

**Частное учреждение образования
«Минский институт управления»**

Физиология поведения

**Учебно-методический комплекс,
3-е издание, дополненное,
для студентов специальности
1-23.01.04 - ПСИХОЛОГИЯ**

**Минск
Изд-во МИУ
2008**

Автор-составитель М.Н. Мисюк

**Доцент кафедры юридической психологии МИУ,
кандидат медицинских наук, доцент психологии,
врач высшей категории**

Учебно - методический комплекс содержит курс лекций по всем темам дисциплины «Физиология поведения».

В учебно-методическом комплексе раскрыто содержание дисциплины, определены её цели и задачи, место в учебном процессе.

Представлены вопросы для самоподготовки и список литературы рекомендуемой для изучения в процессе самостоятельной работы.

Комплекс предназначен для студентов факультета правоведения дневной и заочной формы обучения.

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Введение.....	5
Лекция 1. Общие вопросы физиологии поведения.....	7
Лекция 2. Роль физиологических систем организма в регуляции поведения человека.....	14
Лекция 3. Методы психофизиологических исследований.....	21
Лекция 4. Управляющие и рабочие системы организма.....	29
Лекция 5. Основы жизнедеятельности.....	38
Лекция 6. Терморегуляция.....	48
Лекция 7. Жидкие среды организма.....	58
Лекция 8. Железы внутренней секреции.....	68
Лекция 9. Гипоталамо-гипофизарная система. Эндокринная функция печени и почек.....	81
Лекция 10. Организация нервной системы.....	83
Лекция 11. Проведение возбуждения.....	94

Лекция 12. Синаптическая передача.....	101
Лекция 13. Строение позвоночника и спинного мозга.....	109
Лекция 14. Физиология вегетативной нервной системы.....	113
Лекция 15. Нервная регуляция функций внутренних органов.....	121
Лекция 16. Сенсорные системы. Общая модель сенсорной системы.....	127
Лекция 17. Общие свойства сенсорных систем.	
Анатомия и физиология органов вкуса и обоняния.....	134
Лекция 18. Анатомия и физиология кожи.	142
Лекция 19. Нейрофизиология боли	147
Лекция 20. Анатомия и физиология зрительной системы.....	156
Лекция 21. Анатомия и физиология органов слуха и равновесия.....	163
Лекция 22. Управление движениями.....	171
Лекция 23. Сон.....	182
Лекция 24. Функциональные состояния.....	190
Лекция 25. Психофизиология внимания.....	200
Лекция 26. Эмоции.....	206
Лекция 27. Адаптационный синдром.....	215
Лекция 28.	
Мотивация.....	221
Лекция 29. Общие принципы организации поведения.....	235
Лекция 30. Психофизиология бессознательного.....	248
Лекция 31. Психофизиология сознания.....	261
Лекция 32. Психофизиология памяти.....	274
Лекция 33. Психофизиология научения.....	
Лекция 34. Системные механизмы поведения.....	
Лекция 35. Системная архитектура поведенческих актов.....	
Лекция 36. Психическая деятельность человека.....	
Литература.....	

Лекция 12

Синаптическая передача

1. Синапс.
2. Ультраструктура синапса.
3. Классификация синапсов.
4. Этапы и механизмы синаптической передачи:
 - а) синтез медиатора;
 - б) секреция медиатора;
 - в) взаимодействие медиатора с рецепторами постсинаптической мембраны;
 - г) инактивирование медиатора.
5. Электрическая теория передачи возбуждения.
6. Свойства синапсов.
7. Синаптическая передача в мозге.

Синаптическая передача

Синапс (от греч. *sinapsis* — соединение, связь) — специализированный контакт между нервными клетками или нервными клетками и другим возбудимыми образованиями, обеспечивающий передачу возбуждения с сохранением его информационной значимости. С помощью синапсов осуществляется взаимодействие различных по функциям тканей организма, например нервной и мышечной, нервной и секреторной. Синаптическая область характеризуется специфическими химическими свойствами. Понятие «синапс» ввел в 1897 г. английский физиолог Шеррингтон, обозначив так соединение аксона одной нервной клетки с телом другой.

