



**Светлана Сергеевна Фирсова
Светлана Валерьевна Кузина**

Нормальная физиология: конспект лекций

*Текст предоставлен издательством «Эксмо»
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=180360
Нормальная физиология: конспект лекций: Эксмо; Москва; 2007
ISBN 978-5-699-23463-9*

Аннотация

В этой книге предельно сжато изложен курс лекций по нормальной физиологии. Благодаря четким определениям основных понятий студент может сформулировать ответ, за короткий срок усвоить и переработать важную часть информации, успешно сдать экзамен.

Курс лекций будет полезен не только студентам, но и преподавателям.

Содержание

ЛЕКЦИЯ № 1. Введение в нормальную физиологию	5
ЛЕКЦИЯ № 2. Физиологические свойства и особенности функционирования возбудимых тканей	6
1. Физиологическая характеристика возбудимых тканей	6
2. Законы раздражения возбудимых тканей	7
3. Понятие о состоянии покоя и активности возбудимых тканей	8
4. Физико-химические механизмы возникновения потенциала покоя	10
5. Физико-химические механизмы возникновения потенциала действия	11
ЛЕКЦИЯ № 3. Физиологические свойства нервов и нервных волокон	13
1. Физиология нервов и нервных волокон. Типы нервных волокон	13
2. Механизмы проведения возбуждения по нервному волокну. Законы проведения возбуждения по нервному волокну	15
ЛЕКЦИЯ № 4. Физиология мышц	17
1. Физические и физиологические свойства скелетных, сердечной и гладких мышц	17
2. Механизмы мышечного сокращения	19
ЛЕКЦИЯ № 5. Физиология синапсов	20
1. Физиологические свойства синапсов, их классификация	20
2. Механизмы передачи возбуждения в синапсах на примере мионеврального синапса	22
3. Физиология медиаторов. Классификация и характеристика	23
ЛЕКЦИЯ № 6. Физиология центральной нервной системы	25
1. Основные принципы функционирования ЦНС. Строение, функции, методы изучения ЦНС	25
2. Нейрон. Особенности строения, значение, виды	26
3. Рефлекторная дуга, ее компоненты, виды, функции	28
4. Функциональные системы организма	29
5. Координационная деятельность ЦНС	31
6. Виды торможения, взаимодействие процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Опыт И. М. Сеченова	33
7. Методы изучения ЦНС	35
ЛЕКЦИЯ № 7. Физиология различных разделов ЦНС	36
1. Физиология спинного мозга	36
2. Физиология заднего и среднего мозга	38
3. Физиология промежуточного мозга	39
Конец ознакомительного фрагмента.	40

Светлана Сергеевна Фирсова, С. И. Кузина Нормальная физиология: конспект лекций

Кузина С. И., Фирсова С. С.

В этой книге предельно сжато изложен курс лекций по нормальной физиологии. Благодаря четким определениям основных понятий студент может сформулировать ответ, за короткий срок усвоить и переработать важную часть информации, успешно сдать экзамен. Курс лекций будет полезен не только студентам, но и преподавателям.

ЛЕКЦИЯ № 1. Введение в нормальную физиологию

Нормальная физиология – биологическая дисциплина, изучающая:

- 1) функции целостного организма и отдельных физиологических систем (например, сердечно-сосудистой, дыхательной);
- 2) функции отдельных клеток и клеточных структур, входящих в состав органов и тканей (например, роль миоцитов и миофибрилл в механизме мышечного сокращения);
- 3) взаимодействие между отдельными органами отдельных физиологических систем (например, образование эритроцитов в красном костном мозге);
- 4) регуляцию деятельности внутренних органов и физиологических систем организма (например, нервные и гуморальные).

Физиология является экспериментальной наукой. В ней выделяют два метода исследования – опыт и наблюдение. Наблюдение – изучение поведения животного в определенных условиях, как правило, в течение длительного промежутка времени. Это дает возможность описать любую функцию организма, но затрудняет объяснение механизмов ее возникновения. Опыт бывает острым и хроническим. Острый опыт проводится только на короткий момент, и животное находится в состоянии наркоза. Из-за больших кровопотерь практически отсутствует объективность. Хронический эксперимент был впервые введен И. П. Павловым, который предложил оперировать животных (например, наложение фистулы на желудок собаки).

Большой раздел науки отведен изучению функциональных и физиологических систем.

Физиологическая система – это постоянная совокупность различных органов, объединенных какой-либо общей функцией. Образование таких комплексов в организме зависит от трех факторов:

- 1) обмена веществ;
- 2) обмена энергии;
- 3) обмена информации.

Функциональная система – временная совокупность органов, которые принадлежат разным анатомическим и физиологическим структурам, но обеспечивают выполнение особых форм физиологической деятельности и определенных функций. Она обладает рядом свойств, таких как:

- 1) саморегуляция;
- 2) динамичность (распадается только после достижения желаемого результата);
- 3) наличие обратной связи.

Благодаря присутствию в организме таких систем он может работать как единое целое.

Особое место в нормальной физиологии уделяется гомеостазу. **Гомеостаз** – совокупность биологических реакций, обеспечивающих постоянство внутренней среды организма. Он представляет собой жидкую среду, которую составляют кровь, лимфа, cerebrospinalная жидкость, тканевая жидкость. Их средние показатели поддерживают физиологическую норму (например, pH крови, величину артериального давления, количество гемоглобина и т. д.).

Итак, нормальная физиология – это наука, определяющая жизненно важные параметры организма, которые широко используются в медицинской практике.

ЛЕКЦИЯ № 2. Физиологические свойства и особенности функционирования возбудимых тканей

1. Физиологическая характеристика возбудимых тканей

Основным свойством любой ткани является **раздражимость**, т. е. способность ткани изменять свои физиологические свойства и проявлять функциональные отправления в ответ на действие раздражителей.

Раздражители – это факторы внешней или внутренней среды, действующие на возбудимые структуры.

Различают две группы раздражителей:

1) естественные (нервные импульсы, возникающие в нервных клетках и различных рецепторах);

2) искусственные: физические (механические – удар, укол; температурные – тепло, холод; электрический ток – переменный или постоянный), химические (кислоты, основания, эфиры и т. п.), физико-химические (осмотические – кристаллик хлорида натрия).

Классификация раздражителей по биологическому принципу:

1) адекватные, которые при минимальных энергетических затратах вызывают возбуждение ткани в естественных условиях существования организма;

2) неадекватные, которые вызывают в тканях возбуждение при достаточной силе и продолжительном воздействии.

К общим физиологическим свойствам тканей относятся:

1) **возбудимость** – способность живой ткани отвечать на действие достаточно сильного, быстрого и длительно действующего раздражителя изменением физиологических свойств и возникновением процесса возбуждения.

Мерой возбудимости является порог раздражения. **Порог раздражения** – это та минимальная сила раздражителя, которая впервые вызывает видимые ответные реакции. Так как порог раздражения характеризует и возбудимость, он может быть назван и порогом возбудимости. Раздражение меньшей интенсивности, не вызывающее ответные реакции, называют подпороговым;

2) **проводимость** – способность ткани передавать возникшее возбуждение за счет электрического сигнала от места раздражения по длине возбудимой ткани;

3) **рефрактерность** – временное снижение возбудимости одновременно с возникшим в ткани возбуждением. Рефрактерность бывает абсолютной (нет ответа ни на какой раздражитель) и относительной (возбудимость восстанавливается, и ткань отвечает на подпороговый или сверхпороговый раздражитель);

4) **лабильность** – способность возбудимой ткани реагировать на раздражение с определенной скоростью. Лабильность характеризуется максимальным числом волн возбуждения, возникающих в ткани в единицу времени (1 с) в точном соответствии с ритмом наносимых раздражений без явления трансформации.

2. Законы раздражения возбудимых тканей

Законы устанавливают зависимость ответной реакции ткани от параметров раздражителя. Эта зависимость характерна для высоко организованных тканей. Существуют три закона раздражения возбудимых тканей:

- 1) закон силы раздражения;
- 2) закон длительности раздражения;
- 3) закон градиента раздражения.

Закон силы раздражения устанавливает зависимость ответной реакции от силы раздражителя. Эта зависимость неодинакова для отдельных клеток и для целой ткани. Для одиночных клеток зависимость называется «все или ничего». Характер ответной реакции зависит от достаточной пороговой величины раздражителя. При воздействии подпороговой величиной раздражения ответной реакции возникать не будет (ничего). При достижении раздражения пороговой величины возникает ответная реакция, она будет одинакова при действии пороговой и любой сверхпороговой величины раздражителя (часть закона – все).

