Функциональная классификация нейронов. Физиологические свойства нервных клеток и функции структурных элементов нейрона (сома, аксон, дендриты). Морфологические и биофизические особенности нейронов, обеспечивающие их специфические функции (восприятие, интеграция, передача информации). Особенности возникновения и распространения возбуждения в нейроне.

Объединение нейронов в нервные цепи. Виды и функции нервных цепей. Основные принципы распространения возбуждения в нервных цепях (дивергенция, конвергенция, реверберация и другие). Связи нейронов и формирование нервных сетей. Понятие о коннектоме. Детерминированность и изменчивость нейронных цепей. Понятие о механизмах пластичности. Понятие о проводящих путях и их функциях. Роль нейроглии.

Особенности строения и функций синапсов ЦНС в сравнении с периферическими синапсами. Нейромедиаторы в ЦНС. Физиологическое понятие нервного центра. Функции нервных центров, их свойства (пространственная и временная суммация, трансформация ритма возбуждений, тонус, пластичность, утомление нервных центров). Афферентные и эфферентные нервные пути, их разновидности и функции.

Рефлекторный принцип функционирования нервной системы (Р.Декарт, Й.Г.Прохазка, И.М.Сеченов, И.П.Павлов, П.К.Анохин). Рефлекс – стереотипная приспособительная ответная реакция организма человека на действие раздражителей, протекающая с участием нервной системы. Виды рефлексов. Рефлекторная дуга, классификация. Обратная связь и ее значение. Многоуровневая организация рефлекса. Субстрат, механизм и формы проявления возбуждения на нейроне, в нервном центре.

Торможение в нервной системе (И.М.Сеченов, Ф.Гольц). Современные представления о механизмах центрального торможения (Дж.Экклс, Б.Реншоу). Торможение в ЦНС: первичное (постсинаптическое, пресинаптическое), вторичное (пессимальное, торможение после возбуждения).

Взаимодействие процессов возбуждения и торможения – основа координационной деятельности ЦНС. Основные принципы координации: принцип сопряженного (реципрокного) торможения, принцип общего конечного пути (Ч.Шеррингтон), принцип доминанты (А.А.Ухтомский), принцип обратной афферентации (П.К.Анохин). Взаимодействие между различными уровнями ЦНС в процессе регуляции функций. Представление об интегративной деятельности ЦНС.

Особенности метаболизма мозга и его обеспечение системой мозгового кровообращения. Продолжительность жизни нейронов мозга в условиях гипоксии, аноксии, гипотермии, гипертермии. Возможности восстановления функций мозга. Время реанимации. Понятие о структуре и функции гематоэнцефалического барьера (ГЭБ). Особенности барьерной функции ГЭБ в различных отделах мозга и при различных состояниях организма человека. Роль ликвора в жизнедеятельности мозга.

Спинной мозг. Структурно-функциональная организация и рефлекторная деятельность спинного мозга. Сенсорные функции. Восприятие и переработка сигналов от рецепторов кожи, проприо- и интерорецепторов. Моторные функции. Спинальные механизмы регуляции мышечного тонуса, позы и движений. Проводниковые функции. Афферентные и эфферентные проводящие пути спинного мозга. Вегетативные функции. Спинальные механизмы регуляции вегетативных функций (регуляция сосудистого тонуса, работы внутренних органов, деятельности потовых желез и другие). Интегративные функции. Распределение тонуса мышц, организация сложных движений. Спинальные механизмы интеграции соматических и вегетативных функций. Клинически важные спинальные рефлексы у человека (соматические и вегетативные).

Ствол мозга. Продолговатый мозг. Структурно-функциональная организация продолговатого мозга. Сенсорные функции. Восприятие и переработка сигналов от рецепторов кожи, проприо- и интерорецепторов, от вкусовых, слуховых рецепторов и рецепторов вестибулярного аппарата. Моторные функции. Регуляция мышечного тонуса, позы и движений. Проводниковые функции. Афферентные и эфферентные проводящие пути. Вегетативные функции. Бульбарные механизмы регуляции сосудистого тонуса. Сосудодвигательный центр. Рефлекторная регуляция сердечной деятельности.

Дыхательный центр. Регуляция функций пищеварительной системы и других внутренних органов. Интегративные функции. Распределение тонуса мышц, поддержание позы, организация сложных движений. Интеграция вегетативных функций. Интеграция вегетативных и соматических функций. Защитные рефлексы.

Исследование основных сухожильных рефлексов (коленного, ахиллова и других), физиологическая оценка получаемых результатов.

Средний мозг и мост. Структурно-функциональная организация среднего мозга и моста. Сенсорные функции. Восприятие и переработка сигналов от рецепторов кожи, проприорецепторов. Переработка зрительной и слуховой информации. Проводниковые функции. Афферентные и эфферентные проводящие пути. Моторные функции. Регуляция мышечного тонуса, позы и движений. Связь среднего мозга и моста с мозжечком. Глазодвигательные функции. Вегетативные функции. Проводящие пути вегетативной нервной системы. Зрачковые и другие рефлексы. Интегративные функции. Организация ориентировочных зрительных и слуховых рефлексов. Организация сложных движений, интеграция вегетативных и соматических функций (жевание, глотание и другие), регуляция дыхания.

Исследование зрачковых рефлексов, физиологическая оценка получаемых показателей.

Ретикулярная формация ствола мозга. Структурно-функциональная организация ретикулярной формации, ее нисходящие и восходящие влияния на деятельность ЦНС. Участие ретикулярной формации в поддержании и перераспределении мышечного тонуса, в регуляции вегетативных функций, в интегративной деятельности ЦНС.

