**ЛЕКЦИЯ 24**

**ВИДЫ ТОРМОЖЕНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ**

1. Классификация видов торможения условных рефлексов. Внешнее торможение.

2. Внутреннее торможение.

3. Сонное торможение.

**1. Классификация видов торможения условных рефлексов. Внешнее торможение.**

Субстратом нервного процесса И.П. Павлов считал нервную клетку, в которой постоянно сменяются процессы возбуждения и торможения. Во время возбуждения происходит, как считал И.П. Павлов, расход «раздражительного вещества», а во время тормозного состояния – его восстановление. Это представление И.П. Павлова было развито исследованиями Г.В. Фольборта и его сотрудников, показавшими, что возбуждение связано с истощением, а торможение – с восстановлением функционального состояния нервной ткани.

Согласно классическому представлению, **условный рефлекс есть результат нервного замыкания между двумя очагами возбуждения, т.е. распространения процесса возбуждения из условного в безусловный «центр»**. Разумеется, в общих чертах это так, но условный рефлекс при некоторых обстоятельствах может быть угнетен, задержан на короткое или на очень длительное время. Следовательно, кроме возбуждения в функционировании временных связей принимает участие процесс торможения. Как возбуждение, так и торможение – противоречивы они подавляют и ограничивают друг друга. Вместе с тем они неразрывно связаны и могут переходить друг в друга.

Современные биохимические и гистохимические исследования обнаруживают при возбуждении и торможении нервной системы некоторые характерные изменения химизма клеточных элементов головного мозга. Так, по данным X. Хидена, сильное истощение нервной системы крысы в результате длительного вынужденного балансирования на протянутом шнуре приводит к увеличению рибонуклеиновой кислоты (РНК) в нейроне и уменьшению ее в прилегающих глиальных клетках.

Таким образом, развитие возбуждения в нервной системе немыслимо без его противоположности – **торможения**. В результате взаимодействия этих процессов осуществляются отдельные условные и безусловные рефлексы и вся высшая нервная деятельность.

Уже в начале работы по физиологии головного мозга И. П. Павлов установил, что в коре больших полушарий наряду с возбуждением могут возникать два рода торможения – внешнее и внутреннее. Они имеют общие черты с теми тормозными явлениями, которые ранее наблюдали исследователи при изучении физиологии центральной нервной системы.

**Классификация торможения:**

I. Безусловное, пассивное торможение

1. Внешнее:

а) гаснущий тормоз

б) постоянный тормоз

2. Запредельное

II. Условное, активное торможение.

1. Угасательное

2. Дифференцировочное

3. Условный тормоз

4. Запаздывательное

Внешнее торможение: виды, характеристика. Нервная система у животных всех уровней филогенеза обладает врожденным свойством раздражимости – реагировать на раздражение либо возбуждением, либо торможением. Что касается безнервных организмов, то у них эта функция принадлежит самой протоплазме. Наряду с врожденными свойствами нервной системы – возбуждением и торможением, в процессе эволюции развились свойства, приобретаемые в индивидуальной жизни животного – условное возбуждение и условное торможение.

С внешним торможением условных рефлексов И.П. Павлов встретился случайно, показав затем специальными исследованиями, что если во время опыта производить шум, стук и т. п., то у животных возникает ориентировочная реакция, которая тормозит условный рефлекс. Общий механизм этого торможения представили как угнетающее действие с «центра» ориентировочного безусловного рефлекса на «центр» условного.

Подобные случаи внешнего торможения каких-либо процессов высшей нервной деятельности наблюдаются и у человека в обыденной жизни. Они получили название отвлечения, а в случае, если это явление исчезает, несмотря на наличие фактора, его вызывавшего, говорят о «привыкании» человека к этому фактору.

**Внешнее торможение относится к врожденному, безусловному, свойству нервной системы.** Оно бывает двух видов: гаснущее, когда действующий во время опыта какой-либо посторонний раздражитель постепенно перестает вызывать ориентировочный рефлекс у животного и человека, и постоянное, неугасающее, возникающее при наличии в организме патологических процессов. К безусловному торможению относится также торможение, возникающее в нервной системе в ответ на очень сильные раздражители. В связи с тем, что, по И.П. Павлову, тормозной процесс предохраняет нервные клетки от истощения, этот вид торможения назвали охранительным. Оно также носит название запредельного, потому что возникает в том случае, когда наступает предел работоспособности нервных клеток. Исследования лаборатории Э.А. Асратяна показали, что запредельное торможение может развиваться не только в головном мозге, но и в других отделах нервной системы.