Для совокупности клеток (для ткани) эта зависимость иная, ответная реакция ткани прямо пропорциональна до определенного предела силе наносимого раздражения. Увеличение ответной реакции связано с тем, что увеличивается количество структур, вовлекающихся в ответную реакцию.

Закон длительности раздражений. Ответная реакция ткани зависит от длительности раздражения, но осуществляется в определенных пределах и носит прямо пропорциональный характер. Существует зависимость между силой раздражения и временем его действия. Эта зависимость выражается в виде кривой силы и времени. Эта кривая называется кривой Гоорвега—Вейса—Лапика. Кривая показывает, что каким бы сильным ни был бы раздражитель, он должен действовать определенный период времени. Если временной отрезок маленький, то ответная реакция не возникает. Если раздражитель слабый, то бы как длительно он ни действовал, ответная реакция не возникает. Сила раздражителя постепенно увеличивается, и в определенный момент возникает ответная реакция ткани. Эта сила достигает пороговой величины и называется реобазой (минимальной силой раздражения, которая вызывает первичную ответную реакцию). Время, в течение которого действует ток, равный реобазе, называется полезным временем.

Закон градиента раздражения. **Градиент** – это крутизна нарастания раздражения. Ответная реакция ткани зависит до определенного предела от градиента раздражения. При сильном раздражителе примерно на третий раз нанесения раздражения ответная реакция возникает быстрее, так как она имеет более сильный градиент. Если постепенно увеличивать порог раздражения, то в ткани возникает явление аккомодации. Аккомодация – это приспособление ткани к медленно нарастающему по силе раздражителю. Это явление связано с быстрым развитием инактивации Na-каналов. Постепенно происходит увеличение порога раздражения, и раздражитель всегда остается подпороговым, т. е. порог раздражения увеличивается.

Законы раздражения возбудимых тканей объясняют зависимость ответной реакции от параметров раздражителя и обеспечивают адаптацию организмов к факторам внешней и внутренней среды.

3. Понятие о состоянии покоя и активности возбудимых тканей

О состоянии покоя в возбудимых тканях говорят в том случае, когда на ткань не действует раздражитель из внешней или внутренней среды. При этом наблюдается относительно постоянный уровень метаболизма, нет видимого функционального отправления ткани. Состояние активности наблюдается в том случае, когда на ткань действует раздражитель, при этом изменяется уровень метаболизма, и наблюдается функциональное отправление ткани.

Основные формы активного состояния возбудимой ткани – возбуждение и торможение.

Возбуждение – это активный физиологический процесс, который возникает в ткани под действием раздражителя, при этом изменяются физиологические свойства ткани, и наблюдается функциональное отправление ткани. Возбуждение характеризуется рядом признаков:

- 1) специфическими признаками, характерными для определенного вида тканей;
- 2) неспецифическими признаками, характерными для всех видов тканей (изменяются проницаемость клеточных мембран, соотношение ионных потоков, заряд клеточной мембраны, возникает потенциал действия, изменяющийся уровень метаболизма, повышается потребление кислорода и увеличивается выделение углекислого газа).

По характеру электрического ответа существует две формы возбуждения:

1) местное, нераспространяющееся возбуждение (локальный ответ). Оно характеризуется тем, что:

- а) отсутствует скрытый период возбуждения;
- б) возникает при действии любого раздражителя, т. е. нет порога раздражения, имеет градуальный характер;
- в) отсутствует рефрактерность, т. е. в процессе возникновения возбуждения возбудимость ткани возрастает;
- г) затухает в пространстве и распространяется на короткие расстояния, т. е. характерен декремент;

2) импульсное, распространяющееся возбуждение. Оно характеризуется:

- а) наличием скрытого периода возбуждения;
- б) наличием порога раздражения;
- в) отсутствием градуального характера (возникает скачкообразно);
- г) распространением без декремента;
- д) рефрактерностью (возбудимость ткани уменьшается).

Торможение – активный процесс, возникает при действии раздражителей на ткань, проявляется в подавлении другого возбуждения. Следовательно, функционального отправления ткани нет.

Торможение может развиваться только в форме локального ответа.

Выделяют два типа торможения:

- 1) первичное, для возникновения которого необходимо наличие специальных тормозных нейронов. Торможение возникает первично без предшествующего возбуждения;
- 2) вторичное, которое не требует специальных тормозных структур. Оно возникает в результате изменения функциональной активности обычных возбудимых структур.

Процессы возбуждения и торможения тесно связаны между собой, протекают одновременно и являются различными проявлениями единого процесса. Очаги возбуждения и торможения подвижны, охватывают большие или меньшие области нейронных популяций и

могут быть более или менее выражены. Возбуждение непременно сменяется торможением, и наоборот, т. е. между торможением и возбуждением существуют индукционные отношения.

4. Физико-химические механизмы возникновения потенциала покоя

Мембранный потенциал (или потенциал покоя) – это разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны в состоянии относительного физиологического покоя. Потенциал покоя возникает в результате двух причин:

1) неодинакового распределения ионов по обе стороны мембраны. Внутри клетки находится больше всего ионов К, снаружи его мало. Ионов Na и ионов Cl больше снаружи, чем внутри. Такое распределение ионов называется ионной асимметрией;

2) избирательной проницаемости мембраны для ионов. В состоянии покоя мембрана неодинаково проницаема для различных ионов. Клеточная мембрана проницаема для ионов К, малопроницаема для ионов Na и непроницаема для органических веществ.

За счет этих двух факторов создаются условия для движения ионов. Это движение осуществляется без затрат энергии путем пассивного транспорта – диффузией в результате разности концентрации ионов. Ионы К выходят из клетки и увеличивают положительный заряд на наружной поверхности мембраны, ионы Cl пассивно переходят внутрь клетки, что приводит к увеличению положительного заряда на наружной поверхности клетки. Ионы Na накапливаются на наружной поверхности мембраны и увеличивают ее положительный заряд. Органические соединения остаются внутри клетки. В результате такого движения наружная поверхность мембраны заряжается положительно, а внутренняя – отрицательно. Внутренняя поверхность мембраны может не быть абсолютно отрицательно заряженной, но она всегда заряжена отрицательно по отношению к внешней. Такое состояние клеточной мембраны называется состоянием поляризации. Движение ионов продолжается до тех пор, пока не уравнивается разность потенциалов на мембране, т. е. не наступит электрохимическое равновесие. Момент равновесия зависит от двух сил:

- 1) силы диффузии;
- 2) силы электростатического взаимодействия.

Значение электрохимического равновесия:

- 1) поддержание ионной асимметрии;
- 2) поддержание величины мембранного потенциала на постоянном уровне.

В возникновении мембранного потенциала участвуют сила диффузии (разность концентрации ионов) и сила электростатического взаимодействия, поэтому мембранный потенциал называется концентрационно-электрохимическим.

Для поддержания ионной асимметрии электрохимического равновесия недостаточно. В клетке имеется другой механизм – натрий-калиевый насос. Натрий-калиевый насос – механизм обеспечения активного транспорта ионов. В клеточной мембране имеется система переносчиков, каждый из которых связывает три иона Na, которые находятся внутри клетки, и выводит их наружу. С наружной стороны переносчик связывается с двумя ионами К, находящимися вне клетки, и переносит их в цитоплазму. Энергия берется при расщеплении АТФ. Работа натрий-калиевого насоса обеспечивает:

- 1) высокую концентрацию ионов К внутри клетки, т. е. постоянную величину потенциала покоя;
- 2) низкую концентрацию ионов Na внутри клетки, т. е. сохраняет нормальную осмоларность и объем клетки, создает базу для генерации потенциала действия;
- 3) стабильный концентрационный градиент ионов Na, способствуя транспорту аминокислот и сахаров.

5. Физико-химические механизмы возникновения потенциала действия

Потенциал действия – это сдвиг мембранного потенциала, возникающий в ткани при действии порогового и сверхпорогового раздражителя, что сопровождается перезарядкой клеточной мембраны.

При действии порогового или сверхпорогового раздражителя изменяется проницаемость клеточной мембраны для ионов в различной степени. Для ионов Na она повышается в 400–500 раз, и градиент нарастает быстро, для ионов K – в 10–15 раз, и градиент развивается медленно. В результате движение ионов Na происходит внутрь клетки, ионы K двигаются из клетки, что приводит к перезарядке клеточной мембраны. Наружная поверхность мембраны несет отрицательный заряд, внутренняя – положительный.

