

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГУМАНИТАРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра психологии

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

Методическое пособие

Бишкек – 2010

УДК 612.821 (072)

П 86

Составитель – канд. мед. наук, доцент О.К. Обидина

Рецензенты:

канд. мед. наук, доцент И.А. Агеева,

канд. мед. наук Е.С. Молчанова

Рекомендовано к изданию РИСО КРСУ.

П 86 ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ: Методическое пособие / Сост. О.К. Обидина. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2010. – 144 с.

© КРСУ, 2010 г.

ОПИСАНИЕ КУРСА

«Психофизиология» является дисциплиной ОПД, курс обязательный. Дисциплина читается в 4-м семестре.

В курсе рассматриваются принципы переработки информации в центральной нервной системе (ЦНС); психофизиология сенсорных процессов, движений, памяти, обучения, функциональных состояний и эмоций; психофизиология ориентировочно-исследовательской деятельности и принятия решений; психофизиология высших психических функций; когнитивная психофизиология; прикладная психофизиология; методы психофизиологического исследования; системная психофизиология; психофизиология индивидуальных различий (дифференциальная психофизиология). В связи с достижениями последних десятилетий психофизиология стала наукой не только о физиологических, но и нейронных механизмах психических процессов, состояний и поведения.

Базовой дисциплиной для этого курса является «Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем». Психофизиология предваряет изучение следующих курсов: «Психогенетика», «Основы нейропсихологии» и «Клиническая психология». Это те дисциплины, при изучении которых необходимы знания мозговых механизмов поведения и психики, базирующихся на рефлекторной теории в ее современном виде.

Знание психофизиологии также важно при изучении курсов: «Социальная психология», «Возрастная психология и психология развития», «Психофармакология».

Цель: познакомить студентов с современным состоянием науки «Психофизиология» в области познавательной сферы, функциональных состояний, профессиональной деятельности и дифференциальной психофизиологии.

Задачи:

- 1) изучить методы исследования в психофизиологии;
- 2) изучить физиологические основы психической деятельности и поведения человека;

3) познакомить студентов с аппаратурой, используемой в психофизиологических исследованиях и научить использовать некоторые методы для определения напряженности адаптивных механизмов человека.

В результате изучения курса «Психофизиология» специалист должен знать:

1) методы, применяемые в психофизиологических исследованиях (и владеть некоторыми из них);

2) особенности проявления физиологических механизмов психических процессов с учетом межполушарной асимметрии.

ПРОГРАММА КУРСА

Раздел I. Предмет, задачи и методы психофизиологии

Тема. 1. Предмет и задачи психофизиологии

Вопросы для самоподготовки

1. История психофизиологии.
2. Предмет, принципы и задачи психофизиологического исследования.

Психофизиология (от греч. *psyche* – «душа», *physis* – «природа», *logos* – «учение») – наука, изучающая физиологические механизмы психических процессов и состояний.

Психофизиология является междисциплинарной научной дисциплиной, возникшей на стыке психологии и физиологии и изучающей роль биологических факторов, в том числе свойств нервной системы, в реализации психической деятельности, т.е. исследует психические процессы и состояния в единстве с их нейрофизиологическим субстратом (рис. 1).

В становлении психофизиологии как науки огромный вклад внесли русские ученые. Трудами И.М. Сеченова, И.П. Павлова, В.М. Бехтерева, А.А. Ухтомского были заложены основные представления о движущих факторах поведения, которое стало пониматься как единство внутреннего и внешнего, субъективного и объективного.

Разработка адекватных методов физиологического исследования поведения открыла дорогу экспериментальному изучению механизмов психической деятельности человека. Многие идеи-предвидения нашли воплощение в работах целого ряда ведущих российских и советских ученых – Л.С. Выготского, П.К. Анохина, Н.А. Бернштейна, А.Р. Лурия, И.С. Бериташвили, Л.В. Крушинского, М.Н. Ливанова, В.С. Русинова, Е.Н. Соколова, П.В. Симонова, А.С. Батуева и др., в

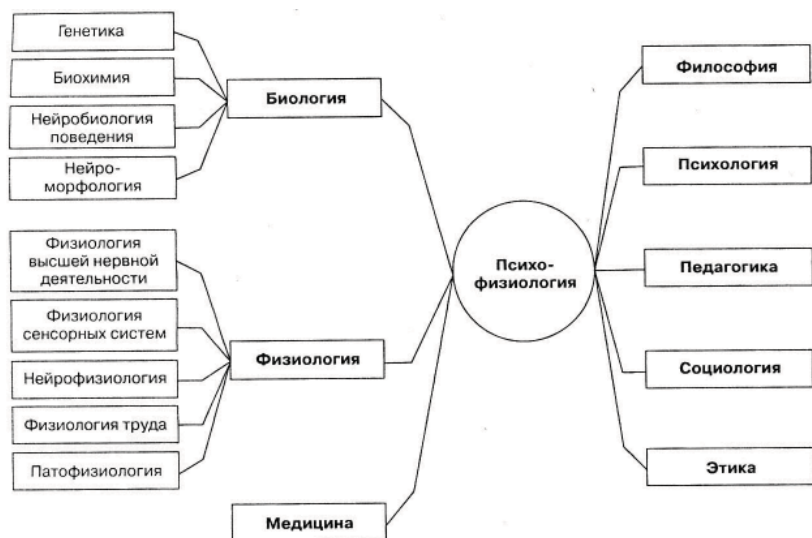


Рис. 1. Связь психофизиологии с системой естественнонаучных и гуманитарных знаний



Рис. 2. Предмет и задачи психофизиологии

которых отразились современные тенденции развития психофизиологического знания.

Предмет психофизиологии – структура психофизиологических факторов (биологических и социальных) и особенности их влияния на процесс исторического и индивидуального развития человека (рис. 2).

Цель психофизиологии – показать человека во всей совокупности его биологических, психических и социальных проявлений.

Для формирования целостного представления о биосоциальной природе человека требуется:

↪ сформировать представление о подчиненности организма и его систем работе головного мозга, показать зависимость психической деятельности, понимаемой как синтез сознательного и бессознательного, от функционального состояния головного мозга и физиологических систем организма;

↪ раскрыть механизмы программирующей деятельности мозга человека в процессе подготовки к выполнению различных форм активности;

↪ выявить роль системообразующих факторов, определяющих на сознательном и бессознательном уровнях психики характер нервно-психического статуса человека и особенности его деятельности;

↪ сформировать основные представления о физиологических предпосылках формирования индивидуальной психической деятельности человека, показать роль социальной среды в воспитании основных черт характера, формировании личности.

Отсюда основными *задачами психофизиологии* являются:

1) исследование физиологических механизмов психических процессов и состояний на системном, нейронном, синаптическом и молекулярном уровнях;

2) изучение нейрофизиологических механизмов организации высших психических функций человека.

Литература: основная: 1–3, дополнительная: 6, 7, 9.

Тема 2. Методы психофизиологии

Вопросы для самоподготовки

1. Методы психофизиологии:

- электроэнцефалография;
- вызванные потенциалы головного мозга;
- магнитоэнцефалография;
- измерение локального мозгового кровотока;
- томографические методы исследования мозга;
- электромиография;
- электрическая активность кожи;
- показатели работы сердечно-сосудистой системы;
- показатели активности дыхательной системы;
- детектор лжи.

2. Выбор методик и показателей для психофизиологического исследования.

Психофизиология – экспериментальная наука, поэтому важное значение имеет применение адекватных методов исследования. К основным методам психофизиологического исследования относятся следующие.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – метод неинвазивной регистрации и анализа суммарной биоэлектрической активности, отводимой как с поверхности черепа, так и из глубоких структур мозга. ЭЭГ-сигнал представляет собой изменяющуюся во времени разность потенциалов между находящимися на скальпе электродами. Отводящие электроды накладываются на разные участки поверхности головы с учетом стандартной системы наложения электродов, получившей название «10–20» (Jasper, 1958). В соответствии с этой системой у испытуемого делают три измерения черепа (рис. 3): а) продольный размер черепа – расстояние между точкой перехода лобной кости в переносицу (назион) и затылочным бугром; б) поперечный размер черепа – расстояние по черепу через макушку (вертекс) между наружными слуховыми проходами обеих ушей; в) длину окружности головы. Измеренные расстояния разделяют на интервалы, при этом длина каждого интервала, начинающегося от точки измерения, составляет 10%, а остальные интервалы – 20% от соответствующего размера черепа.

В стационарный комплекс для регистрации ЭЭГ и ряда других показателей входят: звукоизолирующая экранированная камера, обо-

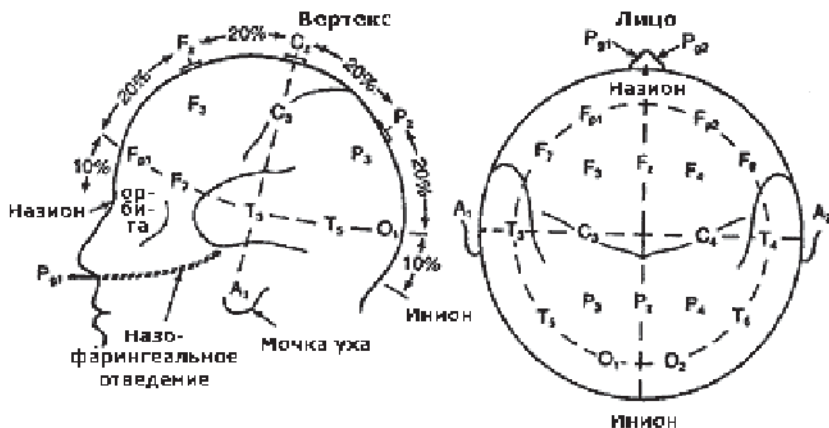


Рис. 3. Система 10–20 (Jasper, 1958). Расположение электродов на поверхности головы: F – лобная часть; C – центральная; P – теменная; T – височная; O – затылочная. Нечетные индексы – левая половина головы, четные индексы – правая, Z – средняя линия

рудованное место для испытуемого, многоканальные усилители, регистрирующая аппаратура (энцефалограф, компьютер). Обычно используется от 8 до 16 каналов регистрации ЭЭГ от различных участков поверхности черепа одновременно. Анализ ЭЭГ осуществляется как визуально, так и с помощью компьютерных программ.

По частоте и амплитуде в ЭЭГ различают следующие типы ритмических составляющих (рис. 4):

1. Альфа-ритм – наиболее часто встречающийся ритм, с частотой 8–13 Гц и с амплитудой 50–100 мкВ. Наблюдается он в состоянии спокойного бодрствования, медитации и длительной монотонной деятельности. В первую очередь появляется в затылочных областях, где он наиболее выражен, и может периодически распространяться на другие области мозга.

2. Бета-ритм – колебания в диапазоне 14–30 Гц с амплитудой 5–30 мкВ. Наиболее выражен в лобных областях, но при различных видах интенсивной деятельности резко усиливается и распространяется на другие области мозга.

3. Гамма-ритм – колебания потенциалов в диапазоне выше 30 Гц, амплитуда не превышает 15 мкВ. Наблюдается при решении задач, требующих максимального сосредоточения внимания.

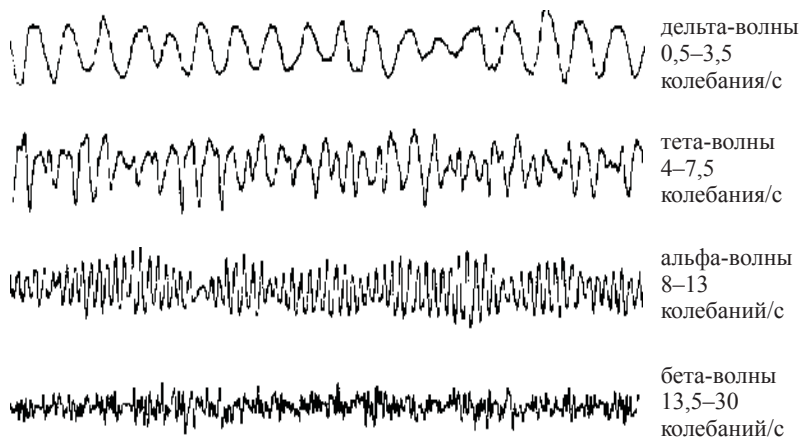


Рис. 4. Спонтанные колебания биопотенциалов

4. Тета-ритм – имеет частоту 4–8 Гц и амплитуду 20–100 мкВ (и даже более). Наиболее выражен в гиппокампе. Связан с поисковым поведением, усиливается при эмоциональном напряжении, в стадиях медленного сна, может быть связан с квантованием извлекаемых из памяти энграмм (П.В. Симонов, 1979).

5. Дельта-ритм – состоит из высокоамплитудных (сотни микро-вольт) волн частотой 1–4 Гц. Возникает при естественном и наркотическом сне, а также при регистрации ЭЭГ от участков коры, граничащих с областью, пораженной опухолью.