Насколько велика роль запредельного торможения в предохранении организма от чрезмерного возбуждения, истощающего нервную систему, свидетельствуют опыты лаборатории Л.В. Крушинского, которые показали, что можно без всякого видимого последствие для белых крыс вызывать у них прерывистым звуковым раздражением (чередуя сильный и слабый звонок по 10 сек с паузами между ними в 10 сек) сильное двигательное возбуждение и даже судорожные припадки. Если же после 15-минутного действия звонка сделать трехминутный перерыв а затем снова включить его на 1,5 мин, то эффект будет гораздо сильнее, чем до перерыва. Очевидно, это происходит потому, что во время перерыва, накопившееся до этого, охранительное торможение рассеивается. Вследствие того, что запредельное торможение не успевает накопиться, наступает перевозбуждение нервной системы, что вызывает серьезные расстройства функций организма, вплоть до гибели.

Запредельное торможение принимает участие в известном проявлении поведения животных – замирании в ответ на сильное раздражение, которое очень наглядно выражено у некоторых насекомых. Оно находится в основе так называемого животного гипноза, который в вид обездвиживания и даже засыпания животного (лягушки, курицы, морской свинки, кролика и т.п.) наступает в том случае, если его резко повернуть на спину. Несомненно, что с явлением запредельного торможения мы имеем дело в тех случаях, когда сильное волнение от внезапных трудных жизненных обстоятельств вызывает у некоторых людей заторможенное состояние.

**2. Внутреннее торможение.**

Угнетение, задержка условных рефлексов может возникнуть под влиянием выработанного, по принципу временной связи, тормозного состояния. Такое торможение, в отличие от вышеописанного пассивного, безусловного, называют активным, условным. Выделяют четыре вида условного торможения: угасательное, дифференцировочное, условный тормоз и запаздывательное.

**Угасательное торможение** возникает в том случае, когда условный раздражитель не сопровождается безусловным; раздражитель постепенно теряет свое сигнальное значение, рефлекс на него угасает. Ход этого процесса выглядит следующим образом: условный раздражитель, действующий, например, 30 сек, каждые 5 мин при первом применении вызывает 8 капель слюны, и если его не подкреплять пищей, то во второй раз он вызывает 6 капель, в третий – 5, в четвертый – 4, в пятый – 2 и, наконец, только каплю или же слюна совсем не выделяется. После этого, сколько бы мы не применяли этот раздражитель, рефлекс на него не проявится – он угас.

Угасший условный рефлекс через некоторое время (от нескольких минут до часов) сам по себе восстанавливается. Продолжительность этого времени служит показателем глубины угасания. Угасание условных рефлексов – биологически важное приспособление. Благодаря ему организм перестает напрасно тратить энергию – реагировать на сигнал, утративший свое значение.

**Дифференцировочное торможение**, вырабатывается при противопоставлении двух агентов: постоянно подкрепляемого и неподкрепляемого безусловным раздражителем.

Так, если образовать условный рефлекс на стук метронома частотой 120 ударов в минуту, то и метроном с другой частотой, например, 60 ударов в минуту, вначале будет его вызывать, но после нескольких применений без сопровождения безусловным раздражителем, его действие прекратится. Следовательно, у животного выработалось различение, дифференцирование одного метронома от другого.

Дифференцировочное торможение участвует в образовании любого условного рефлекса. Оно же играет исключительную роль и в том случае, когда вырабатываются два двигательных рефлекса на два различных раздражителя. Например, необходимо добиться, чтобы подопытная собака в ответ на звонок схватывала зубами кольцо и тянула его к себе, а в ответ на свет лампы – нажимала передней лапой на педаль. Следовательно, животное должно дифференцировать внешние раздражители – звонок и свет – и два различных движения, вернее, дифференцировать возникающие при этом кинестезические раздражения. Сначала животное будет совершать много «неправильных» движений, но так как эти движения не подкрепляются пищей, то количество их постепенно уменьшается. Наконец, останутся только «правильные» движения.

