СОДЕРЖАНИЕ

Авторский коллектив 14
Список сокращений и условных обозначений 16

РАЗДЕЛ 1. Возбудимые ткани 17
Тема: вводное занятие. Предмет, задачи и основные понятия физиологии. Функциональная система 17
Работа 1. Системная организация управления 17
Работа 2. Сравнительная характеристика нервного и гуморального механизма регуляции функций 19
Тема: общие свойства возбудимых тканей. Мембранный потенциал покоя и потенциал действия 20
Работа 1. Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки (по материалам видеофильма) 23
Работа 2. Первый опыт Гальвани (по материалам учебного видеофильма). 25
Работа 3. Измерение мембранного потенциала покоя (выполняют на виртуальной модели) 26
Работа 4. Определение возбудимости нерва на его виртуальной модели 28
Работа 5. Проанализировать потенциал действия и изменение возбудимости (для самостоятельной работы) 28
Тема: методы исследования возбудимых тканей. Законы раздражения. Физиология нервов. 32
Работа 1. Зависимость амплитуды сокращения скелетной мышцы от силы раздражения (на виртуальной модели) 33
Работа 2. Закон анатомической и физиологической целостности нерва (на виртуальной модели). 34
Работа 3. Анализ кривой зависимости пороговой силы от длительности раздражения. Моделирующий эксперимент по определению хронаксии с использованием математической модели (таблицы Excel) (для самостоятельной работы). 36
Работа 4. Анализ парабиоза (по результатам просмотра учебного видеофильма) 38
Тема: физиология синапсов, скелетных и гладких мышц 39
Работа 1. Локализация утомления в нервно-мышечном препарате (на виртуальной модели) 41

Работа 2. Схема одиночного развернутого сокращения икроножной мышцы лягушки и его анализ (на виртуальной модели) 43
Работа 3. Сокращение мышцы при увеличении частоты раздражения: зубчатый и гладкий тетанус (на виртуальной модели) 44
Работа 4. Электромиография мышц человека (для теоретического изучения и демонстрация) 47
Работа 5. Динамометрия, определение динамометрического индекса (для самостоятельной работы) 51

РАЗДЕЛ 2. Регулирующие системы организма 53
Тема: общая физиология центральной нервной системы. Возбуждение и торможение в центральной нервной системе 53
Работа 1. Приспособительный характер спинальных рефлексов (по материалам учебного видеофильма) 55
Работа 2. Временная суммация подпороговых раздражений (на виртуальной модели нерва) 55
Работа 3. Зависимость степени иррадиации возбуждения от силы раздражителя (на виртуальной модели препарата — спинальной лягушке) 56
Работа 4. Анализ морфологической основы спинальных двигательных рефлексов (по материалам учебного видеофильма) 56
Работа 5. Центральное торможение в опыте И.М. Сеченова (на виртуальной модели препарата — таламической лягушке) 58
Работа 6. Взаимное торможение спинальных рефлексов (по материалам видеофильма) 60
Работа 7. Действие стрихнина на тормозные синапсы (по материалам видеофильма) 61
Тема: физиология двигательных функций. Регуляция мышечного тонуса. Физиология локомоций 62
Работа 1. Тонические рефлексы: статические и статокинетические (демонстрация на экспериментальных животных, теоретическое изучение) 63
Работа 2. Проприоцептивные (сухожильные) рефлексы у человека (демонстрация) 65
Работа 3. Оценка функций мозжечка 68

Тема: физиология автономной нервной системы 73
Работа 1. Оценка вегетативной реактивности человека по экстракардиальным рефлексам (демонстрация) 74
Работа 2. Определение типа вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы по индексу Кердо 76
Работа 3. Клиностатический и ортостатический рефлексы (для самостоятельной работы) 76
Работа 4. Дермографизм 77
Работа 5. Сравнение дуги соматического и вегетативного рефлексов (для самостоятельной работы) 79
Работа 6. Оценка вегетативной реактивности человека по электродермальной активности 83
Тема: гуморальный механизм управления физиологическими функциями 85
Работа 1. Влияние инсулина на уровень глюкозы в крови (на виртуальной модели) 87
Работа 2. Влияние тепловой процедуры на активность мозгового вещества надпочечников (демонстрация) 88
Работа 3. Влияние адреналина и питуитрина на пигментные клетки лягушки (по результатам просмотра учебного видеофильма) 89
Работа 4. Изучение нейроэндокринных механизмов стресс-реакции. Три фазы общего адаптационного синдрома по Г. Селье (для самостоятельной работы) 90

