# Рефлекторный принцип регуляции

Идею о том, что организм, наделенный нервной системой, способен отвечать на действие внешних раздражителей по типу «кнопка – ответ», высказал французский философ Репе Декарт (XVII в.). Термин «рефлекс» был введен Иржи Прохазкой (конец XVIII в.). Многие выдающиеся физиологи XIX и XX вв. разрабатывали теорию рефлекторной деятельности. Огромный вклад внесли И.М. Сеченов, И.П. Павлов.

Итак, вряд ли ЦНС «справляется» со своими управленческими задачами только с помощью рефлекса. Но пока в курсе нормальной физиологии работает лишь идея «рефлекса».

**Рефлекторная дуга** – это морфологическая основа рефлекса. Рефлекс – это закономерная реакция организма на действие раздражителя (обратите внимание – на действие раздражителя, а если его нет – значит, это не рефлекс) при обязательном участии ЦНС. Различаются также рефлексы, реализующиеся через клетки нервных ганглиев. В любом случае должна быть рефлекторная дуга. В случае безусловных рефлексов она формируется независимо от жизненного опыта индивидуума – становление безусловных рефлекторных дуг генетически запрограммировано. Условно-рефлекторный процесс требует создания новых рефлекторных дуг на основе сочетания работы безусловных рефлекторных дуг и индифферентного раздражителя.

Самая простая рефлекторная дуга – моносинаптическая. Она состоит из 2 нейронов: афферентного и эфферентного. Обычно латентный период, т.е. время от момента нанесения раздражителя до конечного эффекта (или это называется временем рефлекса) – достигает в таком случае 50–100 мс, а центральное время – промежуток времени, в течение которого импульс пробегает по структурам мозга, составляет около 3 мс. Известно, что для прохождения 1 синапса в среднем требуется около 1,5 мс. Таким образом, центральное время рефлекса косвенно указывает на число синаптических передач, имеющих место в данном рефлексе.

**Виды рефлексов.** Отметим наиболее существенные моменты этой классификации.

1. Безусловные и условные рефлексы – по способу образования рефлекторной дуги.

2. Моносинаптические, полисинаптические – по компонентам рефлекторной дуги.

3. Спинальные, бульбарные, мезенцефальные, кортикальные – по расположению основных нейронов дуги, без которых рефлекс не реализуется. Например, миотатический рефлекс может иметь место у спинального животного.

4. Интерорецептивные, экстсрорецептивные – по характеру рецепторов, раздражение которых вызывает данный рефлекс.

5. Половые, оборонительные, пищевые и т.д. – по биологическому значению рефлекса.

6. Рефлексы соматической и вегетативной нервной системы (или – соматические, вегетативные) – по принципу – какой отдел ЦНС участвует в реализации рефлекса.

7. Сердечные, сосудистые, слюноотделительные – по конечному результату.

Физиология вегетативной нервной системы

Вегетативная (ВНС) или автономная нервная система представляет собой совокупность нейронов головного и спинною мозга, участвующих в регуляции деятельности внутренних органов.

Центральные структуры вегетативной нервной системы (ВНС)

Различают краниобульбарный отдел ВНС, включающий в себя ядра III, VII, IX и Х пар черепно-мозговых нервов, тазовый нерв и тораколюмбальный отделы (ядра боковых рогов спинного мозга).

С точки зрения иерархии управления все образования ВНС условно делят на этажи. 1-й этаж представлен интрамуральными сплетениями (метасимпатическая нервная система). 2-й этаж представлен паравертебральными и превертебральными ганглиями, в которых могут замыкаться вегетативные рефлексы, независимо от вышерасположенных образований. 3-й уровень – центральные структуры симпатической и парасимпатической системы (скопление прсганглионарных нейронов в стволе мозга и спинном мозге). 4-й этаж представлен высшими вегетативными центрами – гипоталамусом, ретикулярной формацией, мозжечком, базальными ганглиями, корой больших полушарий.

Основная функция ВНС – это регуляция деятельности внутренних органов. При этом симпатическая система (Б), как правило, вызывает мобилизацию деятельности жизненно важных органов, повышает энергообразование в организме – за счет активации процессов гликогенолиза, глюконсо-генеза, липолиза оказывает эрготропное влияние.

Парасимпатическая система (А) оказывает трофотропное действие, она способствует восстановлению нарушенного во время активности организма гомеостаза. Метасимпатическая нервная система оказывает регулирующее воздействие на мышечные структуры в желудочно-кишечном тракте, регулируя его моторику, и в сердце, регулируя его сократительную активность.