Компоненты потенциала действия:

- 1) локальный ответ;
- 2) высоковольтный пиковый потенциал (спайк);
- 3) следовые колебания:
 - а) отрицательный следовой потенциал;
 - б) положительный следовой потенциал.

Локальный ответ.

Пока раздражитель не достиг на начальном этапе 50–75 % от величины порога, проницаемость клеточной мембраны остается неизменной, и электрический сдвиг мембранного потенциала объясняется раздражающим агентом. Достигнув уровня 50–75 %, открываются активационные ворота (m-ворота) Na-каналов, и возникает локальный ответ.

Ионы Na путем простой диффузии поступают в клетку без затрат энергии. Достигнув пороговой силы, мембранный потенциал снижается до критического уровня деполяризации (примерно 50 мВ). Критический уровень деполяризации – это то количество милливольт, на которое должен снизиться мембранный потенциал, чтобы возник лавинообразный ход ионов Na в клетку. Если сила раздражения недостаточна, то локального ответа не происходит.

Высоковольтный пиковый потенциал (спайк).

Пик потенциала действия является постоянным компонентом потенциала действия. Он состоит из двух фаз:

- 1) восходящей части – фазы деполяризации;
- 2) нисходящей части – фазы реполяризации.

Лавинообразное поступление ионов Na в клетку приводит к изменению потенциала на клеточной мембране. Чем больше ионов Na войдет в клетку, тем в большей степени деполяризуется мембрана, тем больше откроется активационных ворот. Постепенно заряд с мембраны снимается, а потом возникает с противоположным знаком. Возникновение заряда с противоположным знаком называется инверсией потенциала мембраны. Движение ионов Na внутрь клетки продолжается до момента электрохимического равновесия по иону Na. Амплитуда потенциала действия не зависит от силы раздражителя, она зависит от концентрации ионов Na и от степени проницаемости мембраны к ионам Na. Нисходящая фаза (фаза реполяризации) возвращает заряд мембраны к исходному знаку. При достижении электрохимического равновесия по ионам Na происходит инактивация активационных ворот, снижается проницаемость к ионам Na и возрастает проницаемость к ионам K, натрий-калиевый насос вступает в действие и восстанавливает заряд клеточной мембраны. Полного восстановления мембранного потенциала не происходит.

В процессе восстановительных реакций на клеточной мембране регистрируются следовые потенциалы – положительный и отрицательный. Следовые потенциалы являются

непостоянными компонентами потенциала действия. Отрицательный следовой потенциал – следовая деполяризация в результате повышенной проницаемости мембраны к ионам Na, что тормозит процесс реполяризации. Положительный следовой потенциал возникает при гиперполяризации клеточной мембраны в процессе восстановления клеточного заряда за счет выхода ионов калия и работы натрий-калиевого насоса.

ЛЕКЦИЯ № 3. Физиологические свойства нервов и нервных волокон

1. Физиология нервов и нервных волокон. Типы нервных волокон

Физиологические свойства нервных волокон:

1) **возбудимость** – способность приходить в состояние возбуждения в ответ на раздражение;

2) **проводимость** – способность передавать нервные возбуждение в виде потенциала действия от места раздражения по всей длине;

3) **рефрактерность** (устойчивость) – свойство временно резко снижать возбудимость в процессе возбуждения.

Нервная ткань имеет самый короткий рефрактерный период. Значение рефрактерности – предохранять ткань от перевозбуждения, осуществляет ответную реакцию на биологически значимый раздражитель;

4) **лабильность** – способность реагировать на раздражение с определенной скоростью. Лабильность характеризуется максимальным числом импульсов возбуждения за определенный период времени (1 с) в точном соответствии с ритмом наносимых раздражений.

Нервные волокна не являются самостоятельными структурными элементами нервной ткани, они представляют собой комплексное образование, включающее следующие элементы:

1) отростки нервных клеток – осевые цилиндры;

2) глиальные клетки;

3) соединительнотканную (базальную) пластинку.

Главная функция нервных волокон – проведение нервных импульсов. Отростки нервных клеток проводят сами нервные импульсы, а глиальные клетки способствуют этому проведению. По особенностям строения и функциям нервные волокна подразделяются на два вида: безмиелиновые и миелиновые.

Безмиелиновые нервные волокна не имеют миелиновой оболочки. Их диаметр 5–7 мкм, скорость проведения импульса 1–2 м/с. Миелиновые волокна состоят из осевого цилиндра, покрытого миелиновой оболочкой, образованной шванновскими клетками. Осевого цилиндра имеет мембрану и цитоплазму. Миелиновая оболочка состоит на 80 % из липидов, обладающих высоким омическим сопротивлением, и на 20 % из белка. Миелиновая оболочка не покрывает сплошь осевой цилиндр, а прерывается и оставляет открытыми участки осевого цилиндра, которые называются узловыми перехватами (перехваты Ранвье). Длина участков между перехватами различна и зависит от толщины нервного волокна: чем оно толще, тем длиннее расстояние между перехватами. При диаметре 12–20 мкм скорость проведения возбуждения составляет 70–120 м/с.

В зависимости от скорости проведения возбуждения нервные волокна делятся на три типа: А, В, С.

Наибольшую скорость проведения возбуждения обладают волокна типа А, скорость проведения возбуждения которых достигает 120 м/с, В имеет скорость от 3 до 14 м/с, С – от 0,5 до 2 м/с.

Не следует смешивать понятия «нервное волокно» и «нерв». **Нерв** – комплексное образование, состоящее из нервного волокна (миелинового или безмиелинового), рыхлой волокнистой соединительной ткани, образующей оболочку нерва.

2. Механизмы проведения возбуждения по нервному волокну. Законы проведения возбуждения по нервному волокну

Механизм проведения возбуждения по нервным волокнам зависит от их типа. Существуют два типа нервных волокон: миелиновые и безмиелиновые.

Процессы метаболизма в безмиелиновых волокнах не обеспечивают быструю компенсацию расхода энергии. Распространение возбуждения будет идти с постепенным затуханием – с декрементом. Декрементное поведение возбуждения характерно для низкоорганизованной нервной системы. Возбуждение распространяется за счет малых круговых токов, которые возникают внутри волокна или в окружающую его жидкость. Между возбужденными и невозбужденными участками возникает разность потенциалов, которая способствует возникновению круговых токов. Ток будет распространяться от «+» заряда к «—». В месте выхода кругового тока повышается проницаемость плазматической мембраны для ионов Na , в результате чего происходит деполяризация мембраны. Между вновь возбужденным участком и соседним невозбужденным вновь возникает разность потенциалов, что приводит к возникновению круговых токов. Возбуждение постепенно охватывает соседние участки осевого цилиндра и так распространяется до конца аксона.

В миелиновых волокнах благодаря совершенству метаболизма возбуждение проходит, не затухая, без декремента. За счет большого радиуса нервного волокна, обусловленного миелиновой оболочкой, электрический ток может входить и выходить из волокна только в области перехвата. При нанесении раздражения возникает деполяризация в области перехвата А, соседний перехват В в это время поляризован. Между перехватами возникает разность потенциалов, и появляются круговые токи. За счет круговых токов возбуждаются другие перехваты, при этом возбуждение распространяется скачкообразно от одного перехвата к другому. Скачкообразный способ распространения возбуждения экономичен, и скорость распространения возбуждения гораздо выше (70—120 м/с), чем по безмиелиновым нервным волокнам (0,5–2 м/с).

Существует три закона проведения раздражения по нервному волокну.

Закон анатомо-физиологической целостности.

Проведение импульсов по нервному волокну возможно лишь в том случае, если не нарушена его целостность. При нарушении физиологических свойств нервного волокна путем охлаждения, применения различных наркотических средств, сдавливания, а также порезами и повреждениями анатомической целостности проведение нервного импульса по нему будет невозможно.

Закон изолированного проведения возбуждения.

Существует ряд особенностей распространения возбуждения в периферических, мягкотных и безмякотных нервных волокнах.

В периферических нервных волокнах возбуждение передается только вдоль нервного волокна, но не передается на соседние, которые находятся в одном и том же нервном стволе.

В мягкотных нервных волокнах роль изолятора выполняет миелиновая оболочка. За счет миелина увеличивается удельное сопротивление и происходит уменьшение электрической емкости оболочки.

В безмякотных нервных волокнах возбуждение передается изолированно. Это объясняется тем, что сопротивление жидкости, которая заполняет межклеточные щели, значительно ниже сопротивления мембраны нервных волокон. Поэтому ток, возникающий между

деполяризованным участком и неполяризованным, проходит по межклеточным щелям и не заходит при этом в соседние нервные волокна.

Закон двустороннего проведения возбуждения.