РАЗДЕЛ 3. Висцеральные системы 95
Тема: функции крови, ее основные константы и механизмы поддержания их постоянства. Форменные элементы и защитные функции крови. Физиологические и лабораторно-клинические методы исследования крови 95
Работа 1. Определение гемоглобина крови колориметрическим методом (на виртуальной модели) 96
Работа 2. Определение скорости оседания эритроцитов (на виртуальной модели) 99
Работа 3. Гемолиз эритроцитов. Виды гемолиза (по результатам просмотра учебного видеофильма) 100
Работа 4. Определение гематокрита (для самостоятельного изучения) 103

Работа 5. Представление о саморегуляторном принципе механизма поддержания констант крови (для самостоятельной работы) 104
Работа 6. Определение групп крови и резус-фактора (на виртуальной модели) 106
Работа 7. Определение времени свертывания крови (для самостоятельного изучения) 108
Тема: физиология сердца. Функциональные свойства и особенности сердечной мышцы 109
Работа 1. Наблюдение и регистрация сокращений сердца лягушки (на виртуальной модели) 110
Работа 2. Изменение возбудимости сердечной мышцы в различные фазы кардиоцикла. Экстрасистола (на виртуальной модели) 112
Работа 3. Анализ проводящей системы сердца. Опыт Станниуса (на виртуальной модели) 115
Тема: регуляция работы сердца 117
Работа 1. Влияние раздражения вагосимпатического ствола на деятельность сердца лягушки (на виртуальной модели) 118
Работа 2. Гуморальная регуляция деятельности сердца лягушки (на виртуальной модели) 120
Работа 3. Анализ регуляции деятельности сердца симпатическим и парасимпатическим отделом автономной нервной системы (для самостоятельного изучения) 123
Тема: периферическое кровообращение. Микроциркуляция 126
Работа 1. Объемная скорость регионарного кровотока в сосудах разного диаметра (радиуса) (на виртуальной модели) . . . 127
Работа 2. Расчет минутного объема кровообращения (для самостоятельного изучения) 129
Работа 3. Определение величины систолического и диастолического артериального давления методом Короткова 130
Работа 4. Анализ ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в регуляции системного артериального давления (для самостоятельной работы) 132
Работа 5. Нервная регуляция тонуса сосудов. Опыт Вальтера (по результатам просмотра учебного видеофильма) 133

Тема: методы исследования сердечно-сосудистой системы. Основы электрокардиографии 134
Работа 1. Анализ электрокардиографии у человека (демонстрация, самостоятельная работа). 135
Работа 2. Реография, реокардиография (для самостоятельного изучения) 137
Работа 3. Аускультация (выслушивание) тонов сердца. Фонокардиография 139
Работа 4. Изменение частоты сердечных сокращений у человека в условиях физической нагрузки. Клинико-физиологическое исследование пульса 142
Работа 5. Сфигмография, флебография (для самостоятельного освоения) 144

РАЗДЕЛ 4. Физиология дыхания 147
Тема: внешнее дыхание. Газообмен в легких и тканях. Транспорт газов кровью 147
Работа 1. Спирометрия. Определение объемов и емкостей легких с помощью ручного спирометра (демонстрация, просмотр видеофильма) 148
Работа 2. Определить объемы и емкости легких 149
Работа 3. Определение степени отклонения значения жизненной емкости легких, измеренной от должной 151
Работа 4. Динамика показателей внешнего дыхания при изменении диаметра просвета бронхов (на виртуальной модели) 152
Работа 5. Изменение дыхательного объема в зависимости от количества сурфактанта в легких (на виртуальной модели). . . . 153
Работа 6. Определение минутного объема дыхания с помощью газового счетчика в покое и после мышечной нагрузки (для теоретического изучения) 156
Работа 7. Методы исследования дыхания: пневмотахометрия, пикфлоуметрия (для самостоятельного изучения). 158
Работа 8. Пульсоксиметрия, оксигемометрия, оксигемография (демонстрация и теоретическое изучение) 160
Тема: регуляция внешнего дыхания 163
Работа 1. Функциональные пробы с задержкой дыхания (демонстрация) 163

Работа 2. Влияние различных факторов на график диссоциации оксигемоглобина (на виртуальной модели) 165
Работа 3. Представление о саморегуляторном принципе механизма поддержания константы газового состава крови (для самостоятельной работы) 167
Работа 4. Регистрация и анализ пневмограммы при различных функциональных состояниях (на приборе BIOPAC или по результатам просмотра учебного видеофильма) 167