Мозжечок. Структурно-функциональная организация мозжечка. Сенсорные функции. Восприятие и переработка информации от рецепторов кожи, проприорецепторов, рецепторов вестибулярного аппарата, зрительной и слуховой систем и из коры больших полушарий. Моторные функции. Участие в распределении мышечного тонуса, организации позы, осуществлении целенаправленных медленных и быстрых баллистических движений, коррекции моторных программ. Вегетативные функции. Участие мозжечка в регуляции функций сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и других систем. Интеграция сенсорных и моторных функций.

Исследование состояния функций мозжечка, физиологическая оценка получаемых показателей.

Промежуточный мозг. Таламус. Структурно-функциональная организация таламуса. Основные сенсорные и двигательные проводящие пути. Функциональная характеристика ядер таламуса. Участие таламуса в формировании болевых ощущений и в осуществлении высших интегративных функций мозга.

Гипоталамус. Структурно-функциональная организация гипоталамуса, участие в реализации сенсорных функций. Связи гипоталамуса с корой больших полушарий и другими отделами головного мозга. Нейросекреторные клетки. Собственно сенсорные нейроны гипоталамуса (термо-, осмочувствительные и

другие). Полисенсорные нейроны. Эндокринные функции (гормоны гипоталамуса и рилизинг-факторы). Вегетативные функции. Высшие центры автономной нервной системы. Интегративные функции автономной нервной системы. Интеграция нейроэндокринных, соматических и вегетативных функций, участие гипоталамуса в осуществлении высших интегративных функций мозга.

Конечный мозг. Кора больших полушарий головного мозга, структурно-функциональная организация. Модули (колонки) как примеры структурно-функциональных единиц. Роль коры больших полушарий головного мозга в формировании системной деятельности организма человека. Современные представления о локализации функций в коре больших полушарий головного мозга. Пластичность коры больших полушарий головного мозга.

Оценка ритмов ЭЭГ при различных функциональных состояниях ЦНС.

Лимбическая система. Структурно-функциональная организация лимбической системы. Роль лимбической системы в формировании мотиваций, эмоций, организации памяти. Участие лимбических структур в интегративной деятельности ЦНС.

Базальные ядра. Структурно-функциональная организация базальных ядер. Интегрирующая функция базальных ядер в организации и осуществлении сложных движений и интегративных функций мозга (моторная, лимбическая, глазо-двигательная и когнитивная петли). Роль дофаминовых, ацетилхолиновых и других медиаторных систем.

Возрастные особенности функций ЦНС.

Структурно-функциональные основы многоуровневой системы регуляции мышечного тонуса, поддержания позы и организации движений. Собственные механизмы спинного мозга, обеспечивающие регуляцию тонуса мышц. Спинной мозг как общий конечный путь для супраспинальных отделов ЦНС в механизмах регуляции тонуса мышц, поддержания позы и организации движений. Изменение структуры и функций мышц при гиподинамии, денервации и других состояниях. Наиболее характерные изменения тонуса мышц и движений при нарушении функции спинного мозга, ствола мозга, мозжечка, базальных ядер, коры больших полушарий головного мозга. Теоретические основы коррекции нарушений тонуса, трофики мышц и движений. Значение электродиагностики и электростимуляции в профилактике атрофии мышц и восстановлении их функций при нарушении иннервации, гиподинамии и других состояниях.

Понятие об изменениях мышечного тонуса, поддержания позы и организации движений в различные возрастные периоды.

Роль автономной (вегетативной) нервной системы (АНС) в обеспечении жизнедеятельности целостного организма. Функции АНС. Сравнительная характеристика общего плана строения и физиологических свойств АНС и соматической нервной системы (афферентные, центральные, эфферентные отделы). Сравнительная характеристика строения и физиологических свойств симпатического и парасимпатического отделов АНС. Понятие о метасимпатической нервной системе. Вегетативные ганглии, их функции (передаточная, рефлекторная, интегративная). Преганглионарные и

ганглионарные нейроны и их аксоны: морфологические, функциональные и нейрохимические различия. Нейромедиаторы, рецепторы АНС и ее эффекторных клеток. Факторы, определяющие реакцию эффекторных клеток на действие нейромедиатора. Понятие о принципах коррекции вегетативных функций посредством воздействия на медиаторно-рецепторные механизмы.

Общая характеристика влияния симпатического и парасимпатического отделов АНС на эффекторные органы, сенсорные функции. Синергизм и относительный антагонизм их влияний. Вегетативные рефлексy. Центры АНС, их тонус. Взаимодействие соматической и АНС в регуляции функций организма человека. Адаптационно-трофическая функция АНС. Участие АНС в интеграции функций при формировании целостных поведенческих актов. Вегетативный тонус, способы его определения. Вегетативная реактивность и вегетативное обеспечение соматических функций. Возрастные изменения АНС.

Оценка тонуса и реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС (проведение клиностатической и ортостатической проб, холодной пробы, исследование дыхательно-сердечного рефлексa Геринга, рефлексa Данини-Ашнера и других и физиологическая оценка получаемых показателей).

### **5. Физиология сенсорных систем**

Понятие об органах чувств, анализаторах, сенсорных системах. Учение И.П.Павлова об анализаторах. Общие принципы строения сенсорных систем, роль в поддержании функционального состояния организма человека, классификация сенсорных систем.

Механизмы восприятия действия раздражителей внешней и внутренней среды организма человека рецепторами. Кодирование, перекодирование, декодирование, передача, обработка информации в рецепторах, проводящих путях и центральных отделах сенсорных систем. Роль сенсорных систем в развитии мозга и познании мира.

Зрительная система. Строение, функции зрительной системы. Особенности строения и свойств глаза, обеспечивающие функцию зрения. Строение и функциональное значение сетчатой оболочки глаза. Фотохимические процессы в рецепторах сетчатки при действии света и в темноте. Функции фоторецепторных, горизонтальных, биполярных, амакриновых и ганглиозных клеток сетчатки. Роль пигментного эпителия. Кровоснабжение глаза и сетчатки. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах зрительной системы. Теории цветоощущения. Основные формы нарушения цветового восприятия. Поле зрения. Острота зрения. Рефракция и аккомодация. Основы коррекции нарушения рефракции. Адаптация, механизмы и уровни адаптации. Движения глаз. Центральные и периферические механизмы координации зрительной и глазодвигательной функций. Возрастные особенности зрения.