Нервное волокно проводит нервные импульсы в двух направлениях – центроостремительно и центробежно.

В живом организме возбуждение проводится только в одном направлении. Двусторонняя проводимость нервного волокна ограничена в организме местом возникновения импульса и клапанным свойством синапсов, которое заключается в возможности проведения возбуждения только в одном направлении.

ЛЕКЦИЯ № 4. Физиология мышц

1. Физические и физиологические свойства скелетных, сердечной и гладких мышц

По морфологическим признакам выделяют три группы мышц:

- 1) поперечно-полосатые мышцы (скелетные мышцы);
- 2) гладкие мышцы;
- 3) сердечную мышцу (или миокард).

Функции поперечно-полосатых мышц:

- 1) двигательная (динамическая и статическая);
- 2) обеспечения дыхания;
- 3) мимическая;
- 4) рецепторная;
- 5) депонирующая;
- 6) терморегуляторная.

Функции гладких мышц:

- 1) поддержание давления в полых органах;
- 2) регуляция давления в кровеносных сосудах;
- 3) опорожнение полых органов и продвижение их содержимого.

Функция сердечной мышцы – насосная, обеспечение движения крови по сосудам.

Физиологические свойства скелетных мышц:

- 1) возбудимость (ниже, чем в нервном волокне, что объясняется низкой величиной мембранного потенциала);
- 2) низкая проводимость, порядка 10–13 м/с;
- 3) рефрактерность (занимает по времени больший отрезок, чем у нервного волокна);
- 4) лабильность;
- 5) сократимость (способность укорачиваться или развивать напряжение).

Различают два вида сокращения:

- а) изотоническое сокращение (изменяется длина, тонус не меняется);
- б) изометрическое сокращение (изменяется тонус без изменения длины волокна). Различают одиночные и тетанические сокращения. Одиночные сокращения возникают при действии одиночного раздражения, а тетанические возникают в ответ на серию нервных импульсов;

- 6) эластичность (способность развивать напряжение при растягивании).

Физиологические особенности гладких мышц.

Гладкие мышцы имеют те же физиологические свойства, что и скелетные мышцы, но имеют и свои особенности:

- 1) нестабильный мембранный потенциал, который поддерживает мышцы в состоянии постоянного частичного сокращения – тонуса;
- 2) самопроизвольную автоматическую активность;
- 3) сокращение в ответ на растяжение;
- 4) пластичность (уменьшение растяжения при увеличении растяжения);
- 5) высокую чувствительность к химическим веществам.

Физиологической особенностью сердечной мышцы является ее **автоматизм**. Возбуждение возникает периодически под влиянием процессов, протекающих в самой мышце.

Способностью к автоматизму обладают определенные атипические мышечные участки миокарда, бедные миофибриллами и богатые саркоплазмой.

2. Механизмы мышечного сокращения

Электрохимический этап мышечного сокращения.

1. Генерация потенциала действия. Передача возбуждения на мышечное волокно происходит с помощью ацетилхолина. Взаимодействие ацетилхолина (АХ) с холинорецепторами приводит к их активации и появлению потенциала действия, что является первым этапом мышечного сокращения.

2. Распространение потенциала действия. Потенциал действия распространяется внутри мышечного волокна по поперечной системе трубочек, которая является связывающим звеном между поверхностной мембраной и сократительным аппаратом мышечного волокна.

3. Электрическая стимуляция места контакта приводит к активации фермента и образованию инозиттрифосфата, который активирует кальциевые каналы мембран, что приводит к выходу ионов Са и повышению их внутриклеточной концентрации.

Хемомеханический этап мышечного сокращения.

Теория хемомеханического этапа мышечного сокращения была разработана О. Хаксли в 1954 г. и дополнена в 1963 г. М. Девисом. Основные положения этой теории:

- 1) ионы Са запускают механизм мышечного сокращения;
- 2) за счет ионов Са происходит скольжение тонких актиновых нитей по отношению к миозиновым.

В покое, когда ионов Са мало, скольжения не происходит, потому что этому препятствуют молекулы тропонина и отрицательно заряды АТФ, АТФ-азы и АДФ. Повышенная концентрация ионов Са происходит за счет поступления его из межфибриллярного пространства. При этом происходит ряд реакций с участием ионов Са:

- 1) Ca^{2+} реагирует с трипонином;
- 2) Ca^{2+} активирует АТФ-азу;
- 3) Ca^{2+} снимает заряды с АДФ, АТФ, АТФ-азы.

Взаимодействие ионов Са с тропонином приводит к изменению расположения последнего на актиновой нити, открываются активные центры тонкой протофибриллы. За счет них формируются поперечные мостики между актином и миозином, которые перемещают актиновую нить в промежутки между миозиновой нитью. При перемещении актиновой нити относительно миозиновой происходит сокращение мышечной ткани.

Итак, главную роль в механизме мышечного сокращения играют белок тропонин, который закрывает активные центры тонкой протофибриллы и ионы Са.

ЛЕКЦИЯ № 5. Физиология синапсов

1. Физиологические свойства синапсов, их классификация

Синапс – это структурно-функциональное образование, обеспечивающее переход возбуждения или торможения с окончания нервного волокна на иннервируемую клетку.

Структура синапса:

- 1) пресинаптическая мембрана (электрогенная мембрана в терминале аксона, образует синапс на мышечной клетке);
- 2) постсинаптическая мембрана (электрогенная мембрана иннервируемой клетки, на которой образован синапс);
- 3) синаптическая щель (пространство между пресинаптической и постсинаптической мембраной, заполнена жидкостью, которая по составу напоминает плазму крови).

Существует несколько классификаций синапсов.

1. По локализации:

- 1) центральные синапсы;
- 2) периферические синапсы.

Центральные синапсы лежат в пределах центральной нервной системы, а также находятся в ганглиях вегетативной нервной системы. Центральные синапсы – это контакты между двумя нервными клетками, причем эти контакты неоднородны и в зависимости от того, на какой структуре первый нейрон образует синапс со вторым нейроном, различают:

- 1) аксосоматический, образованный аксоном одного нейрона и телом другого нейрона;
- 2) аксодендритный, образованный аксоном одного нейрона и дендритом другого;
- 3) аксоаксональный (аксон первого нейрона образует синапс на аксоне второго нейрона);
- 4) дендродендритный (дендрит первого нейрона образует синапс на дендрите второго нейрона).

Различают несколько видов периферических синапсов:

- 1) мионевральный (нервно-мышечный), образованный аксоном мотонейрона и мышечной клеткой;
- 2) нервно-эпителиальный, образованный аксоном нейрона и секреторной клеткой.

2. Функциональная классификация синапсов:

- 1) возбуждающие синапсы;
- 2) тормозящие синапсы.

3. По механизму передачи возбуждения в синапсах:

- 1) химические;
- 2) электрические.

Особенность химических синапсов заключается в том, что передача возбуждения осуществляется при помощи особой группы химических веществ – медиаторов.

Различают несколько видов химических синапсов:

- 1) холинэргические. В них происходит передача возбуждения при помощи ацетилхолина;
- 2) адренэргические. В них происходит передача возбуждения при помощи трех катехоламинов;

3) дофаминэргические. В них происходит передача возбуждения при помощи дофамина;

4) гистаминэргические. В них происходит передача возбуждения при помощи гистамина;

5) ГАМКэргические. В них происходит передача возбуждения при помощи гаммааминомасляной кислоты, т. е. развивается процесс торможения.

Особенность электрических синапсов заключается в том, что передача возбуждения осуществляется при помощи электрического тока. Таких синапсов в организме обнаружено мало.

Синапсы имеют ряд физиологических свойств:

1) клапанное свойство синапсов, т. е. способность передавать возбуждение только в одном направлении с пресинаптической мембраны на постсинаптическую;

2) свойство синаптической задержки, связанное с тем, что скорость передачи возбуждения снижается;

3) свойство потенциации (каждый последующий импульс будет проводиться с меньшей постсинаптической задержкой). Это связано с тем, что на пресинаптической и постсинаптической мембране остается медиатор от проведения предыдущего импульса;

4) низкая лабильность синапса (100–150 импульсов в секунду).

2. Механизмы передачи возбуждения в синапсах на примере мионеврального синапса

Мионевральный (нервно-мышечный) синапс – образован аксоном мотонейрона и мышечной клеткой.