С помощью дифференцировки возможно объективно очень точно определять способность животных и человека различать самые разнообразные, подчас очень сходные раздражения по их интенсивности, частоте и т. п. Таким путем в лаборатории И.П. Павлова, например, было показано, что собака может различать 1/8 тона (800-812 колеб/сек), что, как правило, не свойственно человеку, даже с достаточно тонким слухом. Однако собака не различает цвета и ориентируется по интенсивности освещенности предметов. Собака очень хорошо дифференцирует различного рода оттенки обонятельных раздражителей. Дифференцирование может быть грубым, когда противопоставляют два раздражителя, сильно отличающиеся друг от друга, например, круг от эллипса, у которого отношения полуосей 2 к 1, но оно может быть и тонким, когда тот же эллипс будет иметь отношение полуосей 9 к 8.

**Условный тормоз**. Вырабатывается следующим образом: к положительному условному сигналу присоединяют какой-либо индифферентный агент и эту условно-тормозную комбинацию не подкрепляют безусловным, в то время как условный раздражитель по-прежнему подкрепляется. По существу, этот вид торможения можно отнести к разновидности дифференцировки, которая представляется интересной в связи с условным рефлексом второго порядка.

Из сказанного о дифференцировочном торможении и об условном тормозе совершенно очевидно их биологическое значение. Благодаря этим видам внутреннего торможения животные и человек в процессе индивидуальной жизни выделяют из окружающей среды огромное количество благоприятных и неблагоприятных сигналов, различают их и соответствующим образом на них реагируют.

**Запаздывательное торможение**. Обычно латентный период условного рефлекса при 20-секундном времени изолированного действия раздражителя равен 2-4 сек. После многих месяцев тренировки условных рефлексов латентный период их начинает постепенно увеличиваться, т. е. рефлексы запаздывают. Особенно отчетливо запаздывание проявляется при отставании безусловного раздражителя на 1,5-2 или больше минут. В этом случае происходит постепенное увеличение латентного периода условного рефлекса и в конечном счете 2-минутный период изолированного действия раздражителя распадается на два отрезка, две фазы: недеятельную (1-1,5 мин) и деятельную (0,5-1 мин). Недеятельная фаза обусловливается развитием тормозного состояния, в результате которого рефлекс запаздывает.

Биологическое значение этого вида торможения состоит в том, что оно предохраняет организм от преждевременной траты энергии. Например, хищники десятки минут лежат, притаившись и подкарауливая свою жертву. Было бы неэкономно для организма, если бы на действие натуральных раздражителей (запахи, следы и т. п.) у такого животного все время осуществлялись секреторные процессы, например, слюноотделение.

Таким образом, внутреннее торможение в отличие от внешнего образуется в индивидуальной жизни организма и служит основой тормозных или отрицательных условных рефлексов. Скорость образования внутреннего торможения зависит: от индивидуальных особенностей организма – у животных возбудимых оно образуется труднее, чем у тормозных; от возраста – в процессе формирования высшей нервной деятельности скорость образования тормозных рефлексов нарастает, а к старости – снижается; от филогенетического уровня развития нервной системы – чем выше этот уровень, тем прочнее и быстрее образуется внутреннее торможение; от силы раздражителя – чем сильнее раздражитель, тем быстрее он становится тормозным.

**3. Сонное торможение.**

Всем хорошо известно, какое исключительное значение в жизни: человека и животных имеет сон. У человека и у многих животных периодика сна и бодрствования приурочена к суточной смене дня и ночи. Такой сон называется монофазным. У некоторых животных, например, у млекопитающих из отряда хищных, эта смена сна и бодрствования бывает несколько раз в сутки. Это – полифазный сон. Кроме того, сон бывает еще сезонным. Он выражается в том, что в неблагоприятный для организма период (холод, засуха и т. д.) некоторые животные впадают в характерное сонное, состояние, известное под названием спячки.

Многие функции организма во время сна меняют свою интенсивность. Уменьшается частота дыхательных движений и пульса, снижается уровень артериального давления, интенсивность обмена веществ и возбудимость нервной системы. Отсутствует ориентировочная реакция на внешние раздражители и обычная условно-рефлекторная деятельность. Отдельные реакции несколько усиливаются, например, расширяются периферические кровеносные сосуды, чем объясняется покраснение лица спящего человека. Почти все мышцы во время сна расслаблены, но некоторые из них могут быть в состоянии повышенного тонуса, например, если человек спит со сжатыми кулаками или с закинутыми за голову руками. Интересно, что во время сна при закрытых глазах зрачки сужаются, в то время как в бодром состоянии они реагируют на темноту расширением. Глазные яблоки во время сна отклоняются в разные стороны – утрачивается их обычная согласованность друг с другом.