Оценка функций зрительной сенсорной системы (исследование остроты зрения, периметрия, кампиметрия, исследование цветового зрения и другие).

Слуховая система. Особенности строения и свойств звукопроводящего и звуковоспринимающего аппаратов, обеспечивающие функцию слуха. Механизмы восприятия и анализа звуков. Передача и обработка информации в

проводящих путях и центральных отделах слуховой системы. Адаптация. Защитные рефлексы. Бинауральный слух. Возрастные особенности слуха. Основы коррекции нарушений слуха.

Оценка функций слуховой сенсорной системы (аудиометрия, тесты (опыты) Вебера и Ринне и другие).

Вестибулярная система. Особенности строения и свойств рецепторного отдела, обеспечивающие восприятие и оценку положения тела и его перемещения в пространстве. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах вестибулярной системы. Реакции организма человека на раздражение вестибулярного аппарата, возможности их коррекции.

Оценка функций вестибулярной системы (исследование вестибуло-вегетативных реакций, определение длительности поствращательного нистагма и другие).

Вкусовая система. Вкусовая рецепция. Проводящие пути и центральные отделы вкусовой системы. Восприятие вкуса. Классификация вкусовых ощущений. Реакции организма человека на вкусовые раздражения.

Определение порогов вкусовой чувствительности.

Обонятельная система. Рецепция запахов. Проводящие пути и центральные отделы обонятельной системы. Восприятие и классификация запахов. Реакции организма человека на раздражение обонятельной системы. Защитные рефлексы.

Соматовисцеральная сенсорная система. Кожная чувствительность. Механорецепция. Виды рецепторов. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах.

Температурная чувствительность. Роль кожи, внутренних органов, сосудов и ЦНС в терморецепции. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах. Реакции организма человека на действие тепла и холода.

Проприоцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Особенности строения проводящих путей и центральных отделов. Роль в восприятии и оценке положения тела в пространстве, в формировании мышечного тонуса, позы и движений.

Интероцептивная чувствительность. Рецепторные механизмы. Виды интероцептивной чувствительности. Реакции организма человека на раздражение интероцепторов. Роль интероцепции в поддержании гомеостаза.

Система болевой чувствительности. Ноцицепция. Классификация боли. Рецепция болевых раздражений. Особенности строения и свойств проводящих путей и центральных отделов. Центральные механизмы боли. Антиноцицептивные системы. Нейрохимия антиноцицепции. Понятие о принципах обезболивания. Проекционные и отраженные боли.

Оценка функций соматосенсорной системы (исследование тактильной, болевой, температурной, проприоцептивной чувствительности). Эстезиометрия и другие методы исследования функций соматосенсорной системы.

## **6. Физиология кровообращения**

Роль и место системы кровообращения в организме человека как системы, обслуживающей метаболические процессы. Структурно-функциональная

характеристика системы кровообращения.

Основные законы гемодинамики. Морфофункциональная классификация кровеносных сосудов. Понятие о системном, органном и местном кровотоке. Факторы, обуславливающие движение крови по сосудам. Объемная и линейная скорости кровотока в различных отделах сосудистого русла, факторы их определяющие. Периферическое сопротивление кровотоку, его значение. Кровяное давление, его виды: артериальное (систолическое, диастолическое, пульсовое, среднее), венозное. Роль кровяного давления; факторы, определяющие его величину. Давление крови в различных участках сосудистого русла. Методики измерения кровяного давления. Артериальное давление (АД) при различных функциональных состояниях организма человека. Понятие о «нормальных величинах» АД, возрастные изменения АД, методы его измерения. Понятие о суточном мониторинге АД. Артериальный пульс, его происхождение и характеристика. Сфигмограмма. Скорость распространения пульсовой волны, методики исследования и регистрации. Ток крови в венозных сосудах, венозный возврат крови. Давление крови в венах. Центральное венозное давление. Венозный пульс, методики исследования и регистрации. Движение крови в сосудах микроциркуляторного русла (МЦР). Методы исследования сосудов МЦР и кровотока в них.

Измерение величины артериального давления и физиологическая оценка получаемых показателей.

Оценка свойств артериального пульса методом пальпации и по данным сфигмографии и физиологическая оценка показателей пульса.

Расчет и физиологическая оценка скорости распространения пульсовой волны.

Особенности органного (регионального) кровотока. Кровоток в мозге, миокарде, легких и других органах, его регуляция. Влияние нервных, гормональных, метаболических, миогенного механизмов и факторов, секретируемых эндотелием, на тонус гладкомышечных клеток стенки сосудов. Понятие о методах изучения органного кровотока.

Микроциркуляция и основные физиологические процессы, осуществляемые на уровне микроциркуляторного русла. Структурно-функциональная характеристика основных компонентов микроциркуляторного русла. Капиллярный кровоток и его особенности. Пре- и посткапиллярное сопротивление, кровяное давление в капиллярах разных органов. Транскапиллярный обмен жидкости и различных веществ между кровью и тканями и его механизмы. Уравнение Старлинга. Факторы, влияющие на процессы микроциркуляции и транскапиллярного обмена (показатели гемодинамики, свойства крови, состояние сосудистой стенки, лимфоотток, свойства межклеточной жидкости). Понятие о механизмах доставки в клетки из интерстициальных пространств кислорода, питательных и других веществ и удалении из клеток углекислого газа и других метаболитов.

Расчет соотношения фильтрация/реабсорбция в различных отделах сосудистого русла.

