

**План занятий по физиологии возбудимых тканей
в весеннем семестре 2025/2026 уч. года
(4 занятия + коллоквиум)**

Занятие 1. Основы физиологии клеточных мембран. Механизмы транспорта веществ через клеточные мембраны. Биоэлектрические явления. Мембранные потенциалы. Потенциал покоя, ионные механизмы

Общая физиология клетки. Функции и строение клеточной мембраны.

Трансмембранный транспорт: активный и пассивный.

Виды пассивного транспорта: простая и облегченная диффузия, осмос. Диффузия ионов: движущие силы (концентрационный и электрический градиенты) и проницаемость мембраны (ионные каналы).

Виды активного транспорта: первичный и вторичный (ко-транспорт и контр-транспорт).

Роль мембранных белков в транспорте: каналы, переносчики, насосы (АТФ-азы). Роль Na^+/K^+ -АТФазы в создании и поддержании трансмембранных концентрационных градиентов.

Виды ионных каналов Электрохимический градиент. Равновесный потенциал. Потенциал покоя: значение, измерение (микроэлектродная техника), механизмы формирования. Изменения мембранного потенциала покоя (деполяризация, реполяризация, гиперполяризация).

Контрольные вопросы

1. Что такое раздражимость?
2. Что такое возбуждение и возбудимость? Какие ткани относятся к возбудимым?
3. Как заряжена мембрана клетки возбудимых тканей в покое снаружи и внутри (с какой стороны положительно, с какой — отрицательно)?
4. Что такое мембранный потенциал (это разность потенциалов между чем и чем)? В каких единицах он измеряется?
5. Как измеряют мембранный потенциал? Сколько нужно электродов и как они должны быть расположены?
6. Что такое потенциал покоя и чему он равен?
7. Что такое деполяризация, реполяризация и гиперполяризация?
8. Что приводит к возникновению и изменению мембранных потенциалов (деполяризации, реполяризации и гиперполяризации)?
9. Какие движущие силы определяют диффузию ионов через мембрану?
10. Каковы ионные концентрации основных ионов (натрия и калия) внутри и снаружи клетки (где преобладает калий, а где — натрий)?
11. Что такое натрий-калиевый насос, к какому типу транспорта он относится, какова его функция?
12. Что такое ионные каналы, какие бывают ионные каналы (в зависимости от того, что приводит к их открыванию и закрыванию)?
13. Каковы проницаемости мембраны нервного волокна для натрия и калия в состоянии покоя?
14. Каково происхождение мембранного потенциала покоя? Какой ионный ток вносит основной вклад в формировании МПП? Каким путем возникает отрицательный заряд на внутренней стороне мембраны?

Занятие 2. Возбудимость. Возбудимые ткани. Критерии возбудимости. Потенциал действия. Фазы, их ионные механизмы. Сравнительная характеристика ЛО и потенциала действия (ПД)

Возбуждение, возбудимость, возбудимые ткани. Екр как точка равновесия между калиевым и натриевым током.

Критерии возбудимости (порог деполяризации и порог возбуждения)

Порог деполяризации (разница между МП и Екр) как количественный показатель возбудимости. Влияние кратковременной и длительной деполяризации и гиперполяризации на возбудимость. Механизм изменения возбудимости при этом. Понятие об аккомодации возбудимых структур.

Порог раздражения. Пороговые, подпороговые и сверхпороговые стимулы.

Отношения между силой стимула и величиной ответной реакции («закон все или ничего» и «закон силы»).

Кривая силы—времени; реобаза, полезное время, хронаксия, минимальное время. Применение сверхкоротких стимулов в физиотерапии. Лабильность.

Два типа биопотенциалов: местные и распространяющиеся (ПД).

Местные потенциалы на примере локального ответа (ЛО). Определение, схема, свойства, изменение возбудимости при развитии ЛО.

ПД: параметры, конфигурация и фазы. (схема ПД). Ионные механизмы. Изменение возбудимости при развитии ПД, механизмы.