**Общий план строения ВНС.** Для парасимпатической (А) и симпатической (Б) нервной системы характерно следующее строение: центральные нейроны, или правильнее их называть – преганглионарные нейроны, расположены в стволе мозга (парасимпатические) или в спинном мозге (в торакальном отделе – симпатические, в сакральном – парасимпатические нейроны). Их отростки – преганглионарные волокна – идут до соответствующих вегетативных ганглиев (симпатические – до паравертебральных и превертебральных, парасимпатические – до интрамуральных), где они заканчиваются синапсами на постганглионарных нейронах. Эти нейроны дают аксоны, которые идут непосредственно к органу (объекту управления). Эти аксоны называются постганглионарными волокнами.

# Метасимпатическая нервная система

Метасимпатическая нервная система (МНС) – это комплекс микроганглионарных образований, расположенных в стенках внутренних органов, обладающих моторной активностью. Речь идет о наличии микроганглиев (интрамуральных ганглиев) в желудке, кишечнике, мочевом пузыре, сердце, бронхах. В матке, в области ее шейки, тоже имеется метасимпатическая система. Наиболее изучена Метасимпатическая система кишечника и сердца.

Какую же функцию и каким образом осуществляет метасимпатическая нервная система? Метасимпатичсская система может, во-первых, осуществлять передачу центральных влияний – за счет того, что парасимпатические и симпатические волокна могут контактировать с мстасимпатической системой и тем самым коррегировать ее влияние на объекты управления. Во-вторых, метасимпатическая система может выполнять роль самостоятельного интегрирующего образования, так как в ней имеются готовые рефлекторные дуги (афферентные – вставочные – эфферентные нейроны).

# Симпатическая система

Преганглионарные нейроны симпатической нервной системы расположены в боковых ядрах спинного мозга, начиная с 8-го шейного сегмента и заканчиваясь 2-м поясничным сегментом включительно. В сегментах 8-го шейного, 1 и 2 грудного сегмента находятся нейроны, возбуждение которых вызывает расширение зрачка (сокращение дилататора зрачка), сокращение глазничной части круговой мышцы глаза, а также сокращение одной из мышц верхнего века.

От 1,2,3,4 и 5 грудных сегментов начинаются преганглионарные симпатические волокна, которые направляются к сердцу и бронхам.

|  |
| --- |
|  |
| **Схема вегетативной нервной системы** |

I – Преганглионарные волокна,

II – вегетативные ганглии,

III – постганглионарные волокна и клетки-мишени,

IV– иннервируемые органы, в которых заложены клетки-мишени;

1 – сосуд, 2 – бронхи, 3 – потовая железа, 4 – надпочечники, 5 – матка, 6 – скелетные мышцы, 7 – гладкомышечные волокна, 8 – железистые клетки, 9 – волокно скелетной мышцы;

В отличие от парасимпатической нервной системы симпатическая иннервирует почти все органы: сердце, сосуды, бронхи, ГМК желудочно-кишечного тракта, ГМК мочеполовой системы, потовые железы, печень, мышцы зрачка, матку, ткани, в которых совершается липолиз, гликогенолиз, надпочечники, ряд других желез внутренней секреции.

На основании физиологических и фармакологических данных можно составить следующую схему воздействия симпатических волокон на деятельность органов и тканей (см. таблицу).

Возможные варианты реакций органов-мишеней на норадреналин в зависимости от преобладания в них а- или Р-адренорецепторов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NN | Орган | Эффект | Альфа-адренорецепторы | Бета-АР | Примечание |
| 1 | сердце | стимуляция | – | бета-1-АР, усиление работы сердца |  |
| 2 | сосуды сердца | дилатация (м.б. констрикция) | Альфа-АР, сужение | бета-2-АР, расслабление | доминирование бета-АР приводит к дилататорному эффекту |
| 3 | сосуды кожи, сосуды ЖКТ | констрикция | Альфа-1-АР, активация | – |  |
| 4 | сосуды скелетных мышц | в покое конструкция, в работающих мышцах – дилатация | Альфа-1-АР, стимуляция | бета-2-АР, расслабление |  |
| 5 | вены | конструкция | Альфа-1-АР, стимуляция | – |  |
| 6 | гмкжкт | расслабление | Альфа-1-АР, расслабление | бета-2-АР, расслабление |  |
| 7 | сфинктеры ЖКТ | сокращение | Альфа-1-АР, сокращение | – |  |
| 8 | мышца мочевого пузыря (детруссор) | расслабление | – | бета-2-АР, расслабление |  |
| 9 | сфинктер мочевого пузыря | сокращение | Альфа-1-АР, сокращение | – |  |
| 10 | семявыносящий проток | стимуляция | Альфа-1-АР, сокращение | – |  |
| 11 | семенные пузырьки | стимуляция | Альфа-1-АР, сокращение | – |  |
| 12 | матка | эффект зависит от доминирования популяции АР | Альфа 1 – АР, стимуляция | бета-2-АР, расслабление | \* |
| 13 | цилиарная мышца глаза | расслабление | – | бета-2-АР, расслабление |  |
| 14 | дилататор зрачка | стимуляция | Альфа-1-АР | – |  |
| 15 | трахеобронхи-альные мышцы | расслабление | – | бета-2-АР, расслабление |  |
| 16 | секреция в ЖКТ | угнетение | – | бета-2-АР, угнетение |  |
| 17 | гликогенолиз в печени | стимуляция | – | бета-2-АР, стимуляция |  |
| 18 | глюконеогенез | стимуляция | – | бета-2-АР, стимуляция |  |
| 19 | липолиз | стимуляция | – | бета-2-АР, стимуляция |  |
| 20 | потовые железы | стимуляция за счет АХ+М-ХР | – | – |  |