Лимфатическая система, ее строение и функции. Лимфообразование и

лимфоотток, механизмы их регуляции.

Физиологические свойства и особенности сердечной мышцы. Кровоснабжение миокарда. Кровоток в коронарных сосудах в систолу и диастолу. Потребление кислорода и питательных веществ сердцем в условиях относительного покоя и при физической нагрузке. Понятие о детерминантах, определяющих потребление кислорода миокардом.

Строение, физиологические свойства и функции проводящей системы сердца. Современное представление о субстрате, природе и градиенте автоматии. Распространение возбуждения по проводящей системе сердца. Взаимодействие проводящей системы сердца с типичными кардиомиоцитами. Возбуждение сократительных кардиомиоцитов и его механизмы. Распространение возбуждения в миокарде. Электромеханическое сопряжение. Сокращение кардиомиоцитов, роль ионов кальция. Строение, физиологические свойства и функции сократительного миокарда. Законы сокращения сердца. Сократимость миокарда и ее показатели.

Функции предсердий, желудочков и клапанов сердца. Направление потоков крови. Связь большого и малого кругов кровообращения.

Структура сердечного цикла, последовательность фаз и периодов. Положение клапанов, изменение давления и объемов крови в полостях сердца в различные фазы кардиоцикла. Понятие о преднагрузке и постнагрузке. Сравнительная характеристика насосной функции правого и левого желудочков. Систолический и минутный объемы кровотока в условиях относительного покоя и при физической нагрузке, методы их определения. Фракция выброса, сердечный индекс. Работа сердца. Резервы сердечной деятельности и коронарного кровотока, их реализация при физической нагрузке.

Расчет фракции выброса, физиологическая оценка показателей насосной функции сердца.

Внешние проявления работы сердца. Электрические проявления сердечной деятельности. Электрокардиография. Электрокардиограмма (ЭКГ). Формирование различных компонентов ЭКГ. Общий план анализа и критерии нормы ЭКГ, ее диагностическое значение. Понятие об экстрасистолии, ЭКГ-признаках ишемии миокарда. Понятие о суточном мониторинге ЭКГ. Звуковые проявления сердечной деятельности. Тоны сердца, их происхождение. Аускультация и фонокардиография (ФКГ), их диагностическое значение. Механические проявления сердечной деятельности. Верхушечный толчок, артериальный и венозный пульс. Сфигмография (СГ) и ее диагностическое значение. Эхокардиография. Инвазивные методики исследования сердечной деятельности. Поликардиография – сопоставление во времени периодов и фаз сердечного цикла, электрических (ЭКГ), звуковых (ФКГ) и механических (СГ) проявлений сердечной деятельности.

Возрастные изменения сердечной деятельности.

Проведение электрокардиографии. Анализ ЭКГ (калибровка, ритм, частота сердечных сокращений (частота возбуждений сердца), зубцы, интервалы, сегменты, комплексы).

Физиологическая оценка результатов фонокардиографии.

Физиологическая оценка результатов поликардиографии (ЭКГ, ФКГ, СГ).

Регуляция сердечной деятельности (интракардиальные и экстракардиальные механизмы). Регулируемые показатели насосной функции сердца: частота сокращений, ударный объем, минутный объем кровотока. Эффекторные механизмы регуляторных влияний на работу сердца. Приспособление сердечной деятельности к потребностям организма человека.

Регуляция кровообращения как системы обслуживания обменных процессов организма человека. Регулируемые параметры системы кровообращения: сердечная деятельность, тонус сосудов, объем циркулирующей крови, ее состав и свойства.

Сосудистый тонус, его природа. Регуляция сосудистого тонуса как один из основных механизмов поддержания давления крови в системном кровотоке и местного кровотока. Рефлекторная регуляция тонуса сосудов. Сосудодвигательный центр: его афферентные связи и эфферентные влияния. Гуморальная регуляция тонуса сосудов. Сосудосуживающие и сосудорасширяющие эндогенные вещества. Механизмы быстрого и медленного реагирования.

Местные механизмы регуляции кровообращения. Роль локальных метаболических факторов в регуляции тонуса артериол, факторов, секретируемых эндотелиоцитами сосудов (эндотелин, оксид азота, ангиотензин II и другие). Значение системы газотрансмиттеров (CO, NO, HS и другие) в регуляции кровообращения и дыхания. Миогенная регуляция тонуса артериол.

Функциональная система, обеспечивающая регуляцию системного артериального давления. Физиологические предпосылки нарушения уровня артериального давления и теоретические основы коррекции этих нарушений. Возрастные особенности гемодинамики и ее регуляции.

## **7. Физиология дыхания**

Роль и место системы дыхания в организме человека как системы, обслуживающей метаболические процессы. Основные этапы дыхания (внешнее дыхание, система транспорта газов кровью, газообмен, клеточное дыхание):

Внешнее дыхание. Физиология дыхательных путей. Значение мерцательного эпителия. Дыхательный цикл. Вентиляция легких, ее неравномерность в разных отделах. Эластические свойства грудной клетки. Сурфактант. Давление в плевральной полости, его роль и изменение при дыхании. Биомеханика вдоха и выдоха. Работа дыхательных мышц. Взаимосвязь между легочным кровотоком, вентиляцией и гравитацией.

Показатели внешнего дыхания (жизненная емкость легких, минутный объем дыхания, потоковые характеристики внешнего дыхания, кривая «поток – объем») и их изменения при обструктивных и рестриктивных нарушениях, возрастные изменения. Спирометрия, спирография, пневмотахометрия.

Проведение спирометрии и спирографии, расчет должных величин, физиологическая оценка получаемых показателей.

Проведение пикфлоуметрии (пневмотахометрии), расчет должных величин, физиологическая оценка получаемых показателей.

Физиологическая оценка кривой «поток-объем». Расчет индекса Тиффно и его физиологическая оценка.