6. Мю-ритм (роландический или аркообразный) – регистрируется в роландической борозде. Близок по частоте и амплитуде к альфа-ритму, но отличается формой волн, имеющих округленные вершины (похожи на арки); встречается редко. Связан с тактильным и проприоцептивным раздражением и воображением движения. Выражен у слепых.

7. Каппа-ритм – сходен по частоте с альфа-ритмом, регистрируется в височной области при подавлении альфа-ритма в других областях в процессе умственной деятельности. Альфа-, мю- и каппа-ритмы относят к одной частотной категории ритмов ЭЭГ.

Магнитоэнцефалография (МЭГ) – метод регистрации и анализа параметров магнитных полей организма человека. Магнитные поля создаются слабыми электрическими токами как результат активности

нервных клеток. Данный метод дополняет информацию, получаемую с помощью ЭЭГ. Однако МЭГ имеет более точное пространственное разрешение, так как магнитная активность не зависит от электропроводящих свойств окружающих тканей (мозговых оболочек, спинно-мозговой жидкости, костей черепа и т.д.) и регистрируется неискаженной, в отличие от ЭЭГ.

Метод вызванных потенциалов (ВП) (англ. *evoked potential*) – реакция мозга на внешний раздражитель или внутренне обусловленный нервный процесс. Наиболее распространены раздражители визуального и аудиального типа.

Метод вызванных потенциалов применяют для того, чтобы создать функциональную нагрузку на нужный отдел мозга. При создании вызванных потенциалов учитывают первичные и вторичные ответы. Первичный ответ – это регистрация специфических ритмов сразу после воздействия раздражителя (в первые 100 мс). Вторичный ответ – неспецифический, возникает через некоторое время после действия раздражителя.

Для регистрации вызванных потенциалов используют электроэнцефалографы. Поскольку амплитуда ВП (5–15 мкВ) гораздо меньше амплитуды ЭЭГ в состоянии бодрствования (20–70 мкВ), то для выделения ВП проводят *когерентное накопление* ВП: стимул предъявляется несколько раз (рекомендуется не менее 25), после чего компьютер суммирует отрезки ЭЭГ продолжительностью 0,5–2 с, которые следуют сразу после предъявления стимула. В результате постоянные компоненты ВП суммируются, а «случайные» компоненты ЭЭГ, наложившиеся на запись во время регистрации ВП, нивелируются.

Различают зрительные ВП (ЗВП), аудио ВП (АВП), соматосенсорные ВП (СВП), связанные с событиями ВП (ССВП, в английском варианте – *event-related potential ERP*), когнитивные ВП (КВП), которые являются частным случаем ССВП.

Характеристиками вызванных потенциалов являются латентный период, полярность, форма и поведение при разного рода воздействиях. Первоначально ВП выступали как основа для анализа реакций мозга на внешние стимулы, в дальнейшем стали использоваться и для анализа внутренне обусловленных нервных процессов. На основании данных, полученных с помощью этого метода, строятся гипотезы относительно восприятия, внимания, интеллекта, функциональной асимметрии мозга и индивидуальной психофизиологической дифференциации. В частности, могут быть зафиксированы биоэлектри-

ческие колебания, связанные с активностью двигательной коры (моторный потенциал), с окончанием движения, с состоянием намерения произвести какое-либо действие (Е-волна), пропуска ожидаемого стимула. Форма, амплитуда и латентный период колебаний вызванных потенциалов обусловлены местом локализации регистрирующего электрода, модальностью и интенсивностью стимула, состоянием и индивидуальными особенностями индивида.

Электромиография – метод регистрации электрических явлений, возникающих в мышцах при их возбуждении. Применяется для распознавания заболеваний центральной и периферической нервной системы (при параличах, полиневритах, поражениях отдельных нервов), заболеваниях мышц (миопатия, миастения).

Электрические потенциалы регистрируются с помощью поверхностных накожных электродов, когда надо оценить состояние группы мышц, или игольчатых электродов, вводимых в определенную мышцу. Электромиограммы записываются с помощью современных чувствительных аппаратов – электромиографов. Как и при других электрофизиологических исследованиях, электромиограммы записываются не только в покое, но при нагрузках. В норме в покое мышца не проявляет электрической активности. При раздражении и сокращении появляются характерные комплексы (паттерны) электрических сигналов.

Электромиография позволяет объективно оценить состояние мышц и периферических нервов, выявлять ранние стадии болезней, а также контролировать эффективность проводимого лечения.

Электроокулография (ЭОГ) – метод регистрации анализа движений глаз, основанный на измерении разности потенциалов роговицы и сетчатки глаза. С одной стороны, ЭОГ необходима для выявления артефактов от движений глаз в ЭЭГ, с другой стороны, этот показатель выступает и как самостоятельный предмет исследования, и как составляющая при изучении субъекта в деятельности.

Электрическая активность кожи (ЭАК) – связана с активностью потоотделения. Из центральной нервной системы к потовым железам поступают влияния из коры больших полушарий и из глубоких структур мозга – гипоталамуса и ретикулярной формации. Именно поэтому существовавшее ранее представление о том, что потоотделение полностью контролируется волокнами симпатической нервной системы, нельзя считать верным: потовая железа – это «орган с неожиданно высокой биологической сложностью». У человека на теле имеется 2–3 млн. потовых желез, причем на ладонях и подошвах

их в несколько раз больше, чем на других участках тела. Их главная функция – поддержание постоянной температуры тела – заключается в том, что выделяемый ими пот испаряется с поверхности тела и тем самым охлаждает его. Однако некоторые потовые железы активны не только при повышении температуры тела, но и при сильных эмоциональных переживаниях, стрессе и разных формах активной деятельности субъекта. Эти потовые железы сосредоточены на ладонях и подошвах и в меньшей степени на лбу и подмышках. ЭАК обычно и используется как показатель такого «эмоционального» и «деятельностного» потоотделения. Ее обычно регистрируют с кончиков пальцев или с ладони биполярными неполяризуемыми электродами.

Существует два способа исследования электрической активности кожи: метод Фере, в котором используется внешний источник тока, и метод Тарханова, в котором внешний источник тока не применяется. В настоящее время считается, что существуют различия в физиологической основе показателей, измеряемых этими методами. Если раньше эти показатели ЭАК называли общим термином – кожно-гальваническая реакция, то сейчас в случае приложения внешнего тока (метод Фере) показателем считается проводимость кожи (ПрК), а показателем в методе Тарханова – электрический потенциал самой кожи (ПК). Поскольку выделение пота из потовых желез имеет циклический характер, то и записи ЭАК носят колебательный характер. Расшифровка этих колебательных процессов прямо связана с механизмом ЭАК и поэтому остается проблематичной.

Метод компьютерной томографии – регистрация метаболических процессов в различных областях мозга, позволяющих судить об активности этих областей в процессе деятельности. Компьютерная томография основана на использовании новейших технических методов и вычислительной техники, позволяющих получить множество изображений одной и той же структуры и ее объемное изображение.

Из методов компьютерной томографии наиболее часто используется *позитронно-эмиссионная томография* (ПЭТ). Позволяет охарактеризовать активность различных структур мозга на основе изменения метаболических процессов. При обменных процессах нервные клетки используют определенные химические элементы, которые можно пометить радиоизотопами. Усиление активности сопровождается усилением обменных процессов, и в областях повышенной активности образуется скопление изотопов, по которым судят об участии тех или иных структур в психических процессах.

Другим широко используемым методом является *ядерно-магнитно-резонансная томография*. Метод основан на получении изображения, отражающего распределение плотности ядер водорода (протонов), при помощи электромагнитов, расположенных вокруг головы человека. Водород – один из химических элементов, участвующих в метаболических процессах, и потому его распределение в структурах мозга является надежным показателем их активности. Преимущество этого метода состоит в том, что его использование в отличие от ПЭТ не требует введения в организм радиоизотопов и вместе с тем так же, как ПЭТ, позволяет получить четкие изображения «срезов» мозга в различных плоскостях.

Методы оценки функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС) – комплекс методов изучения физиологического обеспечения психических процессов по показателям деятельности ССС.

Изменения функциональной активности структур мозга требуют адекватного метаболического обеспечения и прежде всего усиленного снабжения кислородом, что достигается интенсификацией кровоснабжения. Это определяет использование различных показателей деятельности сердечно-сосудистой системы.

Признаками, отражающими напряженную работу сердца и усиление выброса крови, являются изменение минутного объема крови (количество крови, проталкиваемой через сердце за 1 мин) и частота сердечных сокращений (ЧСС), которая может быть зафиксирована как простым наблюдением за пульсом, так и при регистрации электрокардиограммы (наиболее часто используется как показатель функционального состояния ЦНС). Широко используется введенный Р.М. Баевским расчетный показатель – индекс напряжения (ИН), учитывающий как ЧСС, так и ее стабильность. ИН прямо пропорционален ЧСС и обратно пропорционален вариации интервалов между двумя сокращениями сердца. Его увеличение свидетельствует о напряжении функционирования сердечно-сосудистой системы.

Изменения в периферических сосудах изучаются с помощью *плетизмографии*, основанной на регистрации изменений объема крови, поступающей к различным органам. Наиболее распространена пальцевая плетизмография. В плетизмограмме различают два типа изменений: тонические, отражающие общие изменения объема крови, и фазические, обусловленные изменением пульсового объема от одного сокращения сердца к другому. Оба показателя – чувствительные индикаторы вегетативных сдвигов при психической деятельности. Для

изучения локального мозгового кровотока используются клиренсные методы, основанные на измерении скорости вымывания из ткани мозга введенных в организм изотопов ксенона либо криптона (изотопный клиренс) или атомов водорода (водородный клиренс). Скорость вымывания вводимых химических веществ прямо связана с интенсивностью кровотока. Увеличение локального мозгового кровотока отражает рост уровня метаболической активности в определенных участках мозга.

Показатели активности дыхательной системы. В психофизиологических экспериментах в настоящее время дыхание регистрируется относительно редко и, главным образом, чтобы контролировать артефакты. Для измерения интенсивности (амплитуды и частоты) дыхания используют прибор – пневмограф. Он состоит из надувной камеры-пояса, оборачиваемой вокруг грудной клетки исследуемого, и отводящей трубки, соединенной с манометром и регистрирующим устройством. По записи с регистрируемого аппарата легко анализировать частоту вдохов в минуту, а также амплитуду дыхательных движений в разных ситуациях.

Детектор лжи – условное название прибора – полиграфа, одновременно регистрирующего комплекс физиологических показателей (КГР, ЭЭГ, реоплетизмограмму и др.) с целью выявить динамику эмоционального напряжения.

Литература: основная: 1–3; дополнительная: 6, 7, 9, 18, 21, 22.

Раздел II. Психофизиология функциональных состояний

Тема 3. Психофизиология функциональных состояний

Вопросы для самоподготовки

1. Функциональные состояния: определение, уровни проявления и компоненты функциональных состояний.
2. Классификация функциональных состояний.
3. Методы диагностики функциональных состояний.
4. Биологическая обратная связь в регуляции функциональных состояний.
5. Виды искусственной обратной связи в психофизиологии.
6. Значение обратной связи в организации поведения и движений.

Наиболее часто функциональное состояние (ФС) определяют как фоновую активность нервных центров, при которой реализуется та или иная конкретная деятельность человека. В классической физиологии такое представление о ФС выразилось в том, что оно соотносилось с одной или несколькими характеристиками нервной ткани. Так, И.П. Павлов связывал ФС с тонусом коры больших полушарий или ее возбудимостью. Дальнейшие исследования показали, что ФС отражается не только в изменении возбудимости головного мозга, но и в уровне его реактивности и лабильности.

Современное представление о ретикулярной формации (РФ) с ее активирующими и инактивирующими отделами и лимбической системе, определяющей мотивационное возбуждение, а также изучение нейронных механизмов регуляции ФС дают основание рассматривать его как особый класс функциональных систем, связанных с модулирующей системой мозга.

Обе модулирующие системы, будучи тесно связаны с высшими отделами коры больших полушарий, образуют особую функциональную систему, имеющую несколько уровней реагирования: физиологический, поведенческий, психологический (субъективный). В соответствии с этой логикой функциональное состояние можно рассматривать как результат активности объединенной функциональной системы.

Таким образом, в психофизиологии функциональное состояние выступает как результат взаимодействия модулирующих систем мозга и высших отделов коры больших полушарий, который определяет текущую форму жизненной активности индивида.

Уровень бодрствования *является внешним проявлением активности нервных центров*. Это понятие характеризует интенсивность поведения. Все поведенческие проявления можно рассматривать как континуум (или одномерную шкалу), обусловленный колебаниями возбуждения модулирующих систем мозга. По некоторым представлениям, между сном и состоянием крайнего возбуждения имеется непрерывный ряд изменений уровня бодрствования, вызываемых изменениями уровней активности нервных центров. Максимальная эффективность деятельности соответствует оптимальному уровню бодрствования.

Изменения уровней бодрствования связаны с изменениями тонуса соответствующих нервных центров, при этом можно выделить несколько уровней регуляции бодрствования: клеточный, отдельных центров и мозга как целого.