Сравнительная характеристика ЛО и потенциалов действия (ПД)

Контрольные вопросы

1. Каковы форма и параметры потенциала действия (из каких он состоит фаз, каковы его длительность и амплитуда), каковы значения мембранного потенциала в разных точках ПД (перед его возникновением, на пике и после его окончания)?
2. Каким ионным током обусловлена фаза деполяризации ПД?
3. Открытие каналов какого типа (потенциал-управляемые, хемо-управляемые) обеспечивает фазу деполяризации ПД? Как ведет себя проницаемость этих каналов во время фазы деполяризации?
4. Что такое критический уровень деполяризации?
5. Каким ионным током обусловлена фаза реполяризации ПД?
6. Какой показатель является наиболее известным и распространенным параметром возбудимости?
7. Что такое пороговые, подпороговые и сверхпороговые раздражители?
8. Как зависит амплитуда ПД от силы раздражителя? Что такое закон "все или ничего"?
9. Изменения возбудимости во время ПД: абсолютная и относительная рефрактерность, их причины (значение натриевой инактивации).
10. Как меняется возбудимость при кратковременной деполяризации и гиперполяризации (при приближении МП к Екр и отдалении от него)?
11. Что такое рефрактерность, и когда она наблюдается?
12. Что такое локальный ответ? Как он зависит от силы раздражителя? Что такое суммация?
13. Как распространяются локальный ответ и ПД?

Занятие 3. Физиология нервных волокон, синапсов.

Нервные волокна

Виды нервных волокон: миелиновые и безмиелиновые. Строение миелиновой оболочки. Типы нервных волокон (классификация по Гассеру—Эрлангеру).

Механизм распространения ПД по нервному волокну. Роль местных токов и критической деполяризации соседних участков. Факторы, определяющие скорость и надежность распространения ПД: морфологические (толщина волокна и плотность каналов утечки) и функциональные (амплитуда и крутизна ПД, возбудимость мембраны). Двустороннее и изолированное проведение по нервным волокнам.

Синапсы, определение, классификация.

Электрические синапсы (щелевые контакты, или нексусы (нексусы): строение (коннексоны) и механизм передачи возбуждения (роль местных токов и низкого электрического сопротивления).

Химические синапсы: определение, строение и этапы передачи (роль ПД, кальция, нейромедиатора, постсинаптических рецепторов).

Два типа постсинаптических рецепторов: ионотропные и метаботропные. Механизм возникновения постсинаптического потенциала. Схема ВПСР.

Способы инактивации нейромедиаторов.

Регуляция синаптической передачи (синаптическое облегчение и синаптическая депрессия). Регуляция высвобождения и обратного захвата нейромедиатора. Пресинаптические рецепторы (ауто- и гетерорецепторы).

Нервно-мышечный синапс, его особенности. Потенциал концевой пластинки.

Контрольные вопросы

1. Что такое миелиновая оболочка? Как классифицируют нервные волокна с точки зрения наличия миелиновой оболочки?
2. Что такое скачкообразное проведение ПД?
3. От каких двух основных факторов зависит скорость проведения ПД по нервному волокну?
4. Что такое синапс?
5. Что такое медиатор?
6. Каково общее строение химического синапса (из каких трех отделов он состоит, где и в каком виде локализован медиатор, где расположены рецепторы к медиатору)?
7. Как осуществляется передача сигнала в химическом синапсе (каковы ее основные этапы)?
8. Что такое метаботропные и ионотропные рецепторы?
9. Что такое постсинаптические потенциалы?
10. Каковы основные свойства постсинаптических потенциалов (как они зависят от силы раздражителя, как распространяются, способны ли к суммации)?
11. Где и почему возникает ПД в постсинаптической клетке?
12. Какими способами осуществляется инактивация медиатора?
13. Какое вещество служит медиатором в нервно-мышечном синапсе?
14. На какие рецепторы (ионо- или метаботропные) действует медиатор в нервно-мышечном синапсе?
15. Какой постсинаптический потенциал возникает в нервно-мышечном синапсе? Всегда ли он достигает критического уровня деполяризации?
16. Что такое ацетилхолинэстераза?

Занятие 4. Физиология скелетных и гладких мышц

Скелетная мышца.

Строение: мышечные волокна (миоциты), миофибриллы, миофиламенты (нити), саркомеры. Расположение и состав тонких и толстых нитей (актина и миозина), Z-линии. *Механизм мышечного сокращения:* сократительные белки (актин и миозин), теория скользящих нитей. Механизм взаимодействия актина с миозином: миозиновые мостики, активные центры актина, гребковые движения. Роль АТФ, ее участие на этапе отсоединения мостика. Запуск мышечного сокращения: роль ПД (сарколеммы и Т-трубочек), кальция (саркоплазматического ретикулума), регуляторных белков (тропонина и тропомиозина).

Механизм расслабления: роль активного откачивания кальция (кальциевый насос саркоплазматического ретикулума) и эластических сил.

Мышца в целом: изолированное проведение по отдельным волокнам; красные и белые волокна. Двигательные единицы, понятие, классификации.

Закон «все или ничего» для одиночного мышечного волокна, «закон силы» для целой мышцы.