Определение силы дыхательных мышц.

Газообмен в легких. Состав атмосферного, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и напряжение их в крови. Относительное постоянство состава альвеолярного воздуха. Диффузионная способность легких. Факторы, влияющие на процессы диффузии кислорода и углекислого газа между альвеолярным воздухом и кровью, кровью и тканями.

Газообмен между кровью и тканями. Коэффициент утилизации кислорода тканями в покое и при физической нагрузке.

Клеточное дыхание. Понятие об аэробном и анаэробном способах получения энергии и их вкладе в обеспечение метаболизма клеток различных тканей в зависимости от их функционального состояния.

Транспорт газов кровью. Соединение гемоглобина с газами. Внутриэритроцитарные механизмы регуляции кислородсвязывающих свойств крови. Значение газотрансмиттеров (монооксид азота, сероводород, монооксид углерода и др.). Кривая связывания гемоглобином кислорода и диссоциации оксигемоглобина. Факторы, влияющие на сродство гемоглобина к кислороду и углекислому газу. Кислородная емкость крови. Транспорт углекислого газа. Показатели, отражающие адекватность насыщения крови кислородом и удаления углекислого газа.

Расчет кислородной емкости крови и коэффициента утилизации кислорода, их физиологическая оценка.

Проведение пульсоксиметрии и физиологическая оценка кривой насыщения гемоглобина кислородом.

Регуляция дыхания как способ удовлетворения потребностей клеточного дыхания и поддержания газовых констант крови ( $pO_2$ ,  $pCO_2$ , pH). Рецепторы pH,  $CO_2$  и  $O_2$  в организме человека и их роль. Регулируемые показатели внешнего дыхания: частота, глубина дыхания. Дыхательный центр, его отделы. Механизмы, обеспечивающие дыхательную периодику. Рецепторы дыхательных путей, легких и дыхательных мышц, рефлекторные реакции на их раздражение. Рефлексы Геринга-Брейера. Регуляция просвета дыхательных путей.

Взаимосвязь между газообменом и кислотно-основным состоянием. Функциональная система поддержания относительного постоянства напряжения газов в крови. Изменения показателей внешнего дыхания при изменении pH и газового состава крови. Соотношение между вентиляцией альвеол и кровотоком в малом кругу кровообращения, механизмы, обеспечивающие его постоянство в условиях изменения газового состава и pH крови. Внешнее дыхание при мышечной работе, повышенном и пониженном давлении воздуха. Дыхание и фонация. Первый вдох новорожденного ребенка. Гипоксия и ее признаки. Теоретические основы различных видов искусственного дыхания. Возрастные изменения дыхания.

Взаимодействие дыхательной, сердечно-сосудистой систем и системы крови в осуществлении газообмена, их функциональные резервы в доставке

кислорода. Показатели резервов гемокардиореспираторной системы: ЭКГ показатели, максимальное потребление кислорода (МПК), кислородный долг, порог анаэробного обмена (ПАНО) и другие. Возрастные изменения резервов сердечно-сосудистой и респираторной систем.

Определение функциональных резервов гемокардиореспираторной системы по данным велоэргометрии и ЭКГ.

## **8. Физиология пищеварения**

Общая характеристика функциональной системы питания, роль и место в ней процессов пищеварения. Пищевые мотивации. Физиологические механизмы голода и насыщения. Аппетит. Современные представления о пищевом центре. Роль нейрогуморальных факторов, пищевых привычек в регуляции пищевого поведения.

Типы пищеварения в зависимости от особенностей гидролиза и его локализации. Пищеварительно-транспортный конвейер. Особенности нервной и гуморальной регуляции различных отделов желудочно-кишечного тракта. Экспериментальные и клинические методы исследования функций желудочно-кишечного тракта. Значение работ И.П.Павлова в развитии представлений о функциях и механизмах регуляции секреторной функции пищеварительных желез. Пищеварительные и непиварительные функции желудочно-кишечного тракта.

Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Слюноотделение, жевание, глотание. Механизмы их регуляции. Количество, состав и свойства слюны. Роль слюны в пищеварении.

Проведение сиалометрии и физиологическая оценка получаемых показателей.

Пищеварение в желудке. Состав и свойства желудочного сока. Образование и роль соляной кислоты и слизи желудочного сока. Фазы и механизмы регуляции секреции желудочных желез натощак и после приема пищи. Моторная и эвакуаторная функции желудка натощак и после приема пищи, их регуляция. Голодные сокращения. Опорожнение желудка.

Роль поджелудочной железы в пищеварении. Состав и свойства сока поджелудочной железы. Механизмы регуляции секреции сока поджелудочной железы натощак и после приема пищи. Роль печени в пищеварении. Желчеобразование и желчевыделение. Состав и свойства желчи, ее участие в процессах пищеварения. Механизмы регуляции желчеобразования и желчевыделения натощак и после приема пищи.

Пищеварение в двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишке. Роль панкреатического сока и желчи. Состав и свойства кишечного сока. Механизмы регуляции кишечной секреции. Полостной и мембранный гидролиз питательных веществ. Моторная функция тонких кишок и ее регуляция.

Пищеварение в толстом кишечнике. Значение для организма человека микробиоты толстого кишечника. Моторная деятельность толстого кишечника. Дефекация.

Всасывание продуктов гидролиза пищевых веществ, воды, электролитов, витаминов в различных отделах пищеварительного тракта, его механизмы.

Сопряжение гидролиза и всасывания (пищеварительно-транспортный конвейер). Регуляция всасывания. Возрастные особенности пищеварения. Нервные, гуморальные и местные механизмы регуляции пищеварительных функций и их соотношение в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Желудочно-кишечные рефлексы. Значение кровотока в желудочно-кишечном тракте для его жизнедеятельности и осуществления функций.