Физиологические методы диагностики функциональных состояний представляют собой особый класс методических приемов и показателей, по которым можно надежно и объективно судить о текущем состоянии организма и его изменениях. Детальный анализ методов психофизиологии был представлен в теме 2. Рассмотрим специфику их использования при диагностике функциональных состояний.

ЭЭГ-показатели ФС. Изменения параметров электрической активности мозга традиционно используются в качестве непосредственного индикатора динамики уровня активации. Различным уровням бодрствования соответствуют характерные изменения спектрального состава ЭЭГ. Для спокойного бодрствования типично преобладание альфа-ритма, степень выраженности которого еще более увеличивается при закрытых глазах. При открывании глаз и повышении уровня бодрствования наступает явление блокады альфа-ритма. Для активного бодрствования характерна десинхронизированная ЭЭГ с преобладанием высокочастотных составляющих бета- и гамма-ритмов. При эмоциональном напряжении и умственной активности в ЭЭГ может появляться и усиливаться тэта-ритм. В состоянии утомления начинает более отчетливо проявляться медленноволновая активность в тэта- и дельта-полосах. По мере возрастания утомления продолжительность этих периодов увеличивается и возникает картина «гиперсинхрониза-

ции» ЭЭГ. Дельта-ритм также наиболее характерен для определенной стадии сна.

Динамика вегетативных показателей. При диагностике функциональных состояний применяются показатели сердечно-сосудистой, мышечной, дыхательной, выделительной и других систем организма.

Например, частота сердечных сокращений, сила сокращений сердца, минутный объем сердца, артериальное давление, региональный кровоток закономерным образом меняются при изменении функциональных состояний, прежде всего на фоне больших физических нагрузок. При интенсивной работе минутный объем может увеличиться почти в десять раз: с 3–5 до 25–30 л, возрастает частота сердечных сокращений и кровоток в скелетных мышцах, может увеличиваться кровяное давление.

Однако в отсутствие физических нагрузок изменения тех же показателей неоднозначны. Другими словами, при одних и тех же внешних раздражителях можно наблюдать противоположные по направлению изменения в показателях работы сердечно-сосудистой системы. Эти факты имеют свое закономерное объяснение.

Регуляция гемодинамики (ударного и минутного объема крови, артериального давления, распределения крови по организму) осуществляется с помощью симпатического и парасимпатического отделов нервной системы. Оба отдела, в свою очередь, находятся под контролем высшего вегетативного центра организма – гипоталамуса и ряда других подкорковых структур. Поэтому изменения в состоянии симпатического и парасимпатического отделов имеют системный характер, т.е. закономерным образом проявляются в состоянии большинства органов и систем.

Биологическая обратная связь (БОС). Теоретические и экспериментальные исследования в области физиологии представляют биологическую обратную связь как процесс саморегуляции поведенческих и физиологических функций. В живых организмах саморегуляция опосредуется механизмами обратной связи. Любая система, поведение которой основано на принципе обратной связи, обладает тремя основными свойствами:

- генерирует движение к цели по определенному пути;
- обнаруживает ошибку путем сравнения реального действия с правильным путем;
- использует сигнал об ошибке для изменения направления действия.

В здоровом организме информация о результатах деятельности какого-либо органа (нервного центра, железы, мышцы) всегда тем или иным способом возвращается к нему обратно. На основе этого производятся изменения и корректировки первоначальной деятельности. Тем самым создается петля «обратной связи». Этот механизм действует практически на всех уровнях организации живого организма, начиная от петель обратной связи, ответственных за изменение скорости протекания самых элементарных биохимических реакций, до крайне сложных видов поведенческой деятельности.

Обратная связь (обратная **афферентация**) является важнейшим звеном функциональных систем всех уровней организации. Она выступает как важнейший механизм саморегуляции поведения и деятельности животных и человека.

Искусственная обратная связь. Важная особенность обратной связи заключается в том, что ее можно рассматривать как метод регуляции функциональных состояний организма и управления деятельностью человека. Суть в том, что при помощи специально сконструированных приборов информация о функциональном состоянии человека или результатах его деятельности регистрируется, преобразуется в доступную для восприятия форму и посылается обратно. Анализируя «вернувшуюся» информацию, человек принимает решение о дальнейших шагах в своем поведении, будь это управление состоянием организма или выполнение производственной задачи. Иными словами, при помощи специальной аппаратуры создается искусственная петля «обратной связи», с помощью которой человек способен сознательно регулировать многие функции своего организма, начиная от изменения скорости протекания элементарных психофизиологических реакций до крайне сложных видов деятельности.

Виды искусственной обратной связи в психофизиологии

Электромиографическая (ЭМГ) обратная связь. Этот тип связи основан на использовании *миографа* – прибора, улавливающего и усиливающего электрические импульсы, возникающие при мышечном напряжении. Миограф регистрирует уровень мышечной активности и преобразует эту активность в сигналы, доступные для восприятия человека, пропорционально силе мышечного напряжения. Обратная связь с человеком осуществляется при помощи световых или звуковых сигналов. Например, изменяется освещенность комнаты: чем больше человек напрягает свои мышцы, тем ярче светят лампочки, и наоборот. Задавшись целью снизить уровень мышечного напряже-

ния, человек в оценке результатов своих усилий ориентируется на изменения освещенности. Человек, таким образом, воспринимает эти сенсорные раздражители как информацию, необходимую ему для изменения степени мышечного напряжения, для релаксации.

Температурная обратная связь. Использование температурной связи основано на том факте, что периферическая температура кожи отражает степень сужения или расширения кровеносных сосудов. Когда периферические кровеносные сосуды расширены, ток крови через них увеличивается и кожа становится более теплой. Измеряя температуру в конечностях, можно определить степень сужения кровеносных сосудов и, так как их сужение и расширение регулируется симпатическим отделом автономной нервной системы, можно тем самым косвенно оценить степень симпатической активности. Аппаратура для температурной обратной связи состоит из датчика и обрабатывающего устройства. Как и при регистрации мышечного напряжения доступные для восприятия стимулы свидетельствуют о температуре кожи пропорционально ее изменениям.

Электроэнцефалографическая (ЭЭГ) обратная связь. ЭЭГ записывается обычным способом, однако предварительно определяются *частотные* и *амплитудные* характеристики контролируемых показателей испытуемого (как правило, *альфа*- или *тета-ритма*) и по их величине настраивается «окно» звуковой обратной связи. Человек получает обратную связь в виде звука, когда амплитуда и частота соответствующих ритмов находятся в пределах установленного индивидуального диапазона. Как показывают многочисленные опыты, человек может относительно быстро овладеть умением настраивать собственную электрическую активность в соответствии с заданными параметрами.

Электрокожная (ЭК) обратная связь. Основу для этого варианта обратной связи составляет электрическая активность кожи (см. тему 2). Наиболее часто встречающимися индикаторами обратной связи служат преобразованные в доступную для восприятия форму сопротивление и проводимость кожи. Поскольку изменения электрических характеристик кожи являются функцией симпатической нервной системы, то с помощью ЭК человек обучается регулировать уровень активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Комплексная обратная связь основана на сочетании двух или более видов обратной связи из числа описанных выше (например, одновременно с ЭЭГ-обратной связью можно применять ЭМГ-обратную

связь). Последнее позволяет человеку более дифференцированно и эффективно осуществлять регуляцию соответствующих психофизиологических показателей и функциональных состояний организма.

Значение обратной связи в организации поведения ярко иллюстрируют исследования с отставлением информации о результатах выполнения действия.

Задержка обратной связи. Впервые этот экспериментальный прием использовал американский исследователь В. Ли. С помощью двойного звукозаписывающего устройства он фиксировал речь испытуемого и подавал ее обратно с помощью электрического преобразователя через наушники, которые препятствовали непосредственному восприятию испытуемым своей речи. Такая система позволяла создавать задержки между речевыми движениями испытуемого и звуковой обратной связью от этих движений. Задержки около 0,2 с вызывали у испытуемых радикальное нарушение речи – заикание, паузы, ошибки и в ряде случаев полное ее прекращение. Эти факты убедительно свидетельствуют, насколько важно человеку для правильного проговаривания слышать свою собственную речь. Описаны эффекты задержек обратной связи и для других видов деятельности человека, таких, как письмо, рисование, пение, управление позой и движениями головы и др. Исследования показали, что задержка сенсорной обратной связи снижает организацию и эффективность всех движений тела, при этом наблюдается ухудшение точностных, временных и интегративных характеристик всех сенсомоторных механизмов. Так, в частности, уже после нескольких минут участия в экспериментах со звуковой задержкой профессиональные музыканты (пианисты, скрипачи, виолончелисты, флейтисты) полностью отказывались от участия в дальнейших экспериментах, поскольку они сразу обнаружили, что подобный эксперимент разрушает навыки игры. В различных экспериментах с применением компьютера было установлено, что задержка зрительной обратной связи от движений глаз ухудшает все виды глазодвигательной активности при прослеживании.

Значение обратной связи в организации движения. Тот факт, что даже небольшие нарушения нормальных временных и/или пространственных параметров обратной связи вызывают существенное ухудшение двигательных навыков, моторной деятельности и обучения (независимо от того, какие нейронные механизмы участвуют в процессах формирования двигательного навыка), позволяет предположить наличие тесных взаимосвязей между периферическим мото-

сенсорным и центральными механизмами регуляции динамики движений.

Терапевтическое значение искусственной обратной связи. Проблема биологической обратной связи является одной из наиболее важных при изучении взаимодействия психики и тела. Как экспериментальный метод искусственная обратная связь позволяет изучать, какими способами мозг человека «дирижирует» различными функциями системы «психика – тело». Существуют и терапевтические аспекты применения искусственной обратной связи, когда, опираясь на получаемую информацию, человек стремится улучшить свое **функциональное состояние**.

Одним из условий успешности применения обратной связи в клинике является степень когнитивного переструктурирования воспринимаемой человеком внешней и внутренней информации, в результате которого он начинает более дифференцированно оценивать способы взаимодействия мозга и тела.

Имеются многочисленные данные, свидетельствующие о том, что при наличии соответствующей информации на основе обратной связи человек может научиться изменять такие функции своего организма, которые ранее считались недоступными для сознательного контроля, например степень мышечного напряжения, величину альфа-ритма, температуру кожного покрова, сердечную деятельность и др. Практическое применение обратной связи непосредственно связано с регуляцией состояния избыточного напряжения симпатического отдела вегетативной нервной системы с целью снижения его нежелательных для организма последствий.

Литература: основная: 1–4; дополнительная: 8–10, 13, 16.

Тема 4. Психофизиология сознания

Вопросы для самоподготовки

1. Психофизиологический подход к определению сознания.
2. Физиологические условия осознания раздражителей.
3. Сознание и межполушарная асимметрия мозга.
4. Мозговые центры и сознание.
5. Измененные состояния сознания.

Проблема сознания имеет явно выраженный междисциплинарный характер. Тем не менее, многочисленные данные позволяют выделять особый психофизиологический аспект проблемы сознания. Не вызывает сомнения тот факт, что индивидуальное сознание человека неразрывно связано с материальными процессами, протекающими в организме человека, в первую очередь в ЦНС и головном мозге.

Единого общепринятого определения сознания в психологии и психофизиологии не существует. В большинстве случаев сознание определяют через функции, которые оно выполняет. Например, нейрофизиолог Х. Дельгадо, автор широко известной книги «Мозг и сознание» (1971), представлял сознание как организованную группу процессов в нервной ткани, возникающих немедленно на предшествующие интрапсихические (вызванные внутренними причинами) или экстрапсихические (вызванные внешними причинами) процессы. Эта группа нервных процессов, т.е. сознание, воспринимает, классифицирует, трансформирует и координирует вызвавшие его процессы с целью начать действие на основе предвидения его последствий и в зависимости от наличной информации.

В других определениях подчеркиваются системность сознания, комплексность выполняемых им функций, связь с памятью (прошлым и будущим человека), привязанность к мозговому субстрату. П.В. Симонов (1987), например, особо выделяет коммуникативный аспект сознания, определяя его как оперирование знанием, способность к направленной передаче информации от одного лица к другому.

При анализе сознания как психофизиологического феномена необходимо четко различать два его аспекта. *Во-первых*, сознанию соответствует *определенный диапазон (уровень)* в существующем континууме «сон – бодрствование» (табл. 1). *Во-вторых*, в качестве самостоятельной характеристики предлагается выделять *содержание сознания*. Последнее непосредственно связано с психическим отражением и выполняет все функции, перечисленные в определении, данном выше. Обе стороны сознания тесно связаны между собой.

Таким образом, в психофизиологии сознание понимается, в первую очередь, как особое состояние мозга, при котором только и возможна реализация высших психических функций, т.е. – это специфическое состояние мозга, позволяющее осуществлять определенные когнитивные операции. Выход из этого состояния приводит к выключению высших психических функций при сохранении механизмов жизнеобеспечения.