Во время сна меняется характер электроэнцефалограммы. Если обычная электрическая активность головного мозга человека может состоять из медленных и частых колебаний от 3-4 до 20-30 в сек, причем в спокойном состоянии доминирует альфа-ритм (8-12 в сек), то при дремоте начинают преобладать более медленные колебания, при неглубоком сне появляются отдельные медленные волны (1-2 в сек) и, наконец, при полном сне эти волны становятся доминирующими.

О значении сна для организма можно судить по тому непреодолимому влечению к нему и тягостному состоянию, которое человек испытывает, если он в течение 2-3 суток по каким-либо причинам не имеет возможности заснуть. Специальные опыты известного французского физиолога и психолога А. Пьерона показали, что собаки, лишенные сна в течение 10-19 дней, погибают. Потребность во сне связана с возрастными особенностями организма; с возрастом продолжительность сна уменьшается. Так, новорожденные спят до 23 часов в сутки, дети 2-4 лет – 16 часов, 4-8 лет – 12 часов, 8-12 лет – 10 часов, 12-16 лет – 9 часов; взрослые люди обычно спят 8 часов. Различают сон нормальный, или физиологический, гипнотический, наркотический и патологический.

Многими исследованиями, в том числе и работами лаборатории И.П. Павлова, была показана ведущая роль нервной системы в возникновении сна. Павловская кортикальная теория сна возникла в результате многочисленных исследований условных рефлексов у животных при развитии сонного состояния и при выходе организма из него.

Экспериментальные факты позволили И.П. Павлову предположить, что сон – явление охранительного торможения, возникающее в результате сильного или длительного раздражения изолированного пункта больших полушарий. Механизм данного явления, по И.П. Павлову, «бесспорно есть результат истощения». Этот процесс представлялся ему в виде некоего особенного звена в общем ряду химических изменений, происходящих в данной клетке, которое передается и на другие клетки, не принимающие участия в работе. Это предположение и основанные на нем исследования позволили собрать факты, вскрывающие связь внутреннего торможения и сна. Оказалось, что во всех случаях внутреннего торможения, особенно при угасании и запаздывании, наблюдается сонливость и сон. Это доказывает, что внутреннее торможение может переходить в сон.

В результате многих экспериментов И.П. Павлов пришел к выводу, что «внутреннее торможение и сон – один и тот же процесс в его физико-химической основе», с той лишь разницей, что внутреннее торможение – это как бы частичный сон, раздробленный на отдельные очаги, а сон – это торможение, распространившееся на обширные участки головного мозга. Внутреннее торможение в какой-то мере уравновешивается раздражительным процессом, в то время как сон – это торможение, которое заметно преобладает над возбуждением. Это представление подтверждается и тем, что переход внутреннего торможения в сон может быть задержан противоположным процессом – возбуждением. Из обыденной жизни известно, что человеку, одолеваемому дремотой, достаточно произвести несколько движений, «размяться», чтобы такое состояние исчезло. Таким образом, наряду с внешним и внутренним торможением существует и сонное торможение, занимающее промежуточное положение.

Большое значение для теории сна имеют сведения о переходных состояниях от сна к бодрствованию и от бодрствования ко сну. Переходные состояния имеют несколько фаз, причем каждая характеризуется своеобразным отношением силы раздражения к величине рефлекса. По своему характеру они напоминают фазовые явления парабиоза, которые наблюдал Н.Е. Введенский, и поэтому некоторым из них были даны те же названия.

Во время переходных состояний зарегистрированы следующие гипнотические фазы, проявляющиеся друг за другом в более или менее отчетливой форме:

а) уравнительная фаза, в отличие от нормального состояния бодрствования, когда величина рефлекса зависит от силы раздражителя, характеризуется равными эффектами, как от сильных, так и от слабых раздражителей;

б) парадоксальная фаза – отличается извращенными силовыми отношениями: сильные раздражители вызывают уменьшенные, а слабые раздражители – увеличенные по сравнению с нормой рефлексы;

в) ультрапарадоксальная фаза – характеризуется противоположными ответами: положительный раздражитель тормозит, а тормозной, наоборот, вызывает условный рефлекс;

г) наркотическая фаза – общее снижение условнорефлекторной деятельности со значительно более сильным уменьшением рефлексов на слабые раздражители, чем на сильные;

д) тормозная фаза – фаза полного торможения условных рефлексов.