### **9. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция. Выделение**

Понятие об интегральных показателях обмена веществ и энергии. Обмен веществ между организмом человека и внешней средой как основное условие жизни. Характеристика процессов анаболизма и катаболизма, их взаимосвязь, соотношение этих процессов в различных условиях жизнедеятельности. Пластическая роль обмена веществ. Незаменимые для организма человека вещества. Общие представления об обмене жиров, углеводов и белков. Азотистое равновесие. Положительный и отрицательный баланс азота. Энергетическая роль обмена веществ. Источники энергии.

Энергетический баланс организма человека. Методы определения энергозатрат организма человека (прямая и непрямая калориметрия). Калорическая ценность различных питательных веществ. Калорический эквивалент кислорода. Дыхательный коэффициент. Основной обмен, величина и факторы его определяющие. Энергозатраты организма человека в условиях основного обмена. Значение исследования основного обмена. Энергозатраты организма человека при различных видах трудовой деятельности (в соответствии со степенью тяжести физического труда). Специфически-динамическое (термогенное) действие пищи. Суммарные энергозатраты организма человека.

Расчет должных величин основного обмена и общих энергозатрат организма человека.

Определение расхода энергии методом непрямой калориметрии с полным и неполным газовым анализом.

Определение дыхательного коэффициента и его физиологическая оценка.

Принципы здорового питания. Баланс прихода и расхода энергии. Использование данных об энергозатратах и потребностях организма человека в пластических веществах для составления пищевых рационов. Понятие о норме массы тела. Избыточная (ожирение) и недостаточная массы тела. Избыточное потребление углеводов и жиров как факторы риска для развития заболеваний. Процессы депонирования и использования депонированных питательных веществ (депо гликогена в печени и мышцах, депо жиров). Суточные нормы потребления жиров, белков, углеводов, важнейших витаминов, микроэлементов. Балластные вещества, их роль. Механизмы регуляции обмена веществ в организме человека. Гуморальные механизмы регуляции массы тела (лептин, грелин, инсулин, холецистокинин, нейропептид Y, орексины, допамин, серотонин и другие). Интеграция обменных процессов. Понятие об особенностях обмена веществ у детей. Особенности питания в пожилом и старческом возрасте.

Оценка массы тела. Расчет индекса массы тела. Физиологическая оценка получаемых показателей и формирование научно обоснованных рекомендаций по коррекции массы тела.

Составление пищевого рациона на основе данных общего обмена организма человека.

Терморегуляция. Роль и место терморегуляции как системы, обеспечивающей оптимальные условия для протекания обменных процессов. Значение постоянства температуры внутренней среды организма человека для нормального протекания процессов жизнедеятельности. Понятие термодинамики. Первичная и вторичная теплота в организме. Понятие о гомойтермии, пойкилотермии и гетеротермии. Температура тела человека и ее суточные колебания. Температура различных участков кожных покровов и внутренних органов. Термометрия.

Измерение аксиальной температуры тела с использованием ртутного (или аналогичных) и электронного термометров, оценка возможных ошибок при выполнении, физиологическая оценка получаемых показателей.

Физическая и химическая терморегуляция. Роль поведения в поддержании температурного гомеостаза организма человека. Источники теплопродукции в организме человека. Регуляция процессов теплопродукции.

Теплоотдача организма человека. Физические процессы, обеспечивающие теплоотдачу. Физиологические механизмы регуляции процессов теплоотдачи. Уравнение теплового баланса.

Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма человека. Нервные и гуморальные механизмы терморегуляции. Роль периферических и центральных рецепторов в процессах терморегуляции. Возрастные особенности терморегуляции. Гипертермия и лихорадка. Защитная роль лихорадки. Понятие об эндо- и экзопирогенах. Гипотермия.

Роль и место выделения как системы, обслуживающей обменные процессы. Органы выделения (почки, кожа, легкие, пищеварительный тракт), их участие в поддержании гомеостаза организма человека.

Почка. Выделительные и невыделительные функции почки. Нефрон как структурно-функциональная единица почки. Кровоток в почке, особенности его регуляции. Феномен Остроумова-Бейлиса.

Основные процессы мочеобразования (клубочковая фильтрация, канальцевые реабсорбция и секреция). Механизмы клубочковой фильтрации, состав первичной мочи. Реабсорбция в канальцах и собирательных трубочках. Особенности и механизмы реабсорбции различных веществ. Понятие об аквапоринах. Поворотной-противоточная система. Секреторные процессы в канальцах. Процессы синтеза в почке. Мочевыделение и мочеиспускание. Конечная моча и ее состав. Значение количественного и качественного анализа мочи для оценки состояния функций организма человека.

Расчет скорости клубочковой фильтрации по клиренсу инулина (креатинина).

Нейрогуморальная регуляция мочеобразования (процессов фильтрации, реабсорбции, секреции). Регулируемые параметры (почечная гемодинамика; объемная скорость фильтрации; реабсорбция воды, глюкозы, Na, K, Ca, P, H, HCO<sub>3</sub>, мочевины и другие). Роль почек в поддержании кислотно-основного

состояния, осмотического давления, ионного состава крови, объема крови, в регуляции системного кровотока, гемопоза, водно-электролитного баланса. Показатели функций системы мочевого пузыря. Процесс мочеиспускания и его регуляция. Клинико-физиологические методы исследования функции почек. Понятие о последствиях удаления почки. Понятие об искусственной почке и диализе крови. Физиологические основы возможности регуляции работы пересаженной почки. Возрастные изменения мочеобразования и мочевого выделения.

Физиологическая оценка состава и свойств конечной мочи.

### **10. Интегративная деятельность мозга**

Интегративные функции мозга, обеспечивающие целостность организма человека (интеграция соматических, вегетативных, эндокринных функций). Уровни интеграции. Интегративные функции мозга, обеспечивающие взаимодействие организма человека с внешней средой и приспособление организма человека к изменяющимся условиям существования (поведенческие и психические функции).