Таблица 1

Качественная характеристика уровней сознания (по В.А. Газену)

Уровень		Характеристика мнемических процессов
8	Состояние измененного сознания	Периферическое внимание сужено, центральное внимание получает уменьшенную энергию, доступность получаемой информации извне
7	Состояние повышенной психической активности	Расплывчатое сознание, диффузное впечатление, мнемические реакции либо ухудшаются, либо улучшаются
6	Среднепсихическая активность	Полное сознание, легко переключаемое внимание, мнемические реакции в норме
5	Пониженная психическая активность	Ослабленное сознание, внимание малоподвижное, легко переключаемое, мнемические функции затруднены
4	Состояние перехода от активности ко сну	Частичное сознание, свободное перемещение мнемических образов
3	Быстрый сон. Сон со сновидениями	Значительно редуцированное, дискретное сознание, воспроизведение сна, переработка информации
2	Глубокий сон. Сон без сновидений	Полное отсутствие сознания, невозможность восприятия снов и воздействий
1	Утрата сознания	Полное отсутствие сознания, отсутствие реакций на стимуляцию

И.П. Павлов образно представлял сознание как перемещающуюся по коре зону повышенной возбудимости – «светлое пятно сознания» на темном фоне остальной коры. В настоящее время согласно данным, полученным с использованием метода ПЭТ-томографии, зона локальной активации действительно имеет вид светлого пятна на темном фоне. Современным аналогом представлений И.П. Павлова можно считать теорию «пржектора» (F. Crick, 1990). Решающая роль в ней отводится таламусу, именно он направляет поток возбуждения в кору больших полушарий. Причем процесс осуществляется таким образом, что в каждый данный момент времени только один из таламических центров находится в состоянии возбуждения, достаточном для создания в коре зоны повышенной возбудимости. Период такой высокой возбудимости длится около 100 мс, а затем усиленный неспецифическим таламическим возбуждением приток импульсов поступает к другому отделу коры. Область наиболее мощной импульсации создает центр внимания, а благодаря постоянным перемещениям потока возбужде-

ния по другим участкам коры, становится возможным их объединение в единую систему. В качестве предполагаемого механизма, связывающего нейроны в единую систему, Ф. Крик рассматривает появление у них синхронизированных разрядов с частотой в гамма-диапазоне 35–70 Гц. Синхронизация нейронной активности является механизмом объединения клеток в ансамбль. Таким образом, согласно теории Ф. Крика, нейронные процессы, оказывающиеся в центре гипотетического «луча прожектора», определяют содержание нашего сознания в текущий момент времени, а функцию управления лучом прожектора выполняет таламус, создавая в разных зонах коры длящегося около 100 мс неспецифическое возбуждение (локальную активацию).

По описанным выше представлениям возникновение сознания становится возможным только при достижении определенного уровня возбуждения коры больших полушарий. Идея порога возбуждения как условия возникновения сознания не может, однако, объяснить многие аспекты функционирования сознания. По этой причине еще в 80-е гг. был предложен другой нейрофизиологический механизм возникновения сознания, получивший название теории повторного входа (Дж. Эделмен, 1981). В этой теории в качестве центрального механизма возникновения сознания рассматривается механизм повторного входа возбуждения. Имеется в виду, что возбуждение, возникшее в группе нейронов первичной зоны коры, возвращается в ту же нейронную группу после дополнительной обработки информации в других нервных центрах или поступления новой информации из внешней среды, а также из долговременной памяти. Этот повторный вход дает возможность сопоставлять имевшиеся раньше сведения с изменениями, которые произошли в течение одного цикла обработки информации. Объединение двух потоков информации (первичного и вторичного) составляет один цикл или повторяющуюся фазу активности сознания. Прохождение одного цикла возбуждения осуществляется за 100–150 мс. Повторяющиеся циклы создают нейрофизиологическую «канву» сознания.

Представления Дж. Эделмена получили дальнейшее развитие, в частности в концепции А.М. Иваницкого (1997). Центральное место в этой концепции занимает понятие информационного синтеза, предусматривающее объединение информации о физических и семантических особенностях стимула. Информация о физических свойствах стимула поступает по сенсорно-специфическим путям, а информация о значимости стимула извлекается из памяти. Синтез этих двух видов информации (текущей и извлекаемой из памяти) обеспечивает

возникновение ощущения. Этот процесс осуществляется с периодом квантования приблизительно в 100–180 мс. Оpozнание стимула происходит с участием лобных областей мозга, приблизительно через 300 мс от момента предъявления. Последовательное поступление информации от рецепторов приводит к повторному движению возбуждения по указанному кольцу, обеспечивая постоянное сопоставление сигналов, приходящих из внешней и внутренней среды.

В последнее время при обсуждении нейрофизиологических основ сознания большое внимание уделяется высокочастотной биоэлектрической активности мозга (Данилова, 1998). Ведущая роль в возникновении сознания приписывается высокочастотным составляющим спектра ЭЭГ в диапазоне от 35 до 120 Гц. Сознание определяют как продукт синхронизации нейронной активности в указанном частотном диапазоне. Предполагается, что когерентная электрическая активность достаточно большого числа нейронов создает необходимое и достаточное условие для явления сознания даже в отсутствии сенсорной стимуляции, как, например, во сне.

Физиологические условия осознания раздражителей. Мозг человека постоянно подвергается множеству воздействий. Однако осознается лишь незначительная их часть, и еще меньшая оказывается в фокусе внимания. Предполагается, что за осознанное восприятие значимых для субъекта раздражителей отвечает особый нервный механизм, осуществляющий интеграцию и координацию нейронной активности различных участков коры больших полушарий и подкорковых структур. При этом подобный механизм не допускает до уровня сознания множество стимулов, вызывающих только кратковременную активацию коры, которой недостаточно для их осознания.

Одним из главных условий осознания стимула является его интенсивность. Кратковременный, но сильный раздражитель всегда проникает в сознание (например, удар грома). Слабые раздражители при кратковременном воздействии остаются неосознанными. Условием их осознания является длительность предъявления. При этом наблюдается своеобразный эффект накопления или суммации: чем дольше воздействует слабый стимул, тем более вероятной становится возможность его осознания. Таким образом, слабые и очень кратковременные раздражители не осознаются, если нет дополнительных условий для их усиления.

Предполагается, что физиологической основой осознания стимула является уровень активации, возникающий в результате воздей-

ствия этого стимула. При слабой силе раздражителя он недостаточен для осознания. Однако возможно усиление фона, на котором осуществляется восприятие за счет других условий. Если уровень активации структур мозга повышен, то восприятие даже слабого стимула становится более вероятным. Другими словами, дополнительной возможностью для осознания даже слабых раздражителей является усиление активирующего эффекта информации с помощью дополнительных факторов – своеобразных катализаторов процесса осознания.

Эти факторы играют роль «поддержки». Выделяют два наиболее значимых вида «поддержки»: мотивационно-аффективный и ассоциативный. Подразумевается, что при их включении дополнительно к сенсорной активации присоединяется активация, вызванная деятельностью эмоциональных и ассоциативных центров, связанных с памятью. Таким образом, слабые стимулы с большей вероятностью будут опознаны, если они являются эмоционально значимыми для человека или связаны с каким-то предшествующим опытом. Возможности осознания стимула в конкретном случае зависят от степени актуализации каждого звена и их соотношения.

Мозговые центры и сознание. Клиницистами давно замечено, что сознание сохраняется после удаления или поражения относительно небольшого участка коры больших полушарий, но оно неизбежно исчезает, теряется, если в результате патологического воздействия нарушаются некоторые подкорковые структуры, в первую очередь в диэнцефальной области. Открытие в 50-е гг. ретикулярной формации, в частности неспецифического таламуса, и установление их роли в активации коры больших полушарий позволило ряду исследователей отождествить сознание с активностью этих систем. Эксперименты известных нейрофизиологов У. Пенфилда, Х. Джаспера и ряда других, подтвердившие важнейшую роль подкорковых структур, и прежде всего ретикулярной формации, для проявления сознания, дали основание предположить существование гипотетической центрэнцефалической системы, отвечающей за сознание.

Хотя в дальнейших исследованиях идея центрэнцефалической системы была отвергнута, но значение ствола мозга и подкорки в обеспечении функций сознания не вызывает сомнения. Модулирующие системы мозга (ретикулярная формация и лимбическая система) имеют решающее значение не только для поддержания уровня бодрствования, но и для обеспечения энергетического аспекта сознания. Кроме того, по-видимому, структуры подкорки могут определять

не только энергетическую, но и информационную составляющую сознания.

Важная роль здесь отводится такой структуре, как гиппокамп. Значение гиппокампа в обеспечении содержания сознания объясняется той ролью, которую тот играет в процессах памяти. Однако, несмотря на несомненный вклад гиппокампа и лимбической системы в целом в обеспечение содержания сознания, информационный аспект сознания формируется в основном за счет деятельности коры больших полушарий. Для понимания роли коры в обеспечении сознания важны представления, сформулированные американским физиологом Ф. Маунткаслом (1981) об ансамблевой организации коры.

Его концепция опирается на ряд положений:

- кора головного мозга состоит из ансамблей, образованных колонками нейронов, функция которых – получение и переработка информации, колонки различаются по источнику получаемых сигналов и по мишеням, к которым они адресуют собственные сигналы;
- однотипные по функциям ансамбли нейронов могут объединяться в более крупные единицы – модули, осуществляющие более сложную переработку информации;
- модули функционируют в составе обширных петель, по которым информация не только передается из колонок в кору, но и возвращается обратно.

Сознание и межполушарная асимметрия. Еще в середине XIX в. выдающийся ученый Г. Фехнер рассматривал сознание как атрибут мозговых полушарий и полагал, что целостность мозга яв-



Рис. 5. Две функции сознания

ляется существенным условием единства сознания. Если бы можно было разделить мозг по средней линии, рассуждал он, то это привело бы к чему-то вроде удвоения личности. Подобная операция по рассечению мозолистого тела была проведена почти столетие спустя Р. Сперри и другими. Ее результаты указывают на отдельную специфическую локализацию в обоих полушариях разных функций мозга, связанных с сознанием (рис. 5).

Измененные состояния сознания. Исключительно важным для выявления психофизиологических закономерностей функционирования психики является изучение измененных состояний сознания. Это понятие охватывает довольно широкий круг явлений. Изменения в состоянии сознания возникают у человека в обычных условиях жизнедеятельности, например при переходе от бодрствования ко сну. Изменения состояний сознания возможны в условиях усложненной трудовой деятельности, например в условиях высокогорья при низком содержании кислорода в воздухе и других тяжелых экологически неадекватных условиях. Наряду с этим существуют и искусственно вызываемые измененные состояния сознания, такие, как *медитация* и *гипноз*.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 8, 9, 11, 23–25.

Тема 5. Психофизиология бессознательного

Вопросы для самоподготовки

1. Понятие бессознательного в психофизиологии.
2. Нейрофизиологические основы бессознательного.
3. Структура бессознательного (досознательное, подсознательное, сверхсознательное) и его роль в организации поведения.
4. Функциональная асимметрия полушарий и бессознательное.

Познание окружающей действительности осуществляется не только на сознательном уровне, большая часть информации воспринимается бессознательно. Неосознаваемые процессы обработки информации, о влиянии которых субъект не отдает себе отчета, принято относить к категории бессознательного. Таким образом, *бессознательное* – совокупность психических процессов, действий и со-

стояний, не представленных в данный момент времени в сознании. Бессознательное способно оказывать заметное влияние на поведение человека, его психику и содержание его сознания, проявляясь в формах аффекта, реакции защиты, гипнозе, сновидениях, непроизвольном запоминании и т.д. Неосознаваемое психическое сообщает сознанию о результатах своей деятельности с помощью эмоций. Такая форма психического отражения, как эмоция, не относится к категории осознаваемых явлений. Для перевода эмоций на уровень осознания необходимы дополнительные операции, связанные с вербализацией соответствующего эмоционального состояния.

Механизмы бессознательного восприятия связаны преимущественно с функционированием правого полушария головного мозга, отражающего действительность в совокупности существенных для данного момента элементов среды и единичных, случайных признаков, не имеющих в данный момент смыслового значения, а поэтому не воспринимающихся сознанием человека. Однако при постановке новых задач, требующих поиска и выбора новых необычных путей решения, эти элементы бессознательного могут быть осознаны человеком, т.е. перейти в сферу сознания.

П.В. Симонов предлагает выделять три группы проявления бессознательного (рис. 6). Первую группу составляет *досознательное*. Оно охватывает все биологические потребности, выражающиеся в безусловных рефлексах и врожденных формах поведения (инстинктах), а также в генетически заданных свойствах темперамента.