Нервный импульс возникает в триггерной зоне нейрона, по аксону направляется к иннервируемой мышце, достигает терминали аксона и при этом деполяризует пресинаптическую мембрану. После этого открываются натриевые и кальциевые каналы, и ионы Ca из среды, окружающей синапс, входят внутрь терминали аксона. При этом процессе броуновское движение везикул упорядочивается по направлению к пресинаптической мембране. Ионы Ca стимулируют движение везикул. Достигая пресинаптическую мембрану, везикулы разрываются, и освобождается ацетилхолин (4 иона Ca высвобождают 1 квант ацетилхолина). Синаптическая щель заполнена жидкостью, которая по составу напоминает плазму крови, через нее происходит диффузия АХ с пресинаптической мембраны на постсинаптическую, но ее скорость очень мала. Кроме того, диффузия возможна еще и по фиброзным нитям, которые находятся в синаптической щели. После диффузии АХ начинает взаимодействовать с хеморецепторами (ХР) и холинэстеразой (ХЭ), которые находятся на постсинаптической мембране.

Холинорецептор выполняет рецепторную функцию, а холинэстераза выполняет ферментативную функцию. На постсинаптической мембране они расположены следующим образом:



$\text{ХР} + \text{АХ} = \text{МПКП}$ – миниатюрные потенциалы концевой пластины.

Затем происходит суммация МПКП. В результате суммации образуется ВПСП – **возбуждающий постсинаптический потенциал**. Постсинаптическая мембрана за счет ВПСП заряжается отрицательно, а на участке, где нет синапса (мышечного волокна), заряд положительный. Возникает разность потенциалов, образуется потенциал действия, который перемещается по проводящей системе мышечного волокна.

$\text{ХЭ} + \text{АХ} =$ разрушение АХ до холина и уксусной кислоты.

В состоянии относительного физиологического покоя синапс находится в **фоновой биоэлектрической активности**. Ее значение заключается в том, что она повышает готовность синапса к проведению нервного импульса. В состоянии покоя 1–2 пузырька в терминале аксона могут случайно подойти к пресинаптической мембране, в результате чего вступят с ней в контакт. Везикула при контакте с пресинаптической мембраной лопается, и ее содержимое в виде 1 кванта АХ поступает в синаптическую щель, попадая при этом на постсинаптическую мембрану, где будет образовываться МПКП.

3. Физиология медиаторов. Классификация и характеристика

Медиатор — это группа химических веществ, которая принимает участие в передаче возбуждения или торможения в химических синапсах с пресинаптической на постсинаптическую мембрану.

Критерии, по которым вещество относят к группе медиаторов:

- 1) вещество должно выделяться на пресинаптической мембране, терминали аксона;
- 2) в структурах синапса должны существовать ферменты, которые способствуют синтезу и распаду медиатора, а также должны быть рецепторы на постсинаптической мембране, которые взаимодействуют с медиатором;
- 3) вещество, претендующее на роль медиатора, должно при очень низкой своей концентрации передавать возбуждение с пресинаптической мембраны на постсинаптическую мембрану. Классификация медиаторов:

- 1) химическая, основанная на структуре медиатора;
- 2) функциональная, основанная на функции медиатора.

Химическая классификация.

1. Сложные эфиры — ацетилхолин (АХ).
2. Биогенные амины:
 - 1) катехоламины (дофамин, норадреналин (НА), адреналин (А));
 - 2) серотонин;
 - 3) гистамин.
3. Аминокислоты:
 - 1) гаммааминомасляная кислота (ГАМК);
 - 2) глутаминовая кислота;
 - 3) глицин;
 - 4) аргинин.
4. Пептиды:
 - 1) опиоидные пептиды:
 - а) метэнкефалин;
 - б) энкефалины;
 - в) лейэнкефалины;
 - 2) вещество «Р»;
 - 3) вазоактивный интестинальный пептид;
 - 4) соматостатин.
5. Пуриновые соединения: АТФ.
6. Вещества с минимальной молекулярной массой:
 - 1) NO;
 - 2) CO.

Функциональная классификация.

1. Возбуждающие медиаторы, вызывающие деполяризацию постсинаптической мембраны и образование возбуждающего постсинаптического потенциала:

- 1) АХ;
- 2) глутаминовая кислота;
- 3) аспарагиновая кислота.

2. Тормозящие медиаторы, вызывающие гиперполяризацию постсинаптической мембраны, после чего возникает тормозной постсинаптический потенциал, который генерирует процесс торможения:

- 1) ГАМК;
- 2) глицин;
- 3) вещество «Р»;
- 4) дофамин;
- 5) серотонин;
- 6) АТФ.

Норадреналин, изонорадреналин, адреналин, гистамин являются как тормозными, так и возбуждающими.

АХ (ацетилхолин) является самым распространенным медиатором в ЦНС и в периферической нервной системе. Содержание АХ в различных структурах нервной системы неодинаково. С филогенетической точки зрения в более древних структурах нервной системы концентрация ацетилхолина выше, чем в молодых. АХ находится в тканях в двух состояниях: связан с белками или находится в свободном состоянии (активный медиатор находится только в этом состоянии).

АХ образуется из аминокислоты холин и ацетил-коэнзима А.

Медиаторами в адренэргических синапсах являются норадреналин, изонорадреналин, адреналин. Образование катехоламинов идет в везикулах терминали аксона, источником является аминокислота: фенилаланин (ФА).

ЛЕКЦИЯ № 6. Физиология центральной нервной системы

1. Основные принципы функционирования ЦНС. Строение, функции, методы изучения ЦНС

Основным принципом функционирования ЦНС является процесс регуляции, управления физиологическими функциями, которые направлены на поддержание постоянства свойств и состава внутренней среды организма. ЦНС обеспечивает оптимальные взаимоотношения организма с окружающей средой, устойчивость, целостность, оптимальный уровень жизнедеятельности организма.

Различают два основных вида регуляции: гуморальный и нервный.

Гуморальный процесс управления предусматривает изменение физиологической активности организма под влиянием химических веществ, которые доставляются жидкими средами организма. Источником передачи информации являются химические вещества – утилизаторы, продукты метаболизма (углекислый газ, глюкоза, жирные кислоты), информоны, гормоны желез внутренней секреции, местные или тканевые гормоны.

Нервный процесс регуляции предусматривает управление изменения физиологических функций по нервным волокнам при помощи потенциала возбуждения под влиянием передачи информации.

Характерные особенности:

- 1) является более поздним продуктом эволюции;
- 2) обеспечивает быструю регуляцию;
- 3) имеет точного адресата воздействия;
- 4) осуществляет экономичный способ регуляции;
- 5) обеспечивает высокую надежность передачи информации.

В организме нервный и гуморальный механизмы работают как единая система нейрогуморального управления. Это комбинированная форма, где одновременно используются два механизма управления, они взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Нервная система представляет собой совокупность нервных клеток, или нейронов.

По локализации различают:

- 1) центральный отдел – головной и спинной мозг;
- 2) периферический – отростки нервных клеток головного и спинного мозга.

По функциональным особенностям различают:

- 1) соматический отдел, регулирующий двигательную активность;
- 2) вегетативный, регулирующий деятельность внутренних органов, желез внутренней секреции, сосудов, трофическую иннервацию мышц и самой ЦНС.

Функции нервной системы:

- 1) интегративно-координационная функция. Обеспечивает функции различных органов и физиологических систем, согласует их деятельность между собой;
- 2) обеспечение тесных связей организма человека с окружающей средой на биологическом и социальном уровнях;
- 3) регуляция уровня обменных процессов в различных органах и тканях, а также в самой себе;
- 4) обеспечение психической деятельности высшими отделами ЦНС.

2. Нейрон. Особенности строения, значение, виды

Структурной и функциональной единицей нервной ткани является нервная клетка – **нейрон**.

Нейрон – специализированная клетка, которая способна принимать, кодировать, передавать и хранить информацию, устанавливать контакты с другими нейронами, организовывать ответную реакцию организма на раздражение.

Функционально в нейроне выделяют:

- 1) воспринимающую часть (дендриты и мембрану сомы нейрона);
- 2) интегративную часть (сому с аксоновым холмиком);
- 3) передающую часть (аксонный холмик с аксоном).

Воспринимающая часть.

Дендриты – основное воспринимающее поле нейрона. Мембрана дендрита способна реагировать на медиаторы. Нейрон имеет несколько ветвящихся дендритов. Это объясняется тем, что нейрон как информационное образование должен иметь большое количество входов. Через специализированные контакты информация поступает от одного нейрона к другому. Эти контакты называются «шипики».