\* У *небеременных симпатическая система вызывает стимуляцию. При беременности основная масса симпатических волокон дегенерирует, и одновременно при беременности возрастает концентрация бета-2-АР, поэтому стимуляция не имеет места.*

Из представленных данных видно, что симпатическая нервная система способствует значительному повышению работоспособности организма – под ее влиянием возрастает гликогенолиз, глюконеогенез, липолиз, усиливается деятельность сердечно-сосудистой системы, происходит перераспределение массы крови из областей, способных переносить гипоксию, в области, где наличие кислорода и энергетических источников является основой существования. Происходит улучшение вентиляции легких. Одновременно, при активации симпатической нервной системы имеет место торможение деятельности желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря.

# Парасимпатическая нервная система

Центральные (преганглионарные) нейроны парасимпатической нервной системы расположены в среднем, продолговатом мозге и в люмбосакральном отделе спинного мозга. В среднем мозге расположены два парасимпатических ядра, относящихся к III паре – ядро Якубовича-Вестфаля-Эдингера (иннервация сфинктера зрачка) и часть его – ядро Перлеа, иннервирующего ресничную мышцу глаза. В продолговатом мозгу имеются парасимпатические ядра VII, IX, Х пар черепно-мозговых нервов. Парасимпатическое ядро VII пары иннервирует слизистые железы полости носа, слезную железу, а через chorda tympani – подъязычную и подчелюстную слюнные железы. Парасимпатическое ядро IX пары иннервирует околоушную железу. Парасимпатическое ядро Х пары (вагуса) – одно из самых мощных. Оно иннервирует органы шеи, грудной и брюшной полостей (сердце, легкие, желудочно-кишечный тракт). В пояснично-сакральном отделе спинного мозга расположены парасимпатические нейроны, которые иннервируют органы малого таза.

Распространенность влияния парасимпатического отдела более ограничена, чем симпатического. Почти все сосуды тела не имеют парасимпатических волокон. Исключение – сосуды языка, слюнных желез и половых органов.

Как и симпатическая система, парасимпатическая имеет преганглионарные нейроны, аксоны которых идут к органу (постганглионарные волокна). Ганглии парасимпатической нервной системы находятся, как правило, в толще органа (интрамуральные ганглии), поэтому преганглионарные волокна – длинные, а постганглионарные – короткие. С органом контактирует постганглионарное волокно. Оно либо непосредственно взаимодействует с клетками этого органа (ГМК, железы), либо опосредованно через метасимпатическую нервную систему.

В прегапглионарных волокнах парасимпатической нервной системы медиатором является ацетилхолин.

## Эффекты парасимпатической системы

На сердце – угнетение частоты, силы, проводимости и возбудимости, ГМК бронхов – активация (это приводит к сужению бронхов), секреторные клетки трахеи и бронхов – активация, ГМК и секреторные клетки ЖКТ – активация, сфинктеры ЖКТ, сфинктеры мочевого пузыря – расслабление, мышца мочевого пузыря – активация, сфинктер зрачка – активация, ресничная мышца глаза – активация (повышается кривизна хрусталика, усиливается преломляющая способность глаза), повышение кровенаполнения сосудов половых органов, активация слюноотделения, повышение секреции слезной жидкости. В целом, возбуждение парасимпатических волокон приводит к восстановлению гомеостаза, т.е. к трофотропному эффекту.

# Высшие вегетативные центры

Гипоталамус является одним из важнейших образований мозга, участвующих в регуляции активности нейронов парасимпатической и симпатической нервной системы.

Гипоталамус представляет собой скопление более чем 32 пар ядер. Существует большое разнообразие в классификации ядер гипоталамуса.

1. Деление на эрготропные и трофотропные ядра (классификация Гесса) – ядра, которые вызывают активацию симпатической и парасимпатической нервной системы, соответственно, по Гессу – эти ядра разбросаны по всему гипоталамусу.

2. Деление на симпатические и парасимпатические ядра – полагают, что в передних отделах гипоталамуса локализованы в основном ядра, которые вызывают активацию пара симпатической нервной системы, в задних же отделах – ядра, вызывающие активацию симпатического отдела ВНС.