Вторую группу бессознательного составляет *подсознание*. К нему относится все то, что уже было осознано и снова может стать осознанным при определенных условиях. Подсознание включает различные автоматизированные навыки, стереотипы автоматизированного поведения. К подсознанию относят и неосознаваемые побудители деятельности (мотивы, смысловые установки), глубоко усвоенные человеком нормы поведения, вытесненные из сознания мотивационные конфликты. П.В. Симонов относит к подсознанию и те проявления интуиции, которые связаны с порождением новой информации, но предполагают использование ранее накопленного опыта. В процессе эволюции подсознание возникло как средство защиты сознания от лишней работы и непереносимых нагрузок. Оно предохраняет человека от излишних энергетических трат, защищает от стресса. Основной чертой подсознания является его консервативность. Усвоенные на подсознательном уровне условные рефлексы мало угасаемы, плохо



Рис. 6. Бессознательное и его роль в поведении

поддаются воздействию психотропных средств, которые способны изменять осознаваемые условные рефлексy, т.е. обостряют жесткость, характерную для безусловных рефлексов. Вследствие этого возникает иллюзия врожденности некоторых проявлений подсознания, которые классифицируются человеком как «голос крови», «классовый инстинкт». Из-за своего консерватизма подсознательное лишено творческого начала, которое предполагает преодоление устоявшихся норм и правил.

Третью группу бессознательных явлений составляет *сверхсознание*, или интуиция, связанная с процессами творчества, которые не контролируются сознанием. Сверхсознание – источник новой информации и гипотез, открытий, высший этап творческого процесса. Его нейрофизиологическая основа – трансформация следов памяти и порождение из них новых комбинаций, создание новых временных связей и аналогий. За сознанием остается функция отбора гипотез на основе их логического анализа. Сверхсознание всегда направлено на удовлетворение потребностей, доминирующих в иерархии мотивов субъекта. В отличие от подсознания деятельность сверхсознания не осознается ни при каких условиях. Сознание оценивает только результаты деятельности сверхсознания. И если подсознание защищает сознание от излишней работы и психологических перегрузок, то неосо-

знаваемость творческой интуиции есть защита от преждевременного вмешательства сознания, от давления ранее накопленного опыта.

Функциональная асимметрия полушарий и бессознательное. Классические работы Р. Сперри и его коллег на людях с «расщепленным мозгом» показали, что после комиссуротомии у человека появляются как бы два изолированно функционирующих мозга (когда информация из внешнего мира, поступающая в одно полушарие, не передается в другое). Это показано и в ряде опытов. Если изображение какого-либо предмета кратко временно предъявлять в левое поле зрения, т.е. направлять зрительную информацию только в правое полушарие, то испытуемый с разобщенными полушариями путем ощупывания левой рукой предметов, лежащих на столе, может выбрать тот, который соответствует изображенному в левой части экрана. Однако назвать его или объяснить, почему он выбрал именно этот предмет, он не сможет, либо может заявить, что он ничего не видел, или произносит наугад какое-либо слово, не связанное с отображенным предметом. Если же изолированно подавать словесную зрительную информацию (например, отдельные слова «ключ», «расческа», «кольцо») в правое полушарие, то человек с разобщенными полушариями не сможет назвать их, но сможет на ощупь отобрать левой рукой соответствующие предметы, которые эти слова обозначают. На вопрос, что именно испытуемый выбрал, он, как правило, говорит, что не знает, или дает неверный ответ, хотя выбор был сделан правильно. Следовательно, если информация поступает только в правое полушарие, то не происходит осознания стимула и правильной его словесной оценки.

На основании этих и других исследований проводится прямая параллель между функционированием изолированного правого полушария у лиц с «расщепленным мозгом» и бессознательными психическими процессами. Такое полушарие в состоянии осуществлять «безотчетное» эмоциональное поведение, иногда не согласующееся с мотивацией, которая исходит из левого полушария путем избирательного торможения передачи нервных импульсов через мозолистое тело и другие комиссуры головного мозга. Они могут существовать в правом полушарии сами по себе.

Однако точка зрения об исключительной роли правого полушария в функциях бессознательного, сформировавшаяся на основе исследований лиц с мозговой патологией, может быть отнесена к психической деятельности здорового человека с одной оговоркой – следует говорить не об исключительной, а о преимущественной роли право-

го полушария. Это мнение основано на данных анализа вызванной корковой активности левого и правого полушарий на неосознаваемые нейтральные и эмоционально значимые слова. На неосознаваемые эмоциональные слова амплитуда поздней положительной волны (затылочная, теменно-височная области) диффузно увеличивается, но межполушарные отношения существенно не меняются, они остаются такими же, как при восприятии нейтральных слов. Эти данные говорят о том, что и левое полушарие участвует в обработке неосознаваемой семантической информации. Но преимущественная роль правого полушария проявляется после действия неосознаваемого эмоционального словесного стимула. После его предъявления вызванный потенциал на нейтральные стимулы был ярче выражен в правом полушарии, а не в левом. Этот эффект не наблюдается в пробах, где это слово осознается. Это говорит о том, что последствие эмоционально значимых слов на межполушарные отношения обусловлено их осознаваемостью или неосознаваемостью. Четкая функциональная асимметрия свидетельствует о латерализации в корковой организации «безотчетных» отрицательных эмоций и о преимущественной роли правого полушария в этой бессознательной психической функции.

Другой аспект проблемы – это межполушарные функциональные отношения, которые устанавливаются непосредственно в процессе восприятия неосознаваемых стимулов. По всей вероятности, процесс восприятия на неосознаваемом уровне, как и на сознательном, осуществляется при тесном взаимодействии обоих полушарий, каждое из которых вносит свой вклад в целостную функцию.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 8, 9, 11, 15, 23–25.

Тема 6. Психофизиология сна

Вопросы для самоподготовки

1. Определение и виды сна.
2. Классификация стадий сна.
3. Физиологические изменения во сне.
4. Быстрый сон и его специфика.
5. Индивидуальные различия в динамике сна.
6. Теории сна.

Цикличность присуща многим явлениям в окружающем мире. Мы привыкли к ритмичной смене дня и ночи, времен года, работы и отдыха. Большое значение для всего живого имеют биологические ритмы, в первую очередь так называемые циркадные ритмы, обусловленные вращением Земли вокруг своей оси.

Виды сна. У человека и многих животных период сна и бодрствования приурочен к суточной смене дня и ночи. Такой сон называется монофазным. Если же смена сна и бодрствования происходит несколько раз в сутки, сон называется полифазным (например, у маленького ребенка). Периодический ежесуточный сон взрослого человека, как правило, является монофазным, иногда дифазным (дважды в сутки).

У ряда животных наблюдается также сезонный сон (спячка), обусловленный неблагоприятными для организма условиями среды: холод, засуха и т.д. Кроме перечисленных, описаны еще несколько видов сна: *наркотический* (вызываемый различными химическими или физическими агентами), *гипнотический* и *патологический*. Последние три вида сна обычно рассматривают как следствие нефизиологических воздействий на организм человека или животного.

Наркотический сон может быть вызван различного рода химическими воздействиями: вдыханием паров эфира, хлороформа, введением в организм различного рода наркотиков, например алкоголя, морфия и других. Кроме того, этот сон может быть вызван электронаркозом (воздействие прерывистого электрического тока слабой силы).

Патологический сон возникает при анемии мозга, мозговой травме, наличии опухолей в больших полушариях или поражении некоторых участков ствола мозга. Сюда же относится и летаргический сон, который может возникнуть как реакция на сильную эмоциональную травму и длиться от нескольких дней до нескольких лет. К явлениям патологического сна следует отнести также и снохождение (*сомнамбулизм*), физиологические механизмы которого до сих пор неизвестны.

Особый интерес вызывает *гипнотический сон*, который может быть вызван гипнотическим действием обстановки и воздействиями гипнотизера. Во время гипнотического сна возможно выключение произвольной корковой активности при сохранении частичного контакта с окружающим и наличием сенсомоторной деятельности.

Чередование сна и бодрствования наблюдается на всех этапах эволюционной лестницы: от низших позвоночных и птиц до млекопи-

тающих и человека. Несомненно, что подобная универсальная организация ритмического чередования активности и покоя имеет глубокий физиологический смысл. Хорошо известно, что во время сна происходят значительные физиологические изменения в работе ЦНС, вегетативной нервной системы и в других системах и функциях организма.

К числу основных законов психической деятельности человека относится циклическое чередование сна и бодрствования.

Однако следует отметить и нередкие нарушения ритмичности сна, к которым можно отнести бессонницу и так называемый непреодолимый сон (*нарколепсию*), возникающий во время пассивной езды на транспорте, при выполнении монотонной работы, а также при управлении различными транспортными средствами: автомобилем, электровозом, метро.

Стадии сна. Сон человека имеет правильную циклическую организацию. В течение сна различают пять стадий. Четыре стадии медленноволнового сна и одна стадия быстрого. Иногда говорят, что сон состоит из двух фаз: *медленной и быстрой*. Завершенным циклом считается отрезок сна, в котором происходит последовательная смена стадий медленноволнового сна быстрым. В среднем отмечается 4–6 таких циклов за ночь продолжительностью примерно 1,5 часа каждый.

Углубленное изучение сна стало возможным только после изобретения электроэнцефалографии. Именно с помощью ЭЭГ были выявлены существенные различия как между стадиями сна, так и между состоянием сна и бодрствования (рис. 7).

Первая стадия является переходной от состояния бодрствования ко сну, что сопровождается уменьшением альфа-активности и появлением низкоамплитудных медленных тета- и дельта-волн. Длительность первой стадии обычно не больше 10–15 мин. В конце этой стадии могут появляться короткие вспышки так называемых сонных веретен, хорошо видимых на фоне медленноволновой активности. Однако, пока веретена сна не достигнут длительности 0,5 с, этот период считается первой стадией сна. В поведении эта стадия соответствует периоду дремоты с полусонными мечтаниями, она может быть связана с рождением интуитивных идей, способствующих успешности решения той или иной проблемы.

Вторая стадия занимает чуть меньше половины всего времени ночного сна. Эта стадия получила название стадии «сонных веретен», т.к. наиболее яркой ее чертой является наличие в ЭЭГ веретенообразной ритмической активности с частотой колебания 12–16 Гц. Дли-

тельность этих «веретен», хорошо выделяющихся из фоновой высокоамплитудной ЭЭГ со смешанной частотой колебаний, составляет от 0,2 до 0,5 с.

Третья стадия характеризуется всеми чертами второй стадии, к которым добавляется наличие в ЭЭГ медленных дельта-колебаний с частотой 2 Гц и менее, занимающих от 20 до 50% эпохи записи. Этот переходный период длится всего несколько минут.

Четвертая стадия характеризуется преобладанием в ЭЭГ медленных дельта-колебаний с частотой 2 Гц и менее, занимающих более 50% эпохи записи ночного сна. Третья и четвертые стадии обычно объединяют под названием дельта-сна. Глубокие стадии дельта-сна более выражены в начале и постепенно уменьшаются к концу сна. В этой стадии разбудить человека достаточно трудно. Именно в это время возникают около 80% сновидений, и именно в этой стадии возможны приступы лунатизма и ночные кошмары, однако человек почти ничего из этого не помнит. Первые четыре стадии сна в норме занимают 75–80% всего периода сна.

Пятая стадия сна имеет ряд названий: стадия «быстрых движений глаз» (БДГ), «быстрый сон», «парадоксальный сон». Во время этой стадии человек находится в полной неподвижности вследствие резкого падения мышечного тонуса, и лишь глазные яблоки под сомкнутыми веками совершают быстрые движения с частотой 60–70 раз в секунду. Количество таких движений может колебаться от 5 до 50. Причем была обнаружена отчетливая связь между быстрыми движениями глаз и сновидениями. Так, у здоровых людей этих движений больше, чем у больных с нарушением сна. Характерно, что слепым от рождения людям снятся только звуки и ощущения. Глаза их при этом неподвижны. Считается, что по интенсивности БДГ можно судить о яркости и эмоциональности сновидений. Однако движения глаз во сне отличаются от тех, которые характерны для рассматривания объектов в состоянии бодрствования. Кроме того, на этой стадии сна электроэнцефалограмма приобретает признаки, характерные для состояния бодрствования (в спектре преобладают низкоамплитудные высокочастотные составляющие). Название «парадоксальная» возникло из-за видимого несоответствия между состоянием тела (полный покой) и активностью мозга. Если в это время разбудить спящего, то приблизительно в 90% случаев можно услышать рассказ о ярком сновидении, причем точность деталей будет существенно выше, чем при пробуждении из медленного сна.