Мембрана сомы нейрона имеет толщину 6 нм и состоит из двух слоев липидных молекул. Гидрофильные концы этих молекул обращены в сторону водной фазы: один слой молекул обращен внутрь, другой – наружу. Гидрофильные концы повернуты друг к другу – внутрь мембраны. В двойной липидный слой мембраны встроены белки, которые выполняют несколько функций:

- 1) белки-насосы – перемещают в клетке ионы и молекулы против градиента концентрации;
- 2) белки, встроенные в каналы, обеспечивают избирательную проницаемость мембраны;
- 3) рецепторные белки осуществляют распознавание нужных молекул и их фиксацию на мембране;
- 4) ферменты облегчают протекание химической реакции на поверхности нейрона.

В некоторых случаях один и тот же белок может выполнять функции как рецептора, фермента, так и насоса.

Интегративная часть.

Аксоновый холмик – место выхода аксона из нейрона.

Сома нейрона (тело нейрона) выполняет наряду с информационной и трофическую функцию относительно своих отростков и синапсов. Сомы обеспечивают рост дендритов и аксонов. Сомы нейрона заключены в многослойную мембрану, которая обеспечивает формирование и распространение электротонического потенциала к аксонному холмику.

Передающая часть.

Аксон – вырост цитоплазмы, приспособленный для проведения информации, которая собирается дендритами и перерабатывается в нейроне. Аксон дендритной клетки имеет постоянный диаметр и покрыт миелиновой оболочкой, которая образована из глии, у аксона разветвленные окончания, в которых находятся митохондрии и секреторные образования.

Функции нейронов:

- 1) генерализация нервного импульса;
- 2) получение, хранение и передача информации;
- 3) способность суммировать возбуждающие и тормозящие сигналы (интегративная функция).

Виды нейронов:

- 1) по локализации:
 - а) центральные (головной и спинной мозг);
 - б) периферические (мозговые ганглии, черепные нервы);
- 2) в зависимости от функции:
 - а) афферентные (чувствительные), несущие информацию от рецепторов в ЦНС;
 - б) вставочные (коннекторные), в элементарном случае обеспечивающие связь между афферентным и эфферентным нейронами;
 - в) эфферентные:
 - двигательные – передние рога спинного мозга;
 - секреторные – боковые рога спинного мозга;
- 3) в зависимости от функций:
 - а) возбуждающие;
 - б) тормозящие;
- 4) в зависимости от биохимических особенностей, от природы медиатора;
- 5) в зависимости от качества раздражителя, который воспринимается нейроном:
 - а) мономодальный;
 - б) полимодальные.

3. Рефлекторная дуга, ее компоненты, виды, функции

Деятельность организма – закономерная рефлекторная реакция на стимул. **Рефлекс** – реакция организма на раздражение рецепторов, которая осуществляется с участием ЦНС. Структурной основой рефлекса является рефлекторная дуга.

Рефлекторная дуга – последовательно соединенная цепочка нервных клеток, которая обеспечивает осуществление реакции, ответа на раздражение.

Рефлекторная дуга состоит из шести компонентов: рецепторов, афферентного (чувствительного) пути, рефлекторного центра, эфферентного (двигательного, секреторного) пути, эффектора (рабочего органа), обратной связи.

Рефлекторные дуги могут быть двух видов:

1) простые – моносинаптические рефлекторные дуги (рефлекторная дуга сухожильного рефлекса), состоящие из 2 нейронов (рецепторного (афферентного) и эффекторного), между ними имеется 1 синапс;

2) сложные – полисинаптические рефлекторные дуги. В их состав входят 3 нейрона (их может быть и больше) – рецепторный, один или несколько вставочных и эффекторный.

Представление о рефлекторной дуге как о целесообразном ответе организма диктует необходимость дополнить рефлекторную дугу еще одним звеном – петлей обратной связи. Этот компонент устанавливает связь между реализованным результатом рефлекторной реакции и нервным центром, который выдает исполнительные команды. При помощи этого компонента происходит трансформация открытой рефлекторной дуги в закрытую.

Особенности простой моносинаптической рефлекторной дуги:

- 1) территориально сближенные рецептор и эффектор;
- 2) рефлекторная дуга двухнейронная, моносинаптическая;
- 3) нервные волокна группы А α (70—120 м/с);
- 4) короткое время рефлекса;
- 5) мышцы, сокращающиеся по типу одиночного мышечного сокращения.

Особенности сложной моносинаптической рефлекторной дуги:

- 1) территориально разобщенные рецептор и эффектор;
- 2) рецепторная дуга трехнейронная (может быть и больше нейронов);
- 3) наличие нервных волокон группы С и В;
- 4) сокращение мышц по типу тетануса.

Особенности вегетативного рефлекса:

1) вставочный нейрон находится в боковых рогах;

2) от боковых рогов начинается преганглионарный нервный путь, после ганглия – постганглионарный;

3) эфферентный путь рефлекса вегетативной нервной дуги прерывается вегетативным ганглием, в котором лежит эфферентный нейрон.

Отличие симпатической нервной дуги от парасимпатической: у симпатической нервной дуги преганглионарный путь короткий, так как вегетативный ганглий лежит ближе к спинному мозгу, а постганглионарный путь длинный.

У парасимпатической дуги все наоборот: преганглионарный путь длинный, так как ганглий лежит близко к органу или в самом органе, а постганглионарный путь короткий.

4. Функциональные системы организма

Функциональная система – временное функциональное объединение нервных центров различных органов и систем организма для достижения конечного полезного результата.

Полезный результат – самообразующий фактор нервной системы. Результат действия представляет собой жизненно важный адаптивный показатель, который необходим для нормального функционирования организма.

Существует несколько групп конечных полезных результатов:

- 1) метаболическая – следствие обменных процессов на молекулярном уровне, которые создают необходимые для жизни вещества и конечные продукты;
- 2) гомеостатическая – постоянство показателей состояния и состава сред организма;
- 3) поведенческая – результат биологической потребности (половой, пищевой, питьевой);
- 4) социальная – удовлетворение социальных и духовных потребностей.

В состав функциональной системы включаются различные органы и системы, каждый из которых принимает активное участие в достижении полезного результата.

Функциональная система, по П. К. Анохину, включает в себя пять основных компонентов:

- 1) полезный приспособительный результат – то, ради чего создается функциональная система;
- 2) аппарат контроля (акцептор результата) – группу нервных клеток, в которых формируется модель будущего результата;
- 3) обратную афферентацию (поставляет информацию от рецептора в центральное звено функциональной системы) – вторичные афферентные нервные импульсы, которые идут в акцептор результата действия для оценки конечного результата;
- 4) аппарат управления (центральное звено) – функциональное объединение нервных центров с эндокринной системой;
- 5) исполнительные компоненты (аппарат реакции) – это органы и физиологические системы организма (вегетативная, эндокринные, соматические). Состоит из четырех компонентов:
 - а) внутренних органов;
 - б) желез внутренней секреции;
 - в) скелетных мышц;
 - г) поведенческих реакций.

Свойства функциональной системы:

- 1) динамичность. В функциональную систему могут включаться дополнительные органы и системы, что зависит от сложности сложившейся ситуации;
- 2) способность к саморегуляции. При отклонении регулируемой величины или конечного полезного результата от оптимальной величины происходит ряд реакций самопроизвольного комплекса, что возвращает показатели на оптимальный уровень. Саморегуляция осуществляется при наличии обратной связи.

В организме работает одновременно несколько функциональных систем. Они находятся в непрерывном взаимодействии, которое подчиняется определенным принципам:

- 1) принципу системы генеза. Происходят избирательное созревание и эволюция функциональных систем (функциональные системы кровообращения, дыхания, питания, созревают и развиваются раньше других);

2) принципу многосвязного взаимодействия. Происходит обобщение деятельности различных функциональных систем, направленное на достижение многокомпонентного результата (параметры гомеостаза);

3) принципу иерархии. Функциональные системы выстраиваются в определенный ряд в соответствии со своей значимостью (функциональная система целостности ткани, функциональная система питания, функциональная система воспроизведения и т. д.);

4) принципу последовательного динамического взаимодействия. Осуществляется четкая последовательность смены деятельности одной функциональной системы другой.

5. Координационная деятельность ЦНС

Координационная деятельность (КД) ЦНС представляет собой согласованную работу нейронов ЦНС, основанную на взаимодействии нейронов между собой.

Функции КД:

- 1) обеспечивает четкое выполнение определенных функций, рефлексов;
- 2) обеспечивает последовательное включение в работу различных нервных центров для обеспечения сложных форм деятельности;
- 3) обеспечивает согласованную работу различных нервных центров (при акте глотания в момент глотания задерживается дыхание, при возбуждении центра глотания тормозится центр дыхания).

Основные принципы КД ЦНС и их нейронные механизмы.