Врожденные формы поведения (безусловные рефлексы и инстинкты), их значение для приспособительной деятельности организма человека, динамика изменения в онто- и филогенезе.

Понятие о высшей нервной деятельности (И.П.Павлов). Приобретенные формы поведения. Роль условий внешней среды в формировании интегративной деятельности мозга человека. Значение научения и нейронной памяти в ее формировании. Виды научения. Формы индивидуально-приспособительной деятельности. Условный рефлекс как форма приспособления животных и человека к изменяющимся условиям существования. Классификация условных рефлексов. Правила образования условных рефлексов. Механизмы замыкания временной связи. Долговременная потенция. Механизмы облегчения проведения нервного импульса через синапс (Э.Кэндел). Динамический стереотип.

Торможение в высшей нервной деятельности. Виды торможения и его роль. Современное представление о механизмах торможения.

Память, ее виды и механизмы. Роль различных отделов мозга в запоминании, хранении и воспроизведении информации. Забывание. Резервы и способы улучшения памяти.

Типы высшей нервной деятельности животных и человека (И.П.Павлов), их классификация, характеристика, методики определения. Учение И.П.Павлова о первой и второй сигнальных системах.

Высшие психические функции мозга. Нейрофизиологические основы психических функций человека (внимание, восприятие, память, мотивации, эмоции, мышление, сознание, речь). Значение функционального состояния ЦНС для осуществления психических функций.

Парность в деятельности коры больших полушарий, функциональная асимметрия полушарий головного мозга человека и ее роль в реализации психических функций (речь, мышление и другие). Функции ассоциативной коры больших полушарий. Функции коры лобных долей.

Внимание и его физиологические механизмы. Роль внимания в процессах запоминания и обучения.

Состояния сна и бодрствования в различные возрастные периоды. Современные представления о роли и механизмах сна. Соматические, вегетативные и эндокринные функции во время сна.

Эмоции, их нейрофизиологические механизмы. Роль потребностей и мотиваций в формировании эмоций. Роль эмоциональных состояний. Поведенческие, вегетативные и эндокринные проявления эмоций. Эмоциональное напряжение как фактор риска для здоровья.

Мышление и речь, их нейрофизиологические механизмы. Развитие абстрактного мышления у человека. Функциональная асимметрия коры больших полушарий, связанная с развитием речи у человека.

Целенаправленное поведение, его системные механизмы (на примере пищедобывательного или иного поведения). Архитектура целостного поведенческого акта с позиции теории функциональных систем (П.К.Анохин). Мотивация и доминанта, их нейрофизиологические механизмы и роль в целенаправленном поведении.

Понятие о физиологических основах сознания и их нейрофизиологических механизмах. Современные представления о сознании. Медицинские критерии оценки сознания человека.

Возрастные изменения высшей нервной деятельности человека.

Оценка интегративных функций головного мозга (оценка показателей внимания и скорости обработки информации по результатам выполнения корректурной пробы, оценка проявления эмоций, памяти, функциональной асимметрии полушарий мозга и другое).

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Литература

#### Основная:

1. Нормальная физиология : учебник / А. А. Семенович [и другие]; под редакцией А. А. Семеновича, В. А. Переверзева. – Минск : Новое знание, 2021. – 520 с.
2. Зинчук, В. В. Нормальная физиология : учебник : в 2 частях / В. В. Зинчук, Ю. М. Емельянчик, О. А. Балбатун; под редакцией В. В. Зинчука. – Минск : Новое знание, 2023. – Часть 1. – 374 с. ; Часть 2. – 365 с.

#### Дополнительная:

3. Нормальная физиология : учебник : в 2 частях / А. И. Кубарко [и другие]; под редакцией А. И. Кубарко. – Минск : Вышэйшая школа, 2013-2014. – Часть 1. – 2013. – 541 с. ; Часть 2. – 2014. – 603 с.
4. Физиология : учебник / В. М. Смирнов [и другие]; под редакцией В. М. Смирнова, Д. С. Свешникова, А. Е. Умрюхина. – Москва : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2019. – 520 с.
5. Нормальная физиология : учебник / Б. И. Ткаченко [и другие]; под редакцией Б. И. Ткаченко. – Москва : ГЭОТАРМедиа, 2016. – 688 с.
6. Холл, Д. Э. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу / Д. Э. Холл. – Москва : Логосфера, 2018. – 1328 с.
7. Физиология висцеральных систем организма : учебное пособие / Б. М. Брук [и другие] ; под редакцией Б. М. Брук, В. А. Правдивцева. – Смоленск : ООО «Принт-Экспресс», 2020. – 195 с.
8. Нормальная физиология : сборник ситуационных задач : учебное пособие : в 2 частях / В. В. Зинчук [и другие] ; под редакцией В. В. Зинчука. – Гродно : ГрГМУ, 2017. – Часть 1. – 319 с. ; Часть 2. – 339 с.
9. Брин, В. Б. Физиология человека в схемах и таблицах : учебное пособие. / В. Б. Брин. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2017. – 608 с.

#### Нормативные правовые акты:

10. Санитарные нормы и правила «Требования к порядку выявления, организации и проведения санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения и распространения парентеральных вирусных гепатитов и ВИЧ-инфекции» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.03.2024 № 41.
11. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» : постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180 : с изм. и доп.

### Примерный перечень результатов обучения

В результате изучения учебной дисциплины «Нормальная физиология» студент должен

**знать:**

основные понятия физиологии;  
основные закономерности функционирования клеток, тканей, органов и систем организма здорового человека и механизмов их регуляции;  
основные показатели, характеризующие физиологическое состояние органов и систем здорового человека;  
физиологические основы здорового образа жизни;  
правила медицинской этики и деонтологии;

**уметь:**

проводить клинико-физиологические исследования организма человека;  
давать физиологическую трактовку показателей, полученных в результате исследования отдельных функций организма здорового человека;  
оценивать нормальное состояние функций организма человека и их резервных возможностей с учетом возраста;

**владеть:**

методами исследования основных физиологических функций;  
системным подходом к оценке физиологических функций и характеризующих их показателей.