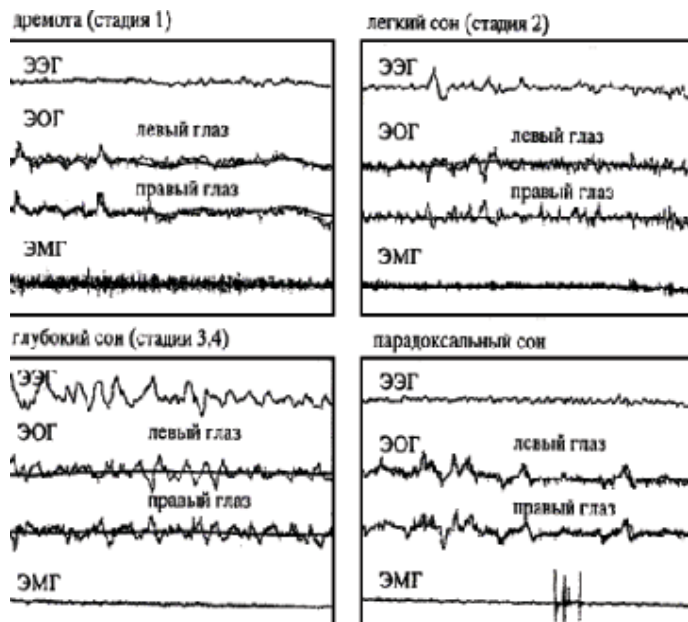


Рис. 7. Фрагменты полиграммы на разных стадиях сна
(по В.М. Ковальзону, 1999)

Периоды БДГ сна возникают приблизительно с 90-минутными интервалами и продолжаются в среднем около 20 мин. У нормальных взрослых эта стадия сна занимает примерно 20–25% времени, проводимого во сне. У младенцев эта доля значительно выше; в первые недели жизни около 80% всего очень длительного времени сна составляет парадоксальный сон.

Потребность во сне. Эта витальная потребность зависит от возраста. Так, общая продолжительность сна новорожденных составляет 20–23 ч/сут., в возрасте от 6 месяцев до 1 года – около 18 ч, от 2 до 4 лет – около 16 ч, от 4 до 8 лет – 12 ч, от 8 до 12 лет – 10 ч, от 12 до 16 лет – 9 ч. Взрослые спят в среднем 7–8 ч/сут.

На рисунке видно, что для смены стадий медленного сна характерно постепенное увеличение амплитуды и снижение частоты волн ЭЭГ, смена быстрых движений глаз медленными, вплоть до полного исчезновения; прогрессивное уменьшение амплитуды ЭМГ. При парадоксальном сне ЭЭГ такая же, как при бодрствовании, ЭОГ демонстрирует быстрые движения глаз, а ЭМГ почти не регистрируется.

Лишенный сна человек погибает в течение двух недель. Лишение сна в течении 3–5 сут. вызывает непреодолимую потребность во сне. В результате 60–80-часового отсутствия сна у человека наблюдается снижение скорости психических реакций, портится настроение, происходит дезориентация в окружающей среде, резко снижается работоспособность, возникает быстрая утомляемость при умственной работе и меньшая ее точность. Человек теряет способность к сосредоточенному вниманию, могут возникнуть различные нарушения моторики (тремор и тики), возможны и галлюцинации, иногда наблюдаются внезапная потеря памяти и сбивчивость речи. При более длительном лишении сна могут возникнуть психопатии и даже параноические расстройства психики.

Изменения вегетативных функций при длительной бессоннице очень невелики, отмечается только небольшое понижение температуры тела и незначительные замедления пульса.

В науке описаны несколько случаев длительного отсутствия сна, которые, наряду с явлениями сомнамбулизма (лунатизма) и летаргического сна до сих пор не нашли объяснений. Чаще всего эти случаи были связаны с сильными психическими потрясениями (потеря близкого человека, последствия катастрофы). Однако в большинстве случаев подобные события приводят к обратному результату – к летаргическому сну.

Медленный и парадоксальный сон в равной степени необходимы организму. Так, если будить человека каждый раз при наступлении парадоксального сна, тенденция впадать в парадоксальный сон станет нарастать. Через несколько дней человек будет переходить от бодрствования к парадоксальному сну без промежуточной фазы обычного сна.

Таким образом, стадии сна образуют своеобразную систему, в которой воздействие на одно звено влечет за собой изменение в состоянии другого звена.

Физиологические изменения во время сна. К наиболее характерным симптомам сна относится снижение активности нервной системы и прекращение контакта с окружающей средой за счет «выключения» сенсомоторной сферы. Пороги всех видов чувствительности (зрение, слух, вкус, обоняние и осязание) во сне возрастают. По величине порога можно судить о глубине сна. В первых четырех стадиях пороги восприятия увеличиваются на 30–40%, в то время как в БДГ-сне – на 400%. Рефлекторная функция во время сна резко ослаблена. Условные рефлексы заторможены, безусловные значительно пониже-

ны. При этом некоторые виды корковой деятельности и реакции на определенные раздражители могут сохраняться во время нормально-го периодического сна. Например, спящая мать слышит звуки движений больного ребенка. Такое явление получило название частичного бодрствования. Большинство мышц во сне находится в расслабленном состоянии, причем человек способен длительно сохранять определенную позу тела. При этом усилен тонус мышц, закрывающих веки, а также кольцевого мускула, запирающего мочевой пузырь. По мере погружения в сон ритмы сердца и дыхания замедляются, становясь все более равномерными. Медленноволновой сон сопровождается снижением вегетативного тонуса – сужаются зрачки, розовеет кожа, усиливается потоотделение, снижается слюноотделение и активность сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и выделительной систем, уменьшается объем циркулирующей крови; наблюдается избыточное кровенаполнение легочных сосудов; уменьшается частота дыхания, что приводит к ограничению объема поступающего в кровь кислорода и более медленному удалению углекислого газа, т.е. уменьшается интенсивность легочного газообмена. Именно поэтому ночью снижается частота сердечных сокращений, а вместе с ней и скорость кровотока. Следует подчеркнуть, что, хотя в целом во сне понижается уровень обмена веществ, одновременно с этим активизируются процессы восстановления работоспособности всех клеток организма, интенсивно идет их размножение, происходит замена белков. Во время парадоксального сна наступает «вегетативная буря». Дыхание становится нерегулярным, неритмичным, меняясь по глубине. Возможна и остановка дыхания (например, в ночном кошмаре). У мужчин на этой стадии наблюдается эрекция полового члена, возникающая не только у взрослых, но и у младенцев. В течение всей ночи у человека активизируется рост волос и ногтей. Температура тела человека во время сна понижается (у женщин она падает до 35,6 а у мужчин до 34,9 градусов). Подобные суточные колебания температуры – снижение ночью и повышение днем – наблюдаются также и в отсутствии сна или при дневном сне и ночном бодрствовании.

Теории сна. Первые идеи о происхождении сна представляют в основном исторический интерес. Так, в соответствии с гемодинамической теорией сон возникает в результате застоя крови в мозгу при горизонтальном положении тела. По другой версии, сон – результат анемии мозга и в то же время его отдых. Согласно гистологической теории, сон наступает в результате нарушения связей между нервны-

ми клетками и их отростками, возникающего из-за длительного возбуждения нервной системы.

Химическая теория. По этой теории, во время бодрствования в клетках тела накапливаются легко окисляющиеся продукты, в результате возникает дефицит кислорода, и человек засыпает. По словам психиатра Э. Клапареда, мы засыпаем не от того что отравлены или устали, а чтобы не отравиться и не устать.

Гистологический анализ мозга собак, умерщвленных после десяти дней без сна, показывает изменения формы ядер пирамидных нейронов лобной коры. При этом кровеносные сосуды мозга окружены лейкоцитами и местами разорваны. Однако, если перед умерщвлением собакам дать немного поспать, в клетках не обнаруживается никаких изменений.

По некоторым предположениям, эти изменения вызываются особым ядом гипнотоксином. Состав, приготовленный из крови, спинномозговой жидкости или экстракта вещества головного мозга долго не спавших собак, впрыскивали бодрствующим собакам. Последние сразу же обнаруживали все признаки утомления и впадали в глубокий сон. В их нервных клетках появлялись те же изменения, что и у долго не спавших собак. Однако в чистом виде выделить гипнотоксин так и не удалось. Более того, этой теории противоречат наблюдения П.К. Анохина над двумя парами сиамских близнецов с общей системой кровообращения – он очень часто наблюдал, что одна голова спит, в то время как другая бодрствует. Если сон вызывается веществами, переносимыми с кровью, то близнецы должны засыпать одновременно. Однако это не так.

Химическая теория не может также ответить на ряд вопросов. Например, почему ежедневное отравление продуктами усталости не приносит организму никакого вреда? Куда деваются яды при бессоннице? Почему новорожденный младенец практически все время спит?

Сон как торможение. Согласно И.П. Павлову, сон и внутреннее торможение по своей физико-химической природе являются единым процессом. Различие между ними состоит в том, что внутреннее торможение у бодрствующего человека охватывает лишь отдельные группы клеток, в то время как при развитии сна торможение широко иррадирует по коре больших полушарий, распространяясь на нижележащие отделы мозга. Такое разлитое торможение коры и подкорковых центров обеспечивает их восстановление для последующей деятельности. Сон, развивающийся под влиянием тормозных услов-

ных раздражителей, И.П. Павлов назвал активным, противопоставляя ему пассивный сон, возникающий в случае прекращения или резкого ограничения притока афферентных импульсов в кору больших полушарий.

Современные теории сна. В настоящее время большинство существующих гипотез относительно функционального назначения сна и отдельных его стадий можно свести к трем основным типам: 1) энергетическим, или компенсаторно-восстановительным, 2) информационным, 3) психодинамическим.

Согласно «**энергетическим**» теориям, во время сна происходит восстановление энергии, затраченной во время бодрствования. Особенная роль при этом отводится дельта-сну, увеличение продолжительности которого следует за физическим и умственным напряжением. Любая нагрузка компенсируется увеличением доли дельта-сна. Именно на стадии дельта-сна происходит секреция нейрогормонов, обладающих анаболическим действием.

Выделены морфологические образования, имеющие отношение к регуляции сна. **Ретикулярная формация** управляет начальным этапом сна. Гипногенная зона, находящаяся в передней части гипоталамуса также оказывает регулирующее влияние на функции сна и бодрствования. Периферические гипногенные зоны расположены в стенках сонных артерий. Теория П.К. Анохина придает в этом процессе решающее значение функциям гипоталамуса. При длительном бодрствовании уровень жизненной активности клеток коры мозга снижается, поэтому их тормозное влияние на гипоталамус ослабевает, что позволяет гипоталамусу «выключать» активизирующее воздействие ретикулярной формации. При снижении восходящего потока возбуждения человек засыпает.

Информационные теории утверждают, что сон – это результат уменьшения сенсорного потока к ретикулярной формации. Последнее влечет за собой включение тормозных структур. Высказывалась и такая точка зрения, что нуждаются в отдыхе не клетки, не ткани, не органы, а психические функции: восприятие, сознание, память. Воспринимаемая информация может «переполнить» мозг, поэтому ему необходимо отключиться от окружающего мира (что и является сущностью сна) и перейти на иной режим работы. Сон прерывается, когда информация записана, и организм готов к новым впечатлениям.

В одном из вариантов решающее значение придается понятию синхронизации в работе мозговых структур. При утомлении синхро-

низация нарушается. В результате нарушения синхронности биоритмов человек чувствует себя усталым. Эталон для создания оптимальной согласованности ритмов служит «модель потребного биоритмического фона», создающаяся во время бодрствования на основе врожденной программы поведения и приходящих извне сигналов.

Для создания модели нужна внешняя информация. Чем больше ее получит организм, тем меньше (вопреки информационной теории) ему понадобится сна. В сновидениях, возможно, и отражается этот процесс переналадки и упорядочения фазовых отношений между структурами. Тогда в быстром сне происходит своеобразная тренировка нейронов; не участвовавшие в делах минувшего дня клетки, чтобы не «потерять форму», вынуждены заниматься функциональной гимнастикой. Недаром после сильного шока, когда все до единого нейрона получили сильную встряску, человек спит как убитый и ему ничего не снится. Тот же, кто ведет вялую, лишенную событий жизнь, видит много снов.

По мнению известного психоневролога А.М. Вейна, информационная теория не противоречит энергетической концепции восстановления, ибо переработка информации во сне не подменяет собой переработку во время бодрствования, а дополняет ее. Восстановление в самом широком значении этого слова — это не покой и пассивное накопление ресурсов, вернее не только покой, которого у нас во сне достаточно, но, прежде всего, своеобразная мозговая деятельность, направленная на реорганизацию воспринятой информации. После такой реорганизации и возникает у нас ощущение отдыха, физической и умственной свежести.

Согласно *«психодинамическим»* теориям сна, кора мозга оказывает тормозное влияние на самое себя и подкорковые структуры.

К психодинамическим теориям можно отнести гомеостатическую теорию сна. Под гомеостазом в этом случае понимается весь комплекс процессов и состояний, на котором основана оптимальная работа мозга. Согласно его теории, существует два типа бодрствования — спокойное и напряженное.

Спокойное поддерживается деятельностью ретикуло-таламокортикальной системы (активизирующей импульсы, которые посылает ретикулярная формация, побуждают к усиленной работе таламус и кору головного мозга), а напряженное, кроме того, и деятельностью лимбической системы.