1. Принцип иррадиации (распространения). При возбуждении небольших групп нейронов возбуждение распространяется на значительное количество нейронов. Иррадиация объясняется:

- 1) наличием ветвистых окончаний аксонов и дендритов, за счет разветвлений импульсы распространяются на большое количество нейронов;
- 2) наличием вставочных нейронов в ЦНС, которые обеспечивают передачу импульсов от клетки к клетке. Иррадиация имеет границы, которая обеспечивается тормозным нейроном.

2. Принцип конвергенции. При возбуждении большого количества нейронов возбуждение может сходиться к одной группе нервных клеток.

3. Принцип реципрокности – согласованная работа нервных центров, особенно у противоположных рефлексов (сгибание, разгибание и т. д.).

4. Принцип доминанты. **Доминанта** – господствующий очаг возбуждения в ЦНС в данный момент. Это очаг стойкого, неколеблющегося, нераспространяющегося возбуждения. Он имеет определенные свойства: подавляет активность других нервных центров, имеет повышенную возбудимость, притягивает нервные импульсы из других очагов, суммирует нервные импульсы. Очаги доминанты бывают двух видов: экзогенного происхождения (вызванные факторами внешней среды) и эндогенными (вызванные факторами внутренней среды). Доминанта лежит в основе формирования условного рефлекса.

5. Принцип обратной связи. Обратная связь – поток импульсов в нервную систему, который информирует ЦНС о том, как осуществляется ответная реакция, достаточна она или нет. Различают два вида обратной связи:

- 1) положительная обратная связь, вызывающая усиление ответной реакции со стороны нервной системы. Лежит в основе порочного круга, который приводит к развитию заболеваний;
- 2) отрицательная обратная связь, снижающая активность нейронов ЦНС и ответную реакцию. Лежит в основе саморегуляции.

6. Принцип субординации. В ЦНС существует определенная подчиненность отделов друг другу, высшим отделом является кора головного мозга.

7. Принцип взаимодействия процессов возбуждения и торможения. ЦНС координирует процессы возбуждения и торможения:

оба процесса способны к конвергенции, процесс возбуждения и в меньшей степени торможения способны к иррадиации. Торможение и возбуждение связаны индукционными взаимоотношениями. Процесс возбуждения индуцирует торможение, и наоборот. Различаются два вида индукции:

1) последовательная. Процесс возбуждения и торможения сменяют друг друга по времени;

2) взаимная. Одновременно существует два процесса – возбуждения и торможения. Взаимная индукция осуществляется путем положительной и отрицательной взаимной индукции: если в группе нейронов возникает торможение, то вокруг него возникают очаги возбуждения (положительная взаимная индукция), и наоборот.

По определению И. П. Павлова, возбуждение и торможение – это две стороны одного и того же процесса. Координационная деятельность ЦНС обеспечивает четкое взаимодействие между отдельными нервными клетками и отдельными группами нервных клеток. Выделяют три уровня интеграции.

Первый уровень обеспечивается за счет того, что на теле одного нейрона могут сходиться импульсы от разных нейронов, в результате происходит или суммирование, или снижение возбуждения.

Второй уровень обеспечивает взаимодействиями между отдельными группами клеток.

Третий уровень обеспечивается клетками коры головного мозга, которые способствуют более совершенному уровню приспособления деятельности ЦНС к потребностям организма.

6. Виды торможения, взаимодействие процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Опыт И. М. Сеченова

Торможение – активный процесс, возникающий при действии раздражителей на ткань, проявляется в подавлении другого возбуждения, функционального отправления ткани нет.

Торможение может развиваться только в форме локального ответа.

Выделяют два типа торможения:

1) первичное. Для его возникновения необходимо наличие специальных тормозных нейронов. Торможение возникает первично без предшествующего возбуждения под воздействием тормозного медиатора. Различают два вида первичного торможения:

- а) пресинаптическое в аксо-аксональном синапсе;
- б) постсинаптическое в аксодендрическом синапсе.

2) вторичное. Не требует специальных тормозных структур, возникает в результате изменения функциональной активности обычных возбудимых структур, всегда связано с процессом возбуждения. Виды вторичного торможения:

- а) запредельное, возникающее при большом потоке информации, поступающей в клетку. Поток информации лежит за пределами работоспособности нейрона;
- б) пессимальное, возникающее при высокой частоте раздражения;
- в) парабииотическое, возникающее при сильно и длительно действующем раздражении;
- г) торможение вслед за возбуждением, возникающее вследствие снижения функционального состояния нейронов после возбуждения;
- д) торможение по принципу отрицательной индукции;
- е) торможение условных рефлексов.

Процессы возбуждения и торможения тесно связаны между собой, протекают одновременно и являются различными проявлениями единого процесса. Очаги возбуждения и торможения подвижны, охватывают большие или меньшие области нейронных популяций и могут быть более или менее выраженными. Возбуждение непременно сменяется торможением, и наоборот, т. е. между торможением и возбуждением существуют индукционные отношения.

Торможение лежит в основе координации движений, обеспечивает защиту центральных нейронов от перевозбуждения. Торможение в ЦНС может возникать при одновременном поступлении в спинной мозг нервных импульсов различной силы с нескольких раздражителей. Более сильное раздражение тормозит рефлексы, которые должны были наступать в ответ на более слабые.

В 1862 г. И. М. Сеченов открыл явление центрального торможения. Он доказал в своем опыте, что раздражение кристалликом хлорида натрия зрительных бугров лягушки (большие полушария головного мозга удалены) вызывает торможение рефлексов спинного мозга. После устранения раздражителя рефлекторная деятельность спинного мозга восстанавливалась. Результат этого опыта позволил И. М. Сеченову сделать заключение, что в ЦНС наряду с процессом возбуждения развивается процесс торможения, который способен угнетать рефлекторные акты организма. Н. Е. Введенский высказал предположение, что в основе явления торможения лежит принцип отрицательной индукции: более возбудимый участок в ЦНС тормозит активность менее возбудимых участков.

Современная трактовка опыта И. М. Сеченова (И. М. Сеченов раздражал ретикулярную формацию ствола мозга): возбуждение ретикулярной формации повышает активность

тормозных нейронов спинного мозга – клеток Реншоу, что приводит к торможению α -мотонейронов спинного мозга и угнетает рефлекторную деятельность спинного мозга.

7. Методы изучения ЦНС

Существуют два большие группы методов изучения ЦНС:

- 1) экспериментальный метод, который проводится на животных;
- 2) клинический метод, который применим к человеку.

К числу **экспериментальных методов** классической физиологии относятся методы, направленные на активацию или подавление изучаемого нервного образования. К ним относятся:

- 1) метод поперечной перерезки ЦНС на различных уровнях;
- 2) метод экстирпации (удаления различных отделов, денервации органа);
- 3) метод раздражения путем активирования (адекватное раздражение – раздражение электрическим импульсом, схожим с нервным; неадекватное раздражение – раздражение химическими соединениями, градуируемое раздражение электрическим током) или подавления (блокирования передачи возбуждения под действием холода, химических агентов, постоянного тока);
- 4) наблюдение (один из старейших, не утративших своего значения метод изучения функционирования ЦНС. Он может быть использован самостоятельно, чаще используется в сочетании с другими методами).

Экспериментальные методы при проведении опыта часто сочетаются друг с другом.

Клинический метод направлен на изучение физиологического состояния ЦНС у человека. Он включает в себя следующие методы:

- 1) наблюдение;
- 2) метод регистрации и анализа электрических потенциалов головного мозга (электро-, пневмо-, магнитоэнцефалография);
- 3) метод радиоизотопов (исследует нейрогуморальные регуляторные системы);
- 4) условно-рефлекторный метод (изучает функции коры головного мозга в механизме обучения, развития адаптационного поведения);
- 5) метод анкетирования (оценивает интегративные функции коры головного мозга);
- 6) метод моделирования (математического моделирования, физического и т. д.). Моделью является искусственно созданный механизм, который имеет определенное функциональное подобие с исследуемым механизмом организма человека;
- 7) кибернетический метод (изучает процессы управления и связи в нервной системе). Направлен на изучение организации (системных свойств нервной системы на различных уровнях), управления (отбора и реализации воздействий, необходимых для обеспечения работы органа или системы), информационной деятельности (способности воспринимать и перерабатывать информацию – импульс в целях приспособления организма к изменениям окружающей среды).

ЛЕКЦИЯ № 7. Физиология различных разделов ЦНС

1. Физиология спинного мозга

Спинной мозг – наиболее древнее образование ЦНС. Характерная особенность строения – **сегментарность**.