Ультраструктура синапса

Все синапсы имеют принципиально общие черты строения. Пресинаптическое окончание аксона нейрона при подходе к иннервируемой клетке теряет миелиновую оболочку, что несколько снижается скорость распространения волны возбуждения. Небольшое утолщение на конце волокна, называемое синаптической бляшкой, содержит синаптические пузырьки с медиатором — веществом, способствующим передаче возбуждения в синапсе.

Синаптическая щель — пространство между пресинаптическим окончанием и участком мембраны эффекторной клетки является непосредственным продолжением межклеточного пространства; ее содержимое — гель, в состав которого входят гликозаминогликаны. В пресинаптической области обнаружены митохондрии, гранулы гликогена, спиралевидные нити — филаменты.

Постсинаптическая мембрана — участок эффекторной клетки контактирующий с пресинаптической мембраной через синаптическую щель. От постсинаптической мембраны по направлению к ядру клетки прослеживаются нежные микротрубочки, образованные молекулами специфических белков. Полагают, что им принадлежит определенная роль в распространении и обработке информации внутри клетки.

Уникальной структурой постсинаптической мембраны являются **клеточные рецепторы** — сложные белковые молекулы, способные к конформации, т.е. изменяющие пространственную ориентацию при взаимодействии соответствующими им химическими веществами — лигандами. Участки такого взаимодействия называются центрами связывания.

В результате конформации в центрах связывания рецептора с медиатором изменяется проницаемость мембранных каналов эффекторной клетки. Это в свою очередь в каждом конкретном случае способствует ее возбуждению или торможению. Совокупность перечисленных структур называют концевой пластинкой.

Классификация синапсов

В основу классификации синапсов положены три основных принципа. В соответствии с морфологическим принципом синапсы подразделяют:

- аксо-аксональные синапсы (между двумя аксонами);
- аксодендритические синапсы (между аксоном одного нейрона и дендритом другого);
- аксосоматические синапсы (между аксоном одного нейрона и телом другого);
- дендродендритические (между дендритами двух или нескольких нейронов);
- нервно-мышечные синапсы (между аксоном мотонейрона и исчерченным мышечным волокном);
- аксоэпителиальные синапсы (между секреторным нервным волокном и гранулированным клеточным телом);
- смешанные синапсы (общее название синапсов между какими-либо элементами двух нейронов).

Кроме этого, все синапсы делят на центральные (в головном и спинном мозге) и периферические (нервно-мышечные, аксоэпителиальные и синапсы вегетативных ганглиев).

В соответствии с нейрохимическим принципом синапсы классифицируют по виду химического вещества — медиатора, с помощью которого происходит возбуждение и торможение эффекторной клетки. В адренергическом синапсе медиатором является адреналин, в холинергическом синапсе — ацетилхолин, в гамкергическом синапсе — гамма-аминомасляная кислота и др.

По способу передачи возбуждения синапсы подразделяют на три группы. Первую составляют синапсы с химической природой передачи посредством медиаторов (например, нервно-мышечные); вторую — синапсы с передачей электрического сигнала непосредственно с пресинаптической на постсинаптическую мембрану (например, синапсы в клетчатке глаза). По сравнению с химическими синапсами они отличаются большей скоростью передачи сигнала, высокой надежностью и возможностью двусторонней передачи возбуждения. Третья группа представлена «смешанными» синапсами, сочетающими элементы как химической, так и электрической передачи.

По конечному физиологическому эффекту, а также по изменению потенциала постсинаптической мембраны, различают возбуждающие и тормозные синапсы. В возбуждающих синапсах в результате деполяризации постсинаптической мембраны генерируется возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП). В тормозных синапсах возможны два варианта процесса:

- в пресинаптических окончаниях выделяется медиатор, гиперполяризующий постсинаптическую мембрану и вызывающий в ней тормозный постсинаптический потенциал (ТПСП);
- тормозной синапс является аксо-аксональным, т.е. еще до перехода возбуждения на область синапса обеспечивает пресинаптическое торможение.