Физиологические исследования сновидений показывают, что они представляют собой «неупорядоченную», хаотическую, высшую нервную деятельность, которая наступает как следствие развивающегося в отдельных областях мозга сонного торможения, разъединяющего согласованную работу мозга.

Итак, согласно кортикальной теории И.П. Павлова, сон – это иррадиирующее торможение, которое может возникнуть в любом пункте головного мозга, но достигает своего развития только в том случае, когда оно охватывает значительные области коры.

**Виды сна**: различают нормальный (или физиологический), патологический, наркотический и гипнотический сон.

**1. Нормальный** (или физиологический) – это сонное торможение, вызванное естественными потребностями нейронов коры в восстановлении после длительного возбуждения.

В результате разлитого торможения, вызванного болезнетворными факторами, возникает патологический сон; к нему относятся летаргия, нарколепсия, сомнамбулизм и др.

**2. Летаргический сон**, или «мнимая смерть», характеризуется резким снижением температуры тела, снижением частоты дыхательных движений (с 16-18 в мин в норме – до 2-3) и сердцебиений (с 60- 80 ударов в минуту до 2-3). Признаки жизни у такого больного удается обнаружить подчас с огромным трудом. Эти формы сна бывают при истерии, общей истощенности организма и в результате очень сильных волнений. Сон может длиться от нескольких часов до нескольких и даже многих лет. Во время летаргии сознание сохраняется, больной запоминает то, что он слышит. Он может принимать пищу, если ее вкладывать в рот. Механизм этого сна, согласно взглядам И.П. Павлова, сводится к развитию запредельного торможения коры и подкорки в результате истощения нервной системы. Вследствие распространения торможения на подкорковые центры дыхания, кровообращения, обменных процессов эти функции резко снижаются. Совершенно очевидно, что мнимое умирание индийских йогов есть своеобразный летаргический сон, вызванный самовнушением, т. е. выработкой условных рефлексов у самого себя при помощи особых приемов, которые сохраняются в секрете.

**3. Сомнамбулизм** – относится к редким случаям патологического частичного сна, или хождение во время сна. Выражается это отклонение от нормального сна в том, что спящий человек поднимается и начинает ходить, при этом делает весьма ловкие движения, передвигается по карнизам дома, забирается на крыши и т. п. Такое необычное поведение объясняется тем, что у спящего человека растормаживаются и приходят в деятельное состояние двигательные корковые и подкорковые области при глубоком торможении остальных областей мозга. Сомнамбулизм частот называют лунатизмом, хотя эта болезнь никакого отношения к луне не имеет – просто люди стали замечать таких больных во время лунных ночей. Это заболевание успешно лечат при помощи гипноза.

**4. Гипнотическое состояние** – особый вид сонного торможения, которое может возникать у человека, и сходные с ним явления у животные в виде обездвиживания, «замирания» при опасности. Так называемый животный гипноз, согласно взгляду Павлова, развился у животных в процессе эволюции как приспособительная реакция, «самосохранительный рефлекс». Он возникает «перед огромной силой, при встрече с которой для животного нет спасения ни в борьбе, ни в бегстве, шанс остаться целым – именно в неподвижности или, чтобы не быть замеченным... или чтобы... движениями не вызвать... нападающей реакции». По-видимому, это особый вид запредельного торможения.

**Фармакологический или наркотический** – это сон, вызванный при помощи различного рода снотворных, применяется в медицине для лечебных целей.

Все виды сна: физиологический, гипнотический, патологический и наркотический имеют общие черты как в их внешнем выражении, обнаруживаемом по общему поведению организма и состоянию его функций, так и во внутреннем физико-химическом выражении. Вместе с тем различные формы сна имеют свои специфические отличия, которые в настоящее время подлежат изучению.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте классификацию видов торможения условных рефлексов. 2. Что такое угасательное торможение и дифференцировочное торможение? 3. Расскажите о запаздывательном торможении и условном тормозе. 4. Что такое сонное торможение? 5. Расскажите о видах сна.