РАЗДЕЛ 5. Системы обеспечения жизнедеятельности 172
Тема: обмен веществ и энергии, терморегуляция 172
Работа 1. Расчет основного обмена по данным массы тела, пола, роста и возраста 173
Работа 2. Определение величины отклонения основного обмена от нормы 176
Работа 3. Оценка состояния обмена веществ и энергии человека по индексу массы тела (для самостоятельной работы) . . .177
Работа 4. Расчет суточного расхода энергии (энергозатрат) по таблице (для самостоятельного изучения) 179
Работа 5. Изменение температуры тела человека в разных участках тела 180
Работа 6. Участие потовых желез в процессе терморегуляции (демонстрация) 184
Работа 7. Анализ функциональной системы, обеспечивающей поддержание постоянства температуры тела (для самостоятельной работы) 184
Тема: общие вопросы пищеварения. Пищедобывательное поведение. Механизм голода и насыщения. Пищеварение в полости рта 185
Работа 1. Мастикациография 186
Работа 2. Морфологическая основа слюноотделительного рефлекса 188
Работа 3. Амилолитическая активность слюны (на виртуальной модели) 190
Работа 4. Анализ функциональной системы, обеспечивающей поддержание постоянства питательных веществ в организме и формирования пищевого комка 192

Тема: пищеварение в желудке и двенадцатиперстной кишке. Функции печени и поджелудочной железы 194
Работа 1. Методы изучения секреторной функции желудка. 194
Работа 2. Оценка желудочной секреции при переваривании различных пищевых продуктов 196
Работа 3. Исследование переваривающей способности пепсина желудочного сока (на виртуальной модели) 197
Работа 4. Анализ регуляции желудочной секреции (для самостоятельной работы) 199
Работа 5. Наблюдение влияния желчи на эмульгирование липидов 201
Работа 6. Исследование активности липазы сока поджелудочной железы при переваривании жиров в присутствии желчи (на виртуальной модели). 202
Работа 7. Регуляция секреции поджелудочной железы (для самостоятельной работы) 204
Работа 8. Анализ сока поджелудочной железы (для самостоятельной работы) 205
Тема: пищеварение в кишечнике. Всасывание в пищеварительном тракте. Роль моторной функции пищеварительного тракта в процессах переваривания пищи и всасывания 208
Работа 1. Влияние гуморальных факторов на моторику кишки (по материалам учебного видеофильма) 208
Работа 2. Особенности процессов пищеварения в тонкой кишке (для самостоятельной работы). 209
Работа 3. Анализ процессов всасывания в тонкой кишке (для самостоятельной работы) 210
Работа 4. Оценка моторной деятельности тонкой кишки у человека методом аускультации (демонстрация). 212
Работа 5. Методы исследования отделов желудочно-кишечного тракта — секреторной и моторной активности (для самостоятельной работы) 212
Тема: физиология выделения. 216
Работа 1. Изучение макро- и микроанатомического строения почки, мочевыводящих органов, кровеносного русла почки 218
Работа 2. Влияние различных факторов на скорость клубочковой фильтрации и объем конечной мочи. Влияние радиуса кровеносных сосудов клубочка нефрона на фильтрацию (на виртуальной модели) 218

Работа 3. Влияние различных факторов на скорость клубочковой фильтрации и объем конечной мочи. Влияние давления в капиллярном клубочке нефрона на фильтрацию мочи (на виртуальной модели) 222
Работа 4. Влияние гормонов на процесс мочеобразования (на виртуальной модели) 225
Работа 5. Физиологическая оценка результатов общего анализа мочи (для самостоятельной работы) 226

РАЗДЕЛ 6. Физиология интегративных процессов в центральной нервной системе, сенсорных систем, вегетативной нервной системы и психических функций 228
Тема: общие свойства сенсорных систем. Физиология зрительной сенсорной системы 228
Работа 1. Определение поля зрения 229
Работа 2. Определение остроты зрения 232
Работа 3. Исследование цветового зрения 236
Работа 4. Аккомодация глаза 239
Работа 5. Слепое пятно (опыт Мариотта) 241
Работа 6. Бинокулярное (стереоскопическое) зрение (для самостоятельной работы) 242
Работа 7. Зрачковый рефлекс 244
Работа 8. Опыт «звезда Сименса» (оценка зрения, для самостоятельной работы) 246
Работа 9. Анализ строения сетчатки глаза. Схема фотохимических и электрических процессов в рецепторном отделе зрительной сенсорной системы 246
Тема: слуховая и вестибулярная сенсорная система 248
Работа 1. Бинауральный слух 249
Работа 2. Исследование костной и воздушной проводимости звука 251
Работа 3. Анализ механизмов слуховой рецепции 253
Работа 4. Анализ теории различения частоты звука — «бегущей волны» или «теории места» Г. Бекеши (для самостоятельного изучения) 256
Работа 5. Аудиометрия (для самостоятельного изучения) 258
Работа 6. Вестибулоглазодвигательный рефлекс у человека после вращения 260