### Примерный перечень практических навыков, формируемых при изучении учебной дисциплины «Нормальная физиология»

1. Проведение мероприятий по профилактике инфицирования вирусными гепатитами и вирусом иммунодефицита человека при исследованиях крови и других биологических материалов.
2. Техника взятия капиллярной крови.
3. Физиологическая оценка показателей общего анализа крови, получаемых при использовании ручных и полуавтоматических методов подсчета (количество эритроцитов, гемоглобина, цветовой показатель и эритроцитарные индексы, количество лейкоцитов и лейкоцитарная формула, количество тромбоцитов, СОЭ по методу Панченкова, Вестергрена или кинетики агрегации эритроцитов).
4. Определение групповой принадлежности крови (по системе АВ0 и резус-Д принадлежность) с использованием стандартных сывороток (реагента) и моноклональных антител.
5. Физиологическая оценка результатов электромиографии.
6. Проведение динамометрии (ручной и становой, эргометрии) и физиологическая оценка получаемых показателей.
7. Измерение величины артериального давления и физиологическая оценка получаемых показателей.
8. Оценка свойств артериального пульса методом пальпации и по данным сфигмографии и физиологическая оценка показателей пульса.

9. Проведение ЭКГ. Анализ электрокардиограммы (калибровка, ритм, частота сердечных сокращений (частота возбуждений сердца), зубцы, интервалы, сегменты, комплексы).
10. Физиологическая оценка результатов фонокардиографии.
11. Физиологическая оценка результатов поликардиографии (ЭКГ, ФКГ, СГ).
12. Расчет и физиологическая оценка скорости распространения пульсовой волны.
13. Расчет фракции выброса, физиологическая оценка показателей насосной функции сердца.
14. Расчет соотношения фильтрация/реабсорбция в различных отделах сосудистого русла.
15. Проведение спирометрии и спирографии, расчет должных величин, физиологическая оценка получаемых показателей.
16. Проведение пикфлоуметрии (пневмотахометрии), расчет должных величин, физиологическая оценка получаемых показателей.
17. Физиологическая оценка кривой «поток-объем». Расчет индекса Тиффно и его физиологическая оценка.
18. Определение силы дыхательных мышц.
19. Расчет кислородной емкости крови и коэффициента утилизации кислорода, их физиологическая оценка.
20. Проведение пульсоксиметрии и физиологическая оценка кривой насыщения гемоглобина кислородом.
21. Определение функциональных резервов гемокардиореспираторной системы по данным велоэргометрии и ЭКГ.
22. Проведение сиалометрии и физиологическая оценка получаемых показателей.
23. Расчет должных величин основного обмена и общих энергозатрат организма человека.
24. Определение расхода энергии методом непрямой калориметрии с полным и неполным газовым анализом.
25. Определение дыхательного коэффициента и его физиологическая оценка.
26. Оценка массы тела. Расчет индекса массы тела. Физиологическая оценка получаемых показателей и формирование научно обоснованных рекомендаций по коррекции массы тела.
27. Составление пищевого рациона на основе данных общего обмена организма человека.
28. Измерение аксиальной температуры тела с использованием ртутного (или аналогичных) и электронного термометров, оценка возможных ошибок при выполнении измерений, физиологическая оценка получаемых показателей.
29. Исследование основных сухожильных рефлексов (коленного, ахиллова и других), физиологическая оценка получаемых результатов.
30. Исследование зрачковых рефлексов, физиологическая оценка получаемых показателей.

31. Исследование состояния функций мозжечка, физиологическая оценка получаемых показателей.

32. Оценка ритмов ЭЭГ при различных функциональных состояниях ЦНС.

33. Оценка функций зрительной сенсорной системы (исследование остроты зрения, периметрия, кампиметрия, исследование цветового зрения и другие).

34. Оценка функций слуховой сенсорной системы (аудиометрия, тесты (опыты) Вебера и Ринне и другие).

35. Оценка функций вестибулярной системы (исследование вестибуло-вегетативных реакций, определение длительности поствращательного нистагма и другие).

36. Определение порогов вкусовой чувствительности.

37. Оценка функций соматосенсорной системы (исследование тактильной, болевой, температурной, проприоцептивной чувствительности, эстеziометрия и другие).

38. Расчет скорости клубочковой фильтрации по клиренсу инулина (креатинина).

39. Физиологическая оценка состава и свойств конечной мочи.

40. Оценка тонуса и реактивности симпатического и парасимпатического отделов АНС (проведение клиностатической и ортостатической проб, холодной пробы, исследование дыхательно-сердечного рефлекса Геринга, рефлекса Данини-Ашнера и других и физиологическая оценка получаемых показателей).

41. Оценка функций эндокринной системы (измерение и оценка роста, массы тела, температуры, скорости основного обмена, показателей углеводного обмена и другое).

42. Оценка интегративных функций головного мозга (оценка показателей внимания и скорости обработки информации по результатам выполнения корректурной пробы, оценка проявления эмоций, памяти, функциональной асимметрии полушарий мозга и другое).

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Заведующий кафедрой нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор

В.А.Переверзев

Доцент кафедры нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент

Д.А.Александров

Старший преподаватель кафедры нормальной физиологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Ю.В.Гайкович

Оформление примерной учебной программы и сопроводительных документов соответствует установленным требованиям

Заместитель начальника Центра – начальник отдела научно-методического обеспечения высшего медицинского и фармацевтического образования учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Е.И.Калистратова

Начальник учебно-методического отдела Управления образовательной деятельности учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Е.Н.Белая