Виды мышечных сокращений (одиночные, тетанические). Фазы одиночного мышечного сокращения.

Суммация и тетанус.

Регуляция силы сокращений (вовлечение двигательных единиц, синхронность, суммация сокращений).

Типы мышечных сокращений: изотоническое, изометрическое. Ауксотоническое.

Гладкая мышца.

Физиологически важные особенности строения гладкомышечной клетки (отсутствие миофибрилл и саркомеров, неразвитый СПР) и гладкой мышцы в целом (щелевые контакты, мышечное пласты).

Особенности возбудимости (влияние нервных и гуморальных факторов; зависимость от растяжения)

Особенности возбуждения (параметры ПД, медленные кальциевые каналы, причины возникновения ПД — автоматизм; распространение от соседних клеток, синаптический медиатор).

Особенности проводимости: распространение ПД посредством щелевых контактов между соседними клетками.

Особенности запуска сокращения: вход кальция извне, последовательность кальций—кальмодулин—киназа легких цепей миозина—формирование сродства миозина к актину.

Особенности сокращения: низкое сродство миозина к АТФ, длительное пребывание мостиков в связанном состоянии.

Особенности расслабления: откачивание кальция наружу совместно с дефосфорилированием миозина фосфатазой легких цепей миозина.

Характерные особенности гладкомышечных сокращений: медленные, длительные и энергетически экономные. Феномен защелки и пластичность гладких мышц.

Особенности регуляции гладкомышечных сокращений: вегетативные нервы и их медиаторы, гуморальные влияния, миогенные влияния. Единый конечный механизм действия регуляторных факторов: изменение концентрации кальция в цитоплазме.

Контрольные вопросы

1. Какие (гистологически) существуют типы мышц? К какому типу относятся мышцы внутренних органов, сердечная и скелетные мышцы?
2. Что такое актин и миозин?

3. Какую форму имеют актин и миозин? Как они расположены друг относительно друга? Что происходит с ними при сокращении мышцы?
4. Как взаимодействуют друг с другом актин и миозин в процессе сокращения мышцы? Что такое поперечные мостики и гребковые движения?
5. Какова роль ПД в сокращении скелетной мышцы?
6. Какой ион играет роль посредника между возбуждением мышечной мембраны и мышечным сокращением?
7. Откуда выделяется в цитоплазму кальций в волокне скелетной мышцы?
8. Что такое Т-трубочки? Какова их роль в мышечном сокращении?
9. Что такое тропонин и тропомиозин? Какова их роль в сокращении скелетной мышцы?
10. Куда и посредством какого механизма кальций удаляется из цитоплазмы волокна скелетной мышцы? К какому процессу приводит его удаление?
11. Какова полная последовательность сокращения волокна скелетной мышцы?
12. Какова роль АТФ в мышечном сокращении? На какой процесс тратится по одной молекуле АТФ?
13. Что такое тетанус? В ответ на что он возникает?
14. Распространяется ли возбуждение с одного волокна на другое в скелетной мышце?
15. Как называются и где расположены нейроны, иннервирующие скелетные мышцы? Что такое двигательная единица?
16. Зависит ли сила сокращения одиночного мышечного волокна от силы раздражителя (подчиняется ли сокращение одиночного мышечного волокна закону «все или ничего»)?
17. Зависит ли сила сокращения целой мышцы от силы раздражителя (подчиняется ли сокращение целой мышцы закону «все или ничего»)? От чего зависит сила сокращения целой скелетной мышцы при искусственном раздражении и в естественных условиях?
18. Где располагаются гладкие мышцы?
19. Чем отличаются по скорости и длительности сокращения гладких и скелетных мышц?
20. Как распространяется возбуждение в гладких мышцах (проводится ли только в пределах одного волокна, либо на несколько соседних волокон, либо на все волокна в данном органе)?
21. Какими нервами иннервируются гладкие мышцы? Какие медиаторы выделяются этими нервами?
22. Чем отличается роль нервных влияний в гладких и скелетных мышцах (в каком случае нервные влияния играют пусковую, а в каком — модулирующую роль; в каком случае нервные влияния могут быть и усиливающими, и тормозящими)?
23. Каковы особенности молекулярных механизмов возбуждения и сокращения гладких мышц: а) каким ионным током обусловлен ПД; 2) откуда при сокращении в саркоплазму входит кальций; 3) что препятствует взаимодействию актина с миозином в покое; 4) на какой из сократительных белков действует кальций, запуская взаимодействие этих белков; 5) куда и посредством какого типа транспорта удаляется кальций из саркоплазмы после сокращения?

Занятие 5. КОЛЛОКВИУМ
ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ
(собеседование)