Тема: тактильная и температурная сенсорная система 262
Работа 1. Эстезиометрия 263
Работа 2. Термоэстезиометрия 265
Работа 3. Температурная адаптация кожных рецепторов. Явление контраста (для самостоятельного изучения) 267
Работа 4. Функциональная мобильность холодовых рецепторов . . .268
Тема: вкусовая и обонятельная сенсорная система 269
Работа 1. Определение порогов вкусовой чувствительности (густометрия). 270
Работа 2. Изучение гастролингвального рефлекса 272
Работа 3. Определение порогов обонятельной чувствительности (ольфактометрия). 273
Работа 4. Рецепция запаха периферическим отделом обонятельной сенсорной системы (для самостоятельного изучения) 275
Работа 5. Взаимодействие вкусовой и обонятельной сенсорных систем 277
Тема: физиология боли и антиноцицептивной системы 278
Работа 1. Определение динамики болевого порога при механической стимуляции 279
Работа 2. Измерение перцептуального компонента ноцицептивной реакции у животных (демонстрация, для самостоятельного изучения) 280
Работа 3. Анализ функциональной системы, обеспечивающей поддержание целостности биологических мембран и обеспечения аэробных процессов в тканях с участием боли в качестве биологической потребности 282
Работа 4. Анализ уровней взаимодействия ноцицептивной и антиноцицептивной систем головного мозга. 284
Работа 5. Анализ нейрональных механизмов формирования антиноцицептивных эффектов на уровне первых переключательных нейронов в ноцицептивной системе мозга (для самостоятельного изучения) 284
Тема: высшая нервная деятельность, ее типы. Условные рефлексы, механизмы их формирования и торможения 287
Работа 1. Выработка условного вегетативного рефлекса на звук звонка и слово «звонок» 288

Работа 2. Выработка условного мигательного рефлекса на звук звонка (для самостоятельного изучения) 290
Работа 3. Угасательное торможение мигательного рефлекса на звук звонка 291
Работа 4. Определение типа высшей нервной деятельности у человека. 293
Работа 5. Определение типологических особенностей при помощи личностного опросника Айзенка (для самостоятельного изучения) 294
Тема: физиологические основы психических функций 295
Работа 1. Основные аппаратные клинико-физиологические методы исследований функциональных состояний головного мозга (для самостоятельного изучения). Электроэнцефалография. 297
Работа 2. Исследование функциональной асимметрии (для самостоятельной работы) 301
Работа 3. Определение объема кратковременной слуховой памяти и оценка ее избирательного характера 304
Работа 4. Определение объема внимания. 305
Работа 5. Определение переключаемости внимания 306
Работа 6. Методика исследования концентрации внимания (таблицы Горбова–Шульте) 309
Работа 7. Методика «Корректурная проба» (оценка устойчивости внимания). 310
Работа 8. Физиология эмоций. Изменение параметров вариабельности сердечного ритма при эмоциогенной нагрузке (для самостоятельного изучения) 311
Работа 9. Схема функциональной системы поведенческого акта 314
Работа 10. Определение хронотипа человека (для самостоятельного изучения) 315

ПРИЛОЖЕНИЯ 316
Автономная нервная система. 316
Оценка вегетативной реактивности человека по электродермальной активности (вызванный кожный симпатический потенциал). 316
Физиология крови 321

Методы исследования сердечно-сосудистой системы 323
Основные сведения об элементах электрокардиографии, методика ее регистрации 323
Физиология кровообращения 332
Методика регистрации реографии 332
Методы исследования деятельности сердца 335
Фонокардиография 335
Обмен и терморегуляция 339
Физиология дыхания 342
Пневмография 342
Физиология выделения 344
Исследование мочи 344
Сенсорные системы 349
«Полихроматические таблицы Рабкина» для исследования цветоощущения с картинками 349
Нормальные показатели 360
Слуховая сенсорная система 363
Физиологические основы психических функций 365
Методы исследования функционального состояния головного мозга (дополнение) 365
Ритмы электроэнцефалограммы здоровых взрослых в состоянии бодрствования 374
Виды активности, патологические для бодрствующего взрослого 377
Тест «Корректурная проба» (оценка устойчивости внимания) . . .378
Тест Айзенка 381
Физиология высших психических функций 385
Методика регистрации вариабельности сердечного ритма 385
Высшие психические функции 395
Хронофизиологический тест Хорна–Остберга 395

Литература 399

Раздел 1
ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ

ТЕМА: ВВОДНОЕ ЗАНЯТИЕ. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ФИЗИОЛОГИИ. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Вопросы по теме (для подготовки к занятию и для самостоятельной работы)