Этапы и механизмы синаптической передачи

Передача возбуждения в химическом синапсе — сложный физиологический процесс, протекающий в несколько стадий. Он включает синтез и секрецию медиатора; взаимодействие медиатора с рецепторами постсинаптической мембраны; инактивирование медиатора. В целом синапс осуществляет последовательную трансформацию электрического сигнала, поступающего по нервному волокну, в энергию химических превращений на уровне синаптической щели и постсинаптической мембраны, которая затем снова трансформируется в энергию распространяющегося возбуждения в эффекторной клетке.

Синтез медиатора

Медиаторы («посредники») обеспечивают одностороннюю передачу возбуждения — от нервного волокна к эффекторной клетке рабочего органа или к другому нейрону. Некоторые медиаторы (например, ацетилхолин) синтезируются в цитоплазме синаптических окончаний из нормальных компонентов внутри- и внеклеточных жидкостей, поступающих в них путем пиноцитоза. Другие образуются в теле нейрона, в частности в аппарате

Гольджи, а затем путем прямого аксонного транспорта поступают синаптическое окончание и депонируются в везикулах.

Путем постоянного медленного аксонного транспорта от тела нейрона окончания аксона движутся белки и ферменты, участвующие в синтезе медиатора в пресинаптической бляшке. Быстрый антероградный транспорт доставляет в синаптическое окончание пузырьки с готовым медиатором.

В синапсах скелетных мышц «посредником» является только один вид медиатора — ацетилхолин. Он синтезируется из холина (продукт печеночной секреции), уксусной кислоты и фермента коэнзима—А, регулирующей активность метаболических процессов. Синапсы, в которых медиатором является ацетилхолин, называются холинергическими. Ацетилхолин активирует натриевые ионные каналы в цитоплазматических мембранах истощенных мышечных волокон, способствуя развитию потенциала действия активации кальциевых каналов и сокращению скелетных мышц.

В синапсах внутренних органов и сосудов функцию медиатора выполняет норадреналин, относящийся, как и адреналин, к катехолсегминам. Он синтезируется из аминокислот тирозина и фенилаланина. Синапсы, в которых медиатором является норадреналин, называются адренергическими.

Варикозные расширения синапсов гладких мышц содержат как ацетилхолин, так и норадреналин, которые могут оказывать различное физиологическое воздействие, в зависимости от вида активируемых ими рецепторов и каналов.

В синапсах мозга функции медиаторов выполняют более 30 биологически активных веществ. К наиболее изученным медиаторам относятся норадреналин, ацетилхолин, некоторые моноамины (адреналин, серотонин, дофамин). А также аминокислоты (глицин, глутаминовая кислота, гамма-аминомасляная кислота); нейропептиды — энкефалины, нейротензин, ангиотензин и др.

Медиаторы синтезируются постоянно и депонируются в везикулах (пузырьках) синаптических окончаний.

Секреция медиатора

Высвобождение медиатора из синаптических пузырьков имеет квантовый характер. В состоянии покоя оно незначительно. При деполяризации пресинаптической мембраны под влиянием нервного импульса высвобождение медиатора резко усиливается. Взаимосвязь между деполяризацией пресинаптической мембраны и высвобождением медиатора выполняют ионы кальция.

Взаимодействие медиатора с рецепторами постсинаптической мембраны

Структурными элементами мембранного рецептора являются два белковых функциональных центра связывания молекул медиатора и пронизывающих мембрану ионоселективный канал. Связь между рецептором ионоселективным каналом заключается в том, что при изменении первого осуществляется «запуск» работы второго.