Нейроны спинного мозга образуют его **серое вещество** в виде передних и задних рогов. Они выполняют рефлекторную функцию спинного мозга.

Задние рога содержат нейроны (интернейроны), которые передают импульсы в вышележащие центры, в симметричные структуры противоположной стороны, к передним рогам спинного мозга. Задние рога содержат афферентные нейроны, которые реагируют на болевые, температурные, тактильные, вибрационные, проприоцептивные раздражения.

Передние рога содержат нейроны (мотонейроны), дающие аксоны к мышцам, они являются эфферентными. Все нисходящие пути ЦНС двигательных реакций заканчиваются в передних рогах.

В боковых рогах шейных и двух поясничных сегментов располагаются нейроны симпатического отдела вегетативной нервной системы, во втором—четвертом сегментах – парасимпатического.

В составе спинного мозга имеется множество вставочных нейронов, которые обеспечивают связь с сегментами и с вышележащими отделами ЦНС, на их долю приходится 97 % от общего числа нейронов спинного мозга. В их состав входят ассоциативные нейроны – нейроны собственного аппарата спинного мозга, они устанавливают связи внутри и между сегментами.

Белое вещество спинного мозга образовано миелиновыми волокнами (короткими и длинными) и выполняет проводниковую роль.

Короткие волокна связывают нейроны одного или разных сегментов спинного мозга.

Длинные волокна (проекторные) образуют проводящие пути спинного мозга. Они формируют восходящие пути, идущие к головному мозгу, и нисходящие пути, идущие от головного мозга.

Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции.

Рефлекторная функция позволяет реализовать все двигательные рефлексы тела, рефлексы внутренних органов, терморегуляции и т. д. Рефлекторные реакции зависят от места, силы раздражителя, площади рефлексогенной зоны, скорости проведения импульса по волокнам, от влияния головного мозга.

Рефлексы делятся на:

1) экстероцептивные (возникают при раздражении агентами внешней среды сенсорных раздражителей);

2) интероцептивные (возникают при раздражении прессо-, механо-, хемо-, терморецепторов): висцеро-висцеральные – рефлексы с одного внутреннего органа на другой, висцеро-мышечные – рефлексы с внутренних органов на скелетную мускулатуру;

3) проприоцептивные (собственные) рефлексы с самой мышцы и связанных с ней образований. Они имеют моносинаптическую рефлекторную дугу. Проприоцептивные рефлексы регулируют двигательную активность за счет сухожильных и позотонических рефлексов. Сухожильные рефлексы (коленный, ахиллов, с трехглавой мышцы плеча и т. д.) возникают

при растяжении мышц и вызывают расслабление или сокращение мышцы, возникают при каждом мышечном движении;

4) позотонические рефлексy (возникают при возбуждении вестибулярных рецепторов при изменении скорости движения и положения головы по отношению к туловищу, что приводит к перераспределению тонуса мышц (повышению тонуса разгибателей и уменьшению сгибателей) и обеспечивает равновесие тела).

Исследование проприоцептивных рефлексов производится для определения возбудимости и степени поражения ЦНС.

Проводниковая функция обеспечивает связь нейронов спинного мозга друг с другом или с вышележащими отделами ЦНС.

2. Физиология заднего и среднего мозга

Структурные образования заднего мозга.

1. V–XII пара черепных нервов.
2. Вестибулярные ядра.
3. Ядра ретикулярной формации.

Основные функции заднего мозга проводниковая и рефлекторная.

Через задний мозг проходят нисходящие пути (кортикоспинальный и экстрапирамидный), восходящие – ретикуло– и вестибулоспинальный, отвечающие за перераспределение мышечного тонуса и поддержание позы тела.

Рефлекторная функция обеспечивает:

- 1) защитные рефлексы (слезотечение, мигание, кашель, рвоту, чиханье);
- 2) центр речи обеспечивает рефлексы голосообразования, ядра X, XII, VII черепно-мозговых нервов, дыхательный центр регулируют поток воздуха, кора больших полушарий – центр речи;
- 3) рефлексы поддержания позы (лабиринтные рефлексы). Статические рефлексы поддерживают тонус мышц для сохранения позы тела, статокINETические перераспределяют тонус мышц для принятия позы, соответствующей моменту прямолинейного или вращательного движения;
- 4) центры, расположенные в заднем мозге, регулируют деятельность многих систем.

Сосудистый центр осуществляет регуляцию сосудистого тонуса, дыхательный – регуляцию вдоха и выдоха, комплексный пищевой центр – регуляцию секреции желудочных, кишечных желез, поджелудочной железы, секреторных клеток печени, слюнных желез, обеспечивает рефлексы сосания, жевания, глотания.

Повреждение заднего мозга приводит к утрате чувствительности, волевой моторики, терморегуляции, но дыхание, величина артериального давления, рефлекторная активность при этом сохраняются.

Структурные единицы среднего мозга:

- 1) бугры четверохолмия;
- 2) красное ядро;
- 3) черное ядро;
- 4) ядра III–IV пары черепно-мозговых нервов.

Бугры четверохолмия выполняют афферентную функцию, остальные образования – эфферентную.

Бугры четверохолмия тесным образом взаимодействуют с ядрами III–IV пар черепно-мозговых нервов, красным ядром, со зрительным трактом. За счет этого взаимодействия происходит обеспечение передними буграми ориентировочной рефлекторной реакции на свет, а задними – на звук. Обеспечивают жизненно важные рефлексы: старт-рефлекс – двигательная реакция на резкий необычный раздражитель (повышение тонуса сгибателей), ориентир-рефлекс – двигательная реакция на новый раздражитель (поворот тела, головы).

Передние бугры с ядрами III–IV черепно-мозговых нервов обеспечивают реакцию конвергенции (схождение глазных яблок к срединной линии), движение глазных яблок.

Красное ядро принимает участие в регуляции перераспределения мышечного тонуса, в восстановлении позы тела (повышает тонус сгибателей, понижают тонус разгибателей), поддержании равновесия, подготавливает скелетные мышцы к произвольным и произвольным движениям.

Черное вещество мозга координирует акт глотания и жевания, дыхания, уровень кровяного давления (патология черного вещества мозга ведет к повышению кровяного давления).

3. Физиология промежуточного мозга

В состав промежуточного мозга входят таламус и гипоталамус, они связывают ствол мозга с корой большого мозга.

Таламус – парное образование, наиболее крупное скопление серого вещества в промежуточном мозге.

Топографически выделяют передние, средние, задние, медиальные и латеральные группы ядер.

По функции выделяют:

1) специфические:

а) переключающие, релейные. Получают первичную информацию от различных рецепторов. Нервный импульс по таламокортикальному тракту идет в строго ограниченную зону коры головного мозга (первичные проекционные зоны), за счет этого возникают специфические ощущения. Ядра вентрабазального комплекса получают импульс от рецепторов кожи, проприорецепторов сухожилий, связок. Импульс направляется в сенсомоторную зону, происходит регуляция ориентировки тела в пространстве. Латеральные ядра переключают импульс от зрительных рецепторов в затылочную зрительную зону. Медиальные ядра реагируют на строго определенную длину звуковой волны и проводят импульс в височную зону;

б) ассоциативные (внутренние) ядра. Первичный импульс идет от релейных ядер, перерабатывается (осуществляется интегративная функция), передается в ассоциативные зоны коры головного мозга, активность ассоциативных ядер возрастает при действии болевого раздражителя;

2) неспецифические ядра. Это неспецифический путь передачи импульсов в кору головного мозга, изменяется частота биопотенциала (моделирующая функция);

3) моторные ядра, участвующие в регуляции двигательной активности. Импульсы от мозжечка, базальных ядер идут в моторную зону, осуществляют взаимосвязь, согласованность, последовательность движений, пространственную ориентацию тела.

Таламус – коллектор всей афферентной информации, кроме обонятельных рецепторов, важнейший интегративный центр.

Гипоталамус находится на дне и по бокам III желудочка мозга. Структуры: серый бугор, воронка, сосцевидные тела. Зоны: гипофизотропная (преоптические и передние ядра), медиальная (средние ядра), латеральная (наружные, задние ядра).

Физиологическая роль – высший подкорковый интегративный центр вегетативной нервной системы, который оказывает действие на:

1) терморегуляцию. Передние ядра – это центр теплоотдачи, где происходит регуляция процесса потоотделения, частоты дыхания и тонуса сосудов в ответ на повышение температуры окружающей среды. Задние ядра – центр теплопродукции и обеспечения сохранности тепла при понижении температуры;

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.