- Предмет дисциплины «нормальная физиология». Связь физиологии с другими естественными и медицинскими науками.
- Понятие о внутренней среде организма и гомеостазе.
- Понятие о регуляции функций. Виды регуляций физиологических функций (механическая, нервная, гуморальная, нейрогуморальная). Аналитический и системный подход в изучении физиологических процессов и функций.
- Принцип саморегуляции гомеостатических констант организма. Учение о функциональных системах (ФУС).
- Раздражимость и возбудимость как основа реакции ткани на раздражение. Возбудимые ткани, их виды.
- Основные свойства возбудимых тканей (возбудимость, проводимость, сократимость, лабильность). Принцип определения возбудимости, понятие порога раздражения (пороговое время, пороговая сила).
- Основные состояния возбудимых тканей (покой, возбуждение, торможение) и их общая характеристика.

Работа 1. Системная организация управления

ФУС — самоорганизующийся, динамически складывающийся комплекс центральных и периферических образований, обеспечивающий достижение полезных приспособительных результатов.

Цель работы. Проанализировать структурно-функциональную организацию ФУС (рис. 1.1).

Для осуществления принципа саморегуляции необходимо наличие и взаимодействие следующих компонентов ФУС.

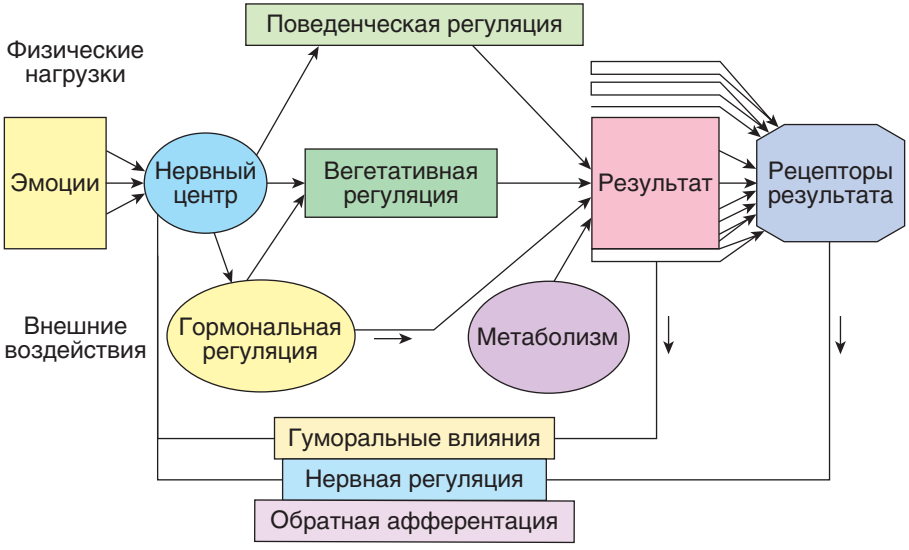

Рис. 1.1. Общая схема функциональной системы (по П.К. Анохину)

- Регулируемый параметр (объект регуляции, константа, результат). Для гомеостатических констант это такие показатели, которые обеспечивают оптимальные условия протекания метаболических процессов в клетках. Источником изменения констант внутренней среды организма служит непрерывно текущий в клетках процесс обмена веществ (метаболизм), сопровождающийся потреблением исходных и образованием конечных продуктов.
- Аппараты контроля — рецепторы (структуры), реагирующие на изменение состояния данного параметра, которое вызвано внешними или внутренними причинами. От рецепторов информация передается в соответствующие нервные центры. На основе поступающей информации происходит избирательное вовлечение в данную ФУС структур различных уровней центральной нервной системы (ЦНС) (аппаратов управления) для мобилизации исполнительных органов и систем (аппаратов реакции).
- Аппараты управления (регуляции) — совокупность центральных структур, осуществляющих направленное влияние на деятельность аппаратов реакции (исполнительных органов и систем), от которых зависит восстановление исходного (нормального, константного) уровня отклонившегося параметра.
- Аппараты реакции — исполнительные органы и системы органов, изменение уровня функционирования которых в соответствии с ре-

гулирующими влияниями аппаратов управления приводит к восстановлению исходной величины параметра.

- Обратная афферентация — нервный и/или гуморальный канал передачи информации. Передает в аппараты управления информацию о достижении или недостижении полезного результата, возвращении или невозвращении отклонившегося параметра к нормальной величине.

Ход работы. Зарисовать схему ФУС.

Вывод.

- Указать, что служит системообразующим фактором в ФУС.
- Провести различие между гомеостатическими и поведенческими ФУС.

Пример вывода.