Вследствие процессов в области белковых ионоселективных каналов изменяется их проницаемость для различных ионов. При увеличении проницаемости натриевых каналов усиливается поступление этих ионов в клетку с последующей деполяризацией химически возбужденных участков мембраны и возникновением возбуждающих постсинаптических потенциалов (ВПСП), величина которых пропорциональна количеству выделившегося медиатора. Из множества ВПСП вследствие их суммации возникает распространяющееся возбуждение. Такие синапсы называют возбуждающими.

Если повышается проницаемость калиевых каналов и каналов для хлора, наблюдается избыточный выход калия из клетки с одновременной диффузией в нее хлора, что приводит к гиперполяризации мембраны, снижению ее возбудимости и развитию тормозных постсинаптических потенциалов (ТПСП). Передача нервных импульсов затрудняется или совсем прекращается. Такие синапсы называют тормозными.

Однако не все медиаторы действуют от таким путем. Например, дофамин, норадреналин, связываясь с рецептором, вызывают активацию вторичного посредника.

Медиаторы обладают свойством амбивалентности. Так, один и тот же медиатор (например, ацетилхолин) может активировать как натриевые (в скелетных мышцах), так и калиевые (в сердце) каналы.

Таким образом, характер изменения проницаемости постсинаптической мембраны (деполяризация и гиперполяризация) зависит не столько от химической природы медиатора, сколько от особенностей строения клеточных рецепторов разных органов, сложившихся в процессе эволюции.

Рецепторы, взаимодействующие с ацетилхолином, называются холинорецепторами.

Рецепторы, взаимодействующие с норадреналином, называются адренорецепторами.

Инактивирование медиатора

Инактивирование (полная потеря активности) медиатора необходимо для реполяризации постсинаптической мембраны и восстановления исходного уровня мембранного потенциала.

Наиболее важным путем инактивирования является ферментативный гидролиз медиатора с помощью ингибиторов. Для ацетилхолина ингибитором

является холинэстераза. Для норадреналина и адреналина — моноаминоксидаза (МАО) и др.

В результате инаktivирования медиатора возбуждение прекращается, возникает снова только при поступлении следующей порции. Возбуждение постсинаптической мембраны носит, таким образом, импульсный, дискретный, т.е. квантовый характер.

Другой путь удаления медиатора из синаптической щели — «обратный захват», обратный (ретроградный) аксонный транспорт, особенно выраженный для катехоламинов.

Электрическая теория передачи возбуждения

Причиной деполяризации постсинаптической мембраны считают влияние электромагнитных полей, которые возникают в пресинаптической области при ее возбуждении.

Эти поля распространяются по жидким средам до постсинаптической мембраны и посредством суммации местных процессов вызывают распространяющуюся деполяризацию. Возбуждающиеся на электрическом основании синапсы называют эфапсы. Предполагают, что через эфапсы действует на мозг электромагнитное излучение.

В отдельных синапсах в проведении возбуждения принимают участие оба — химический и электрический механизмы. При деполяризации пресинаптических окончаний за счет влияния электрических полей в короткие сроки активируется постсинаптическая мембрана. Процесс усиливается химическим путем за счет последующего действия специфических медиаторов.

Свойства синапсов

Общие свойства синапсов определяются особенностями их строения и механизмом проведения возбуждения.

Пластичность синапса. Синапс — одна из наиболее пластичных организаций нервной системы. Одностороннее проведение возбуждения связано с особенностями строения постсинаптической мембраны. Чувствительные к медиатору рецепторы находятся именно в ней, поэтому поступающий медиатор действует только в одном направлении, вызывая деполяризацию или гиперполяризацию постсинаптической мембраны.

Низкая лабильность и высокая утомляемость синапса обусловлены временем распространения предыдущего импульса.

Высокая избирательная чувствительность синапса к химическим веществам обусловлена специфичностью хеморецепторов постсинаптической мембраны.

Способность синапса трансформировать возбуждение связана с его низкой функциональной лабильностью.

Синаптическая задержка связана с перемещением везикул пресинаптической мемbrane. Суммация возбуждений определяется перемещением местного возбуждения в серии ВПСП.