Сочетание работы этих двух систем обеспечивает *напряженное бодрствование* – необходимую основу для целенаправленных и координированных реакций. Во время быстрого сна работает одна лимбическая система: эмоции взбудоражены, а координированные реакции парализованы. Если судить по активности мозговых структур, то быстрый сон – аналог не спокойного, а напряженного бодрствования. Активность же мозговых структур в спокойном бодрствовании и в медленном сне различна.

Было выдвинуто много *гипотез о значении парадоксального сна*. Ряд исследователей считают, что это периоды восстановления клеток, другие полагают, что БДГ-сон играет роль «предохранительного клапана», позволяющего разряжаться избытку энергии, пока тело полностью лишено движения; по мнению третьих, БДГ-сон способствует закреплению в памяти информации, полученной во время бодрствования. Некоторые исследования указывают даже на тесную связь между высоким уровнем интеллектуального развития и большой общей продолжительностью периодов парадоксального сна у многих людей.

Сам быстрый сон можно разделить на две стадии. На фоне сплошной десинхронизации, длящейся от 5 до 20 с и сопровождающейся быстрыми движениями глаз, начинается бурное развитие тета-ритма, генерируемого гиппокампом. Это эмоциональная стадия быстрого сна. Затем тета-ритм ослабевает, а тем временем в новой коре, особенно в ее сенсомоторной области, усиливается альфа-ритм – признак эмоционального безразличия. Затем ослабевает альфа-ритм, и в гиппокампе вновь нарастает тета-ритм.

Обе стадии, эмоциональная и неэмоциональная, чередуются во время сна несколько раз, причем первая всегда длиннее второй.

Усилению тета-ритма в быстром сне сопутствуют те же вегетативные явления, которыми сопровождается и насыщенное сильными эмоциями *напряженное бодрствование*. Как во сне, так и в бодрствовании гиппокампальный тета-ритм проистекает из одного и того же источника: это отражение мощного потока импульсов генерируемых задним гипоталамусом, одним из активнейших участников *напряженного бодрствования*. И во сне, и в бодрствовании задействованы одни и те же структуры, одни и те же ритмы, и очевидно, одни и те же эмоции. Только во время сна мышцы расслаблены и сознание обращено внутрь – вот и вся разница.

По некоторым представлениям, существует иерархически построенная мозговая система, регулирующая циклы сна и бодрствования. В регулируемый контур этой системы входит ретикулярная активирующая система, поддерживающая уровень бодрствования, синхронизирующие аппараты, ответственные за медленный сон, и ретикулярные ядра варолиевого моста, ответственные за быстрый сон. В регулирующем контуре осуществляется взаимодействие между этими аппаратами, их включение и смена. Там же сон и бодрствование связаны с другими системами организма – вегетативной, соматической, психической. Несомненно, что регулирующий контур находится в пределах лимбико-ретикулярного комплекса, внутри которого имеются и специализированные аппараты (сосудодвигательный и дыхательный центры, ядра гипоталамуса, регулирующие деятельность гипофиза и усиливающие сдвиги во внутренней среде, зоны, обеспечивающие сон и бодрствование) и нейронные образования, осуществляющие интеграцию деятельности мозговых систем.

Литература: основная: 1–5; дополнительная 9, 15, 26–30.

Тема 7. Психофизиология потребностной сферы

Вопросы для самоподготовки

1. Психофизиология потребностей:
 - определение и классификация потребностей;
 - психофизиологические механизмы возникновения потребностей.
2. Мотивация как фактор организации поведения.
3. Функциональная система и мотивация.
4. Понятие доминирующего мотивационного возбуждения.
5. Морфофункциональный субстрат мотиваций.

Потребность – специфическая сила живых организмов, обеспечивающая их связь с внешней средой для самосохранения и саморазвития, источник активности живых систем в окружающем мире. Потребности представляют тот фундамент, на котором строятся поведение и психическая деятельность человека.



Рис. 8. Группы потребностей

Выделяют три группы исходных первичных потребностей: витальные (биологические), социальные и идеальные (рис. 8).

Биологические потребности направлены на сохранение целостности индивида и выживание вида в целом. Они определяют развитие таких форм поведения, как пищевое, питьевое, оборонительное, экономии сил, регуляции цикла «сон – бодрствование». Биологические потребности возникают на основе сдвига гомеостаза. Когда отклонения во внутренней среде достигают определенной пороговой величины, организм устраняет их путем активного взаимодействия с окружающей средой и направленного поиска в ней веществ и средств для ликвидации возникшего отклонения, появляется биологическая потребность.

Социальные потребности реализуются через взаимодействие с другими особями. Они определяют развитие таких форм поведения, как половое, родительское, территориальное, формирование групповой иерархии, феномена «сопереживания» (эмоционального резонанса).

Идеальные потребности создают условия для саморазвития индивида. К ним относятся потребность в получении новой информации, которая реализуется в ориентировочно-исследовательском поведении; потребность преодоления, основу которой составляет рефлекс свободы; потребность в компетенции – в совершенствовании двигательных навыков без специального подкрепления, что выражается в таких формах поведения, как игровое, имитационное. Удовлетворение этих потребностей не связано с текущей деятельностью, а направлено в будущее и выводится из других потребностей организма.

Классификация потребностей человека чаще всего основывается на типе деятельности, которая приводит к удовлетворению данной потребности. У человека нет чисто биологических потребностей, их удовлетворение всегда опосредовано влиянием социальной среды.

Выделяют *первичные потребности человека*: физиологические и потребности в безопасности. Удовлетворение физиологических потребностей обеспечивает первичные жизненные функции (голод, жажда, половое влечение и др.). Удовлетворение потребности в безопасности направлено на избавление от страха и внешней агрессии, на обеспечение безопасности и защищенности (рис. 9).

Социальные и идеальные потребности относят к *вторичным потребностям*. Они возникают при общении и формируются независимо от физиологических. К ним относят потребность в уважении как необходимость быть признанным и востребованным в коллективе, обладать авторитетом, успехом, считаться компетентным и необходимым членом сообщества. Важной для человека является потребность принадлежать к определенной социальной группе и занимать в ней определенное место и положение в соответствии с субъективными представлениями об иерархии данной социальной группы. Важной социальной потребностью является потребность человека следовать поведенческим, нравственным и эстетическим нормам, принятым в том обществе, к которому он принадлежит.

К идеальным потребностям человека относят: познавательные, эстетические и потребности к самоактуализации. Познавательные потребности включают познание окружающего мира и своего места в нем, а также познание смысла и назначения своего существования.

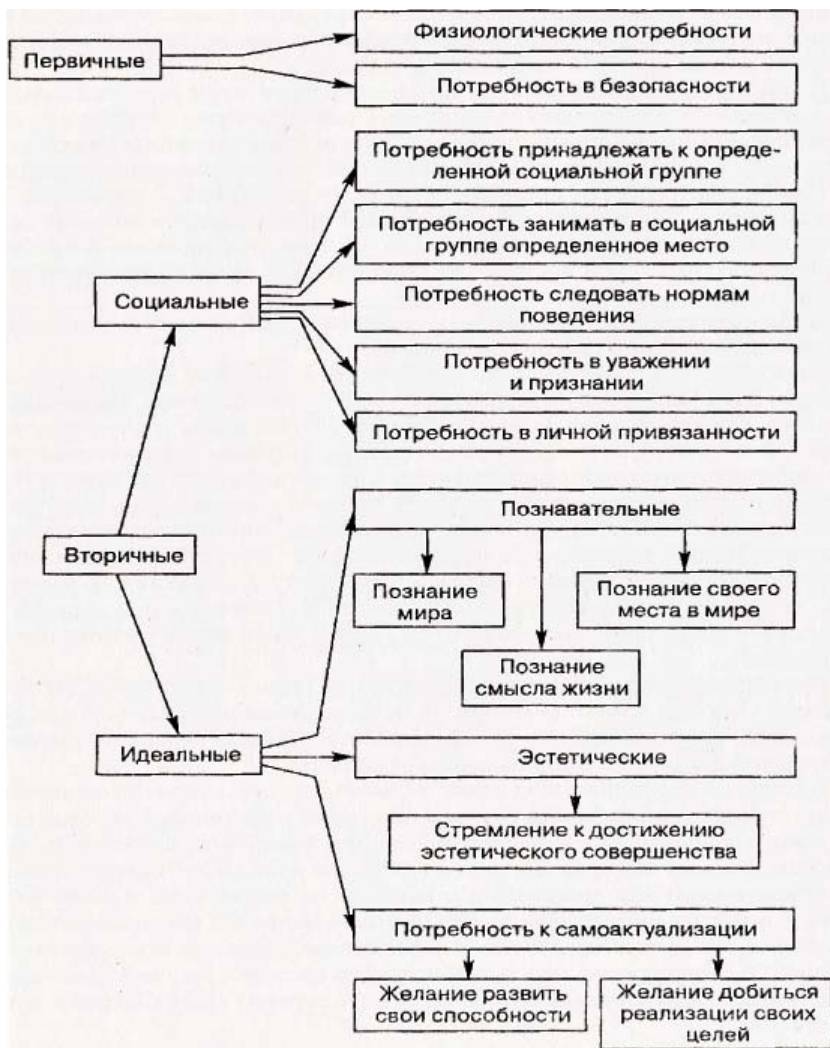


Рис. 9. Типы потребностей у человека

Их основу составляет потребность в новизне информации, которая проявляется в исследовательской деятельности. Исследовательская деятельность человека побуждается также недостатком информации или неопределенностью полученной информации. Познавательные потребности связаны с необходимостью понимания разных жизненных ситуаций, возникающих в бытовой и профессиональной деятельности, со стремлением обладать различными навыками и умениями, с выраженным желанием осуществлять исследовательскую деятельность. Эстетические потребности человека определяют его стремление к гармонии, порядку, красоте, достижение эстетического совершенства. Потребности в самоактуализации связаны с активным желанием человека развивать свои индивидуальные способности, добиваться реализации своих целей и интересов и тем самым способствовать формированию и развитию собственной личности.

Во всех группах потребностей различают потребности сохранения и развития. Потребности сохранения удовлетворяются в пределах общественно-исторических норм, потребности развития превышают их.

Мотивация. Содержание термина «мотивация» разными авторами трактуется по-разному в зависимости от того, какой аспект этого понятия автор считает основным. Если акцентированы на ощущениях, возникающих при появлении потребностей, то мотивацию определяют как «возникающие под влиянием первичных изменений во внутренней среде эмоционально окрашенные состояния организма, характеризующиеся избирательными активирующими влияниями специальных подкорковых аппаратов на кору головного мозга и другие его отделы и направляющие поведение организма на удовлетворение исходной потребности». Это определение в большей степени адресуется к удовлетворению физиологических потребностей. Если мотивацию рассматривают с точки зрения инициации поведения, то ее определяют как физиологический механизм активирования хранящихся в памяти следов (энграмм) тех внешних объектов, которые способны удовлетворить имеющуюся у организма потребность, и тех действий, которые способны привести к ее удовлетворению. Мотивация в этом случае обуславливается наличием определенной цели и объясняет целенаправленный характер поведения во всем разнообразии его психофизиологических проявлений. Суть этих процессов четко выразил А.Н. Леонтьев в словах: мотивация – это опредмеченная потребность, или «само целенаправленное поведение».

Таким образом, можно выделить две фазы мотивации: *фазу формирования мотивационного состояния*, включающую этапы обнаружения потребности и возникновения мотивационного возбуждения, и *фазу запуска и реализации специализированного целенаправленного поведения*, включающую этапы поиска объекта, способного удовлетворить возникшую потребность, взаимодействия с ним и получение информации об удовлетворении потребности. При этом первая фаза развития мотивации инициирует вторую (рис. 10).

Мотивационное состояние и целенаправленное поведение как две фазы мотивации представлены различными типами активности мозга. Специфика мотивационного состояния отражается в различных типах ЭЭГ-активации, сопровождающих проявления этих состояний. Так, для состояния голода характерно появление повторяющихся участков высокочастотных и высокоамплитудных колебаний, при оборонительной мотивации наблюдается появление тета-ритма (5–7 Гц). С переходом от первой фазы мотивации ко второй электрическая активность мозга также меняется. Так, появление пищевой потребности проявляется высокочастотными колебаниями с частотой 30–60 Гц, а во время поиска пищи в ЭЭГ доминируют высокоамплитудные медленные веретена с частотой 3–8 Гц. Двигательная активность во время поиска может также сопровождаться появлением в ЭЭГ тета-ритма. Высокочастотный тета-ритм связан с движениями в сторону пусковых стимулов, а низкочастотный – с готовностью к удовлетворению биологической потребности.

Виды мотиваций и их общие свойства. Наиболее распространенная классификация видов мотиваций предложена Н. Миллером (1960). Он выделяет *первичные (низшие) мотивации*, называя их также инстинктивными и висцеральными. Действия организма по удовлетворению потребностей, характерные для таких мотиваций, определяются врожденной программой поведения. К ним относят голод, жажду, половое влечение, страх и другие. Другую группу составляют *вторичные (высшие) мотивации*, которые приобретаются в течение индивидуальной жизни. К ним могут быть отнесены все виды мотиваций, которые возникают по закону условно-рефлекторных ассоциаций.