- Результат действия любой ФУС представляет собой жизненно важный адаптивный показатель, необходимый для нормального функционирования организма в биологическом и социальном плане. Отсюда вытекает системообразующая роль результата действия. Именно для достижения определенного адаптивного результата складываются ФУС, сложность организации которых определяется характером результата. Для гомеостатической ФУС приспособительный результат — поддержание постоянства внутренней среды организма — гомеостаза.
- Гомеостатические ФУС обеспечивают автоматическое поддержание параметров (констант) внутренней среды организма на относительно постоянном уровне. Если же их ресурсов недостаточно для восстановления величин параметра, то формируется поведенческий компонент гомеостатической ФУС. Поведенческие ФУС обеспечивают формирование таких форм поведения, которые связаны с удовлетворением доминирующей потребности.

Работа 2. Сравнительная характеристика нервного и гуморального механизма регуляции функций

Заполнить табл. 1.1.

Вывод. Отметить различия нервного и гуморального механизмов регуляции, охарактеризовать нейрогуморальный механизм регуляции.

Пример вывода. Нервный механизм в качестве средства управления использует потенциалы возбуждения (импульсы), которые могут объединяться в определенные паттерны («рисунки» возбуждения) по частоте, набору в пачках, характеристикам межимпульсных интервалов и др. Показано, что паттерны возбуждений гипоталамических нейронов при формировании

Таблица 1.1. Различия нервного и гуморального механизма регуляции

Показатель	Нервный механизм	Гуморальный механизм
Точность регуляции		
Способы доставки информации		
Скорость регуляции		
Длительность регуляции		

мотивации голода специфичны и существенно отличаются от столь же специфичных паттернов возбуждений нейронов, ответственных за формирование мотивации жажды.

Гуморальный механизм в качестве средств управления, передачи информации использует химические субстраты — продукты обмена веществ, простагландины, регуляторные пептиды, гормоны и др. Так, накопление молочной кислоты в мышцах при физической нагрузке служит источником информации о недостатке кислорода. Продукты гидролиза пищевых веществ передают информацию о необходимости выделения определенных ферментов из пищеварительных желез.

Нейрогуморальный механизм представляет собой комбинированную форму управления, в которой одновременно участвуют гуморальный и нервный механизмы. Оба механизма взаимосвязаны и взаимообусловлены.

ТЕМА: ОБЩИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ. МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ И ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ

Вопросы по теме (для подготовки к занятию и для самостоятельной работы)

- Понятие о биоэлектрических явлениях и их основных видах (потенциалы покоя и действия, токи покоя и действия). Регистрация мембранного потенциала.
- История открытия биоэлектрических явлений (исследования Л. Гальвани, А. Вольта, К. Маттеучи).
- Представление о строении биологических мембран, их полупроницаемости. Виды транспорта (активный, пассивный). Представление о мембранных каналах и насосах. Виды ионных каналов мембраны. Управление работой каналов.
- Мембранный потенциал покоя, механизм его возникновения. Распределение ионов по обе стороны мембраны. Поддержание ионной асимметрии. Формула Нернста для потенциала покоя.

- Потенциал действия и его фазы (локальный ответ, спайковый потенциал, следовая де- и гиперполяризация). Электрические состояния мембраны (исходная поляризация, деполяризация, реверсия мембранного потенциала, ре- и гиперполяризация) при развитии потенциала действия.
- Механизм возникновения и развития потенциала действия. Триггерный принцип механизма перехода местного возбуждения в распространяющееся. Состояние каналов в различные фазы генерации потенциала действия.
- Изменение возбудимости (экзальтация, относительная и абсолютная рефрактерность) в различные фазы одиночного цикла возбуждения. Понятие о поляризации, деполяризации, ре- и гиперполяризации.
- Виды возбуждения (локальное и распространяющееся), их биоэлектрические признаки и сравнительная характеристика.

История исследований биоэлектрических явлений в живых тканях. Начало систематического изучения «животного электричества» связано с именем итальянского врача, анатома, физиолога и физика Л. Гальвани, который в 1786 г. провел две серии экспериментов над нервно-мышечным препаратом лягушки (рис. 1.2). В первой серии он наблюдал сокращение мышц задних лапок лягушки, подвешенных на медном крючке, при прикосновении к ним железной проволоки. Л. Гальвани высказал мысль о наличии «животного электричества».