Трофическая функция синапсов. В нормальных условиях пресинаптическая область оказывает трофическое действие на постсинаптическую область.

Синаптическая передача в мозге

Синаптическая передача в мозге имеет те же принципиальные черты, что и в нервно-мышечных синапсах. Механизмы действия медиаторов мозга чрезвычайно сложны. В нервных клетках существует, по крайней мере, два вида рецепторов с противоположными механизмами рецепции. Одни, быстро действующие рецепторы передают информацию за счет регуляции проницаемости ионоселективных каналов. «Активатором» таких рецепторов является, например, универсальный тормозной медиатор мозга — ГАМК.

Второй класс рецепторов относится к медленно действующим рецепторам. Медиаторы, возбуждающие их (дофамин, 1α , серотонин, гистамин и др.) реализуют свое влияние на клетку через систему «вторых посредников». Вторым посредником представляют собой небольшие молекулы циклических нуклеотидов. Циклические нуклеотиды присутствуют практически во всех тканях организма и являются важными внутриклеточными регуляторами метаболизма.

Академиком П.К. Анохиным была выдвинута химическая гипотеза интегративной деятельности нейрона, в которой решающая роль в обеспечении его специфических функций отводится генетически детерминированному цитоплазматическому процессу. Открыты классы химических веществ синтезируемых в различных областях мозга — олигопептиды, мозгоспецифичные белки. Будучи однократно введены в очень малых количествах, олигопептиды действуют в течение длительного времени — часов, дней, даже недель. Олигопептиды мозга называются нейропептидами. Полагают, что нейропептиды являются универсальным средством биохимического кодирования форм активности головного мозга, связанных с эмоциональными реакциями, настроением, половым поведением, формированием болевого ощущения и системы защиты от него, повышением устойчивости к стрессорным воздействиям и формированию сна. Некоторые пептиды выполняют так называемую информационную роль.

На уровне синаптических образований процессы возбуждения и торможения можно регулировать — усиливать, блокировать и даже качественно изменять. По аналогии с техническими электронным

устройствами синапсы выступают в роли универсальных усилителей трансформаторов и выпрямителей.

Самостоятельный раздел науки — «синаптология» — изучает различные свойства синапсов в организме и их реакции на разнообразные воздействия, в том числе лекарственные вещества.

Литература:

1. «Физиология». Под ред. К.В.Судакова. М., «Медицина», 2000. Стр. 77—93.

Лекция 13

Строение позвоночника и спинного мозга

1. Позвонки.
2. Строение позвоночника.
3. Спинной мозг: белое и серое вещество спинного мозга.

Позвонки

Позвонки (vertebrae) числом 33—34, в виде налагающихся друг на друг костных колец складываются в одну колонку — позвоночный столб (columna vertebralis).

Позвоночный столб подразделяется на следующие отделы: шейную часть, грудную часть, поясничную часть, крестцовую часть и копчиковую часть. В связи с этим позвонки делят на пять групп:

- шейные позвонки (7),
- грудные позвонки (12),
- поясничные позвонки (5),
- крестцовые позвонки (5),
- копчиковые позвонки (4 или 5).

Части позвоночного столба взрослого человека образуют четыре искривления — шейное, грудное, поясничное (брюшное) и крестцовое (тазовое). При этом шейное искривление и поясничное искривление выпуклостью обращены кпереди, лордоз; грудное и тазовое — кзади, кифоз.

Все позвонки позвоночного столба делят на две группы: так называемые истинные и ложные позвонки; в первую группу входят шейные, грудные, поясничные позвонки, во вторую — крестцовые позвонки, сросшиеся в крестцовую кость, и копчиковые, сросшиеся в копчиковую кость.

Шейные позвонки, числом 7, за исключением первых двух характеризуются небольшими низкими телами, постепенно расширяющимися к последнему, 7 позвонку. Они имеют позвоночное отверстие, суставные отростки, поперечные отростки.