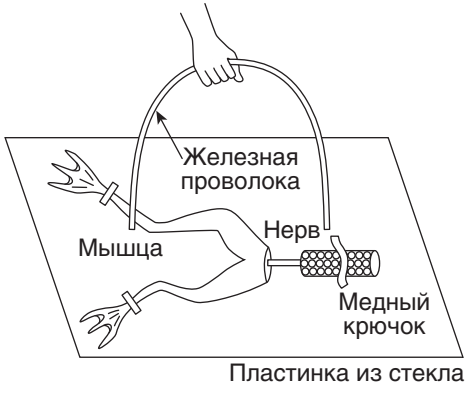

Рис. 1.2. Первый опыт Л. Гальвани (1786)

А. Вольта доказал, что сокращения мышц возникают из-за разности потенциалов, возникающей при соединении железа и меди. В последующем это открытие позволило Вольта создать источник постоянного тока («вольтов столб» — электрическую батарейку).

Вторая серия опытов (рис. 1.3), в которой было продемонстрировано возникновение сокращений мышцы при набрасывании нерва нервно-мышечного препарата на мышцу только стеклянными инструментами, положила начало интересу к биологическим объектам как источникам электромагнитной энергии (к биоэлектрогенезу).

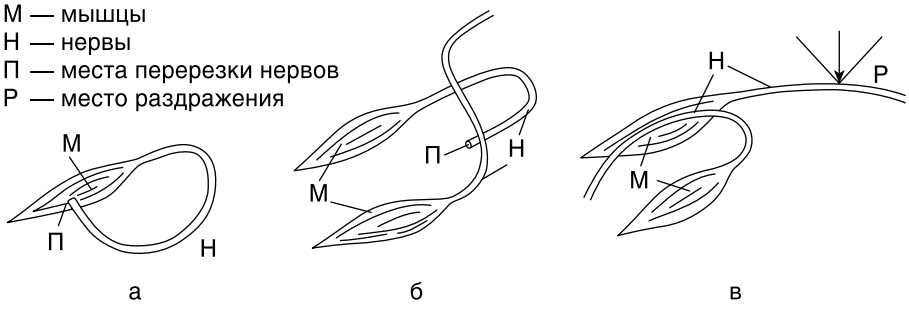

Рис. 1.3. «Опыты без металлов» Л. Гальвани (а–в)

В дальнейшем благодаря работам немецкого физиолога и философа Э. Дюбуа-Реймона (1848–1849) было установлено, что наружная поверхность мышцы в покое заряжена положительно относительно ее внутреннего содержимого.

Биоэлектрогенез систематически начали изучать после того, как были проведены измерения электрических токов и потенциалов как результата жизнедеятельности организмов животных, человека и растений.

Принципиально химическая энергия в биологических системах может быть преобразована в электрическую либо через окислительно-восстановительные, либо через мембранно-ионные потенциалы.

Общепризнана мембранно-ионная теория электрогенеза. Основы ее впервые были изложены Ю. Бернштейном — одним из представителей физиологической школы Э. Дюбуа-Реймона в 1902 г.

Новый этап в развитии электробиологии начался с работ нобелевских лауреатов А. Ходжкина, Э. Хаксли, обосновавших мембранно-ионную теорию электрогенеза в живых тканях. В 1939 г. они впервые измерили разность потенциалов на мембране гигантского аксона кальмара. После появления в 1946 г. микроэлектродной техники потенциал покоя был измерен в самых различных клетках. Выдающиеся ученые-биофизики Алан Ходжкин, Эндрю Хаксли, а также физиолог Джон Экклс были удостоены Нобелевской премии в 1963 г. в области медицины и биологии за открытие ионных механизмов возбуждения и торможения нервных клеток.

Работа 1. Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки (по материалам видеофильма)

Цель работы: ознакомиться со способами механического обездвиживания лягушки и методами приготовления нервно-мышечного препарата.

Нервно-мышечным называют препарат, состоящий из скелетной мышцы и иннервирующего ее нерва. В опытах обычно используют препарат, состоящий из седалищного нерва и икроножной мышцы лягушки.

Ход работы. Проследить технику подготовки препарата (в видеофильме). Провести декапитацию лягушке и разрушить зондом спинной мозг, рассечь поперек (рис. 1.4). Для этого, взяв ее за задние лапки и держа спинкой кверху, перерезать ей позвоночный столб примерно посередине,

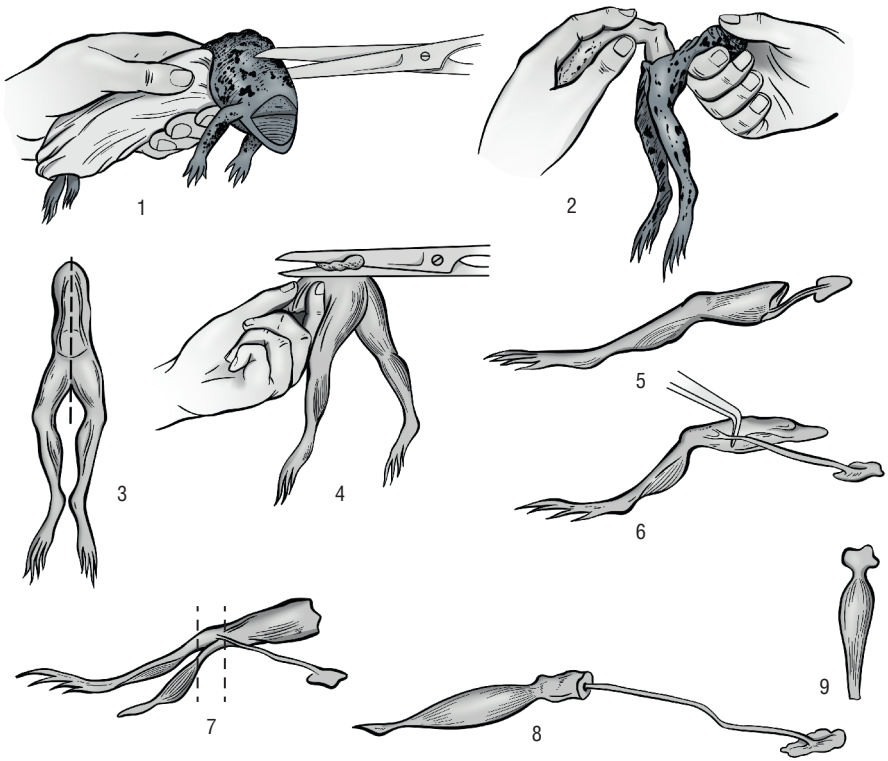

Рис. 1.4. Этапы приготовления нервно-мышечного препарата: 1 — перерезка позвоночника; 2 — снятие кожи с лапок; 3 — препарат задних лапок; 4 — отделение уростиля; 5 — расположение бедра; 6 — препарирование седалищного нерва; 7 — места перерезания лапки; 8 — нервно-мышечный препарат икроножной мышцы; 9 — препарат изолированной мышцы

после чего отделить заднюю половину тела. Пинцетом и ножницами удалить из нее остатки внутренностей и снять кожу. Для этого, захватив салфеткой остаток позвоночника, другой рукой, тоже через салфетку, захватив кожу спины, одним быстрым движением снять ее, и препарат двух задних лапок готов. В некоторых опытах его используют как таковой. Вторым этапом в работе считают приготовление препарата одной лапки. Взять в левую руку остаток позвоночника так, чтобы тазовые кости приняли вертикальное положение, при этом хвостовая часть (уростиль) приподнимается. Ее отрезать ножницами. Рассматривая лежащие с двух сторон, с вентральной стороны, у тазовых костей, нервные стволики крестцового сплетения и стараясь не поранить их, разрезать продольно позвоночный столб, а затем лонное сочленение и получить препарат одной задней лапки. Третьим этапом работы служит препаровка икроножной мышцы и седалищного нерва. Препаровка икроножной мышцы очень проста. Под ахиллово сухожилие подвести браншу ножниц, отделить сухожилие по всей длине и перерезать ниже сесамовидной косточки. Захватив конец его пинцетом, отвести мышцу в сторону, разрывая соединяющие ее с другими тканями фасции. Далее приступить к препаровке нерва. Повернув бедро задней поверхностью кверху, нажать двумя большими пальцами на мышцы бедра, разводя их в стороны. При этом откроется лежащий в глубине седалищный нерв. Пинцетом отпрепаровать его по всей длине. Далее, взяв пинцетом остаток позвоночника, отрезать его от тазовой кости. Приподнять нерв за кусочек позвоночника, маленькими ножницами отсекать окружающие ткани, следя за тем, чтобы не поранить нерв. Особенно это трудно сделать при выделении его в области тазобедренного сустава. Здесь придется отсекать нерв со сравнительно большим количеством окружающих тканей. Однако это не имеет значения, так как их в дальнейшем будет легко удалить. Нерв выделить по всей длине до коленного сустава. Отпрепарировав нерв, перерезать конечность выше и ниже коленного сустава, и нервно-мышечный препарат (икроножная мышца—седалищный нерв) готов.

Результаты работы. Внести в рабочую тетрадь схему нервно-мышечного препарата. На рисунке обозначить следующее:

- седалищный нерв;
- икроножная мышца;
- коленный сустав;
- ахиллово сухожилие;
- остаток позвоночника.

Вывод: сформулировать, что такое «спинальный препарат лягушки».

Пример ответа. Спинальный препарат лягушки — лягушка, у которой разрушен головной мозг и сохранен спинной.