Несмотря на различия видов мотивации, они имеют и некоторые общие свойства. Разные виды мотиваций реализуются посредством разных двигательных стереотипов. Однако во время всякой мотивации возрастает средний уровень двигательной активности, увеличивается двигательная реактивность в ответ на внешние раздражители. Актива-

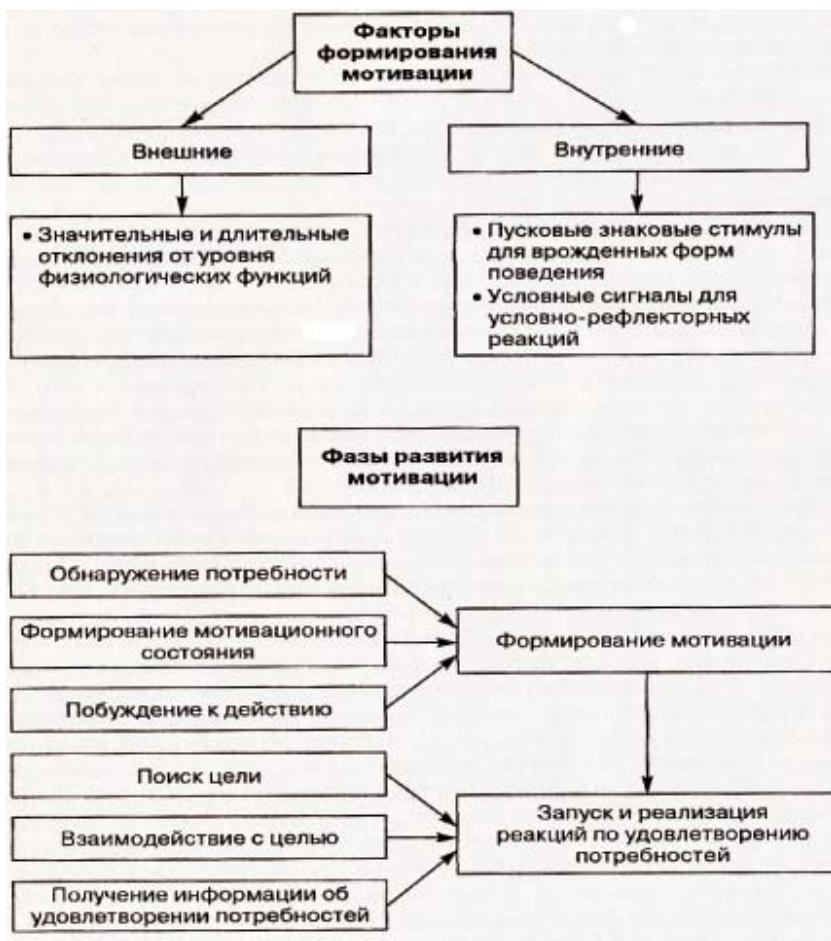


Рис. 10. Мотивации: формирование и фазы развития

ция моторной системы наблюдается при голоде, ярости, страхе (исключением является пассивный страх), любопытстве. Любая мотивация сопровождается повышением тонуса симпатической нервной системы: увеличивается частота сердцебиения, повышается артериальное давление, возникают сосудистые реакции, изменяется проводимость кожи.

При развитии любой мотивации отмечается: снижение порогов восприятия и усиление ориентировочных реакций, что обеспечивается ростом активации афферентных систем; увеличение поисковой активности, при этом ее характер приобретает целенаправленность. Необходимым звеном для развития целенаправленного поискового поведения является извлечение из памяти образов предметов, способных удовлетворить возникшую потребность, и образов действий, посредством которых она может быть удовлетворена. Непременным проявлением мотивации является возникновение субъективных переживаний с отрицательным эмоциональным тоном. Исключение составляют мотивации, определяющие поведение любознательности и стремление к творческой активности, которые имеют положительный эмоциональный тон.

Функциональная система и мотивация. Мотивация сохраняется на протяжении всего поведенческого акта, определяя не только начальную стадию поведения (афферентный синтез), но и все последующие: предвидение будущих результатов, принятие решения, его коррекцию на основе акцептора результатов действия и изменившейся обстановочной афферентации. Именно доминирующая мотивация «вытягивает» в аппарате акцептора результатов действия весь накопленный и врожденный поведенческий опыт, создавая тем самым определенную программу поведения. С этой точки зрения акцептор результата действия представляет доминирующую потребность организма, преобразованную мотивацией в форму опережающего возбуждения мозга.

Таким образом, *мотивация оказывается существенным компонентом функциональной системы поведения.* Она представляет собой особое состояние организма, которое, сохраняясь на протяжении всего времени – от начала поведенческого акта до получения полезных результатов, определяет целенаправленную поведенческую деятельность организма и характер его реагирования на внешние раздражители.

Мотивационное возбуждение, которое реализуется в поведении, получило название **доминирующей мотивации**. По своим свойствам мотивационное возбуждение тождественно явлению доминанты А.А. Ухтомского. В каждый момент времени доминирует та мотива-

ция, в основе которой лежит наиболее важная биологическая (или социальная) потребность. После завершения одного мотивированного поведения организмом завладевает следующая ведущая по биологической или социальной значимости мотивация. Ведущая мотивация подчиняет себе все другие. При формировании доминирующего поведения внутреннее состояние организма и внешние стимулы могут приходить в столкновение. То мотивационное возбуждение, которое станет доминирующим, в конечном счете и определяет, какое поведение будет реализовано в данный момент времени.

Сила биологической мотивации (величина отклонения физиологических констант или концентрации гормонов) отражается в величине мотивационного возбуждения структур лимбической системы, определяет его доминантный характер и формирует *первичный доминантный очаг*. Первичный очаг мотивационного возбуждения при формировании доминирующих биологических мотиваций (возникающий в гипоталамусе) ведет, в свою очередь, к появлению *конstellации вторичных очагов возбуждения* в коре головного мозга. Если первичный очаг возбуждения возникает и поддерживается за счет гуморальных факторов, то вторичные очаги поддерживаются за счет суммации множества сенсорных влияний. Благодаря доминантному характеру первичного очага возбуждения в структурах мозга быстро образуются временные связи, обеспечивающие функционирование вторичных очагов возбуждения. Механизмы совместного действия всех очагов мотивационного возбуждения позволяет осуществлять взаимодействие организма с теми или иными факторами внешней среды.

Основные принципы нейрофизиологического обеспечения доминирующих мотиваций сформулированы К.В. Судаковым (рис. 11).

Для формирования биологической мотивации необходимо наличие соответствующей метаболической потребности. Любая биологическая мотивация носит системный характер. Возникшая потребность трансформируется нейрогуморальным путем в возбуждение гипоталамических центров, которые, в свою очередь, активируют другие структуры мозга, в том числе и кору больших полушарий мозга. Кортикальные и лимбические структуры мозга оказывают специфические для каждого вида мотиваций нисходящие (как возбуждающие, так и тормозные) влияния на первичные гипоталамические центры. Каждое мотивационное возбуждение представляет собой специфическую клеточную и молекулярную интеграцию корково-подкорковых структур мозга.

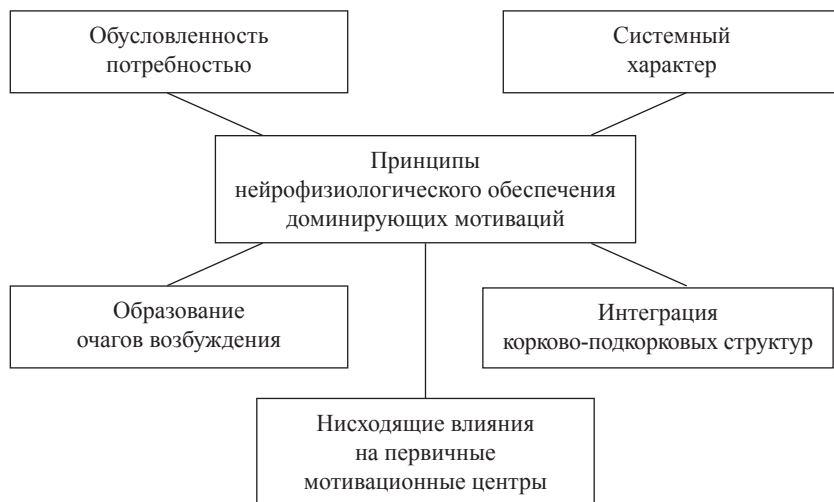


Рис. 11. Принципы нейрофизиологического обеспечения доминирующих мотиваций

Избирательное возбуждение одних структурных образований сочетается с избирательным торможением других. В этом проявляется принцип координированного торможения А.А. Ухтомского. Мотивационное возбуждение существенно меняет конвергентные и дискриминационные способности разных отделов мозга, настраивая их на подкрепляющее воздействие. Возбуждения, поступающие в мозг при подкреплении, адресуются к различным нейронам, оставляя след в их деятельности и формируя сложную нейродинамическую констелляцию. С ней и происходит сравнение параметров достигнутых результатов. В формировании различных биологических мотиваций участвуют одни и те же медиаторы. Однако для разных мотиваций и в разных структурах мозга их комбинации различны. Это свидетельствует о наличии специфической нейрохимической интеграции для обеспечения конкретного мотивационного возбуждения. Это также отражается в способности ряда пептидов продуцировать или блокировать определенные мотивации, что проявляется и в общей чувствительности отдельных нейронов к нейромедиаторам и олигопептидам.

Нейромедиаторы выделяются нервными окончаниями и служат посредниками в процессах синаптической передачи. Нейропептиды

могут синтезироваться мозговой тканью, они полифункциональны. Каждый пептид может участвовать в регуляции многих функций мозга. Полифункциональность и многоадресность действия нейропептидов позволяют им оказывать регулирующее действие на весь организм в целом, обеспечивая тем самым организацию целостного поведения. Частично это свойство обусловлено способностью нейропептидов взаимодействовать на молекулярном уровне и нейромедиаторами, молекулами ДНК, РНК и белками.

Рассмотрим роль нейропептидов в интеграции нервных образований в функциональную систему мозга, реализующую пищевое поведение. Потребность в пище создает очаг мотивационного возбуждения в гипоталамусе. Это приводит к активации аппарата генетической памяти в нейронах различных отделов центральной нервной системы (ЦНС). Активация генетического аппарата включает усиление процесса синтеза белков в направлении ДНК → РНК → белок. В результате активации процесса синтеза белков из клеток возбужденных структур ЦНС в межклеточное пространство выделяется пептидный фактор, который играет роль запускающего фактора для функциональной системы пищевого поведения, т.е. запускает поведенческую реакцию, направленную на удовлетворение пищевой потребности.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 6, 7, 13, 15, 21.

Тема 8. Психофизиология эмоций

Вопросы для самоподготовки

1. Определение и классификация эмоций.
2. Потребностно-информационные факторы возникновения эмоций.
3. Функции эмоций.
4. Мозговой субстрат эмоций.
5. Влияние эмоций на деятельность и объективные методы контроля эмоционального состояния человека.
6. Функциональная асимметрия мозга и эмоции.
7. Индивидуальные различия и эмоции.
8. Биологические теории эмоций.
9. Психофизиологическая диагностика и методы изучения эмоций. Диагностика эмоциональных переживаний.



Рис. 12. Эмоции и их классификация

С физиологической точки зрения **эмоция** – это активное состояние системы специализированных структур мозга, которое побуждает организм изменить поведенческую реакцию в направлении минимизации или максимизации этого состояния.

Выделяют три вида эмоциональных явлений: аффекты, собственно эмоции и чувства (рис. 12).

Сопровождая практически любые проявления жизненной активности человека, эмоции служат одним из главных механизмов внутренней регуляции психической деятельности и поведения, направленных на удовлетворение потребностей.

По критерию длительности эмоциональных явлений выделяют, во-первых, эмоциональный фон (или эмоциональное состояние), во-вторых, эмоциональное реагирование. Указанные два класса эмоциональных явлений подчиняются разным закономерностям. Эмоциональное состояние в большей степени отражает общее глобальное отношение человека к окружающей ситуации, к себе самому и связано с его личностными характеристиками, эмоциональное реагирование – это кратковременный эмоциональный ответ на то или иное воздействие, имеющий ситуационный характер. Наиболее существен-



Рис. 13. Функциональная схема организации эмоций

ными характеристиками эмоций являются их знак и интенсивность. Положительные и отрицательные эмоции всегда характеризуются определенной интенсивностью (рис. 13).

Функции эмоций. *Отражательно-оценочная функция* эмоций выражается в обобщенной оценке событий и явлений. П.В. Симонов (1981) приводит правило возникновения эмоций в виде структурной формулы: $\mathcal{E} = -P (IH - IC)$, где $\mathcal{E}$ – эмоция, ее степень, качество и знак; P – сила и качество актуальной потребности; IH – информация о средствах, необходимых для удовлетворения потребности; IC – информация о существующих средствах, которыми реально обладает субъект в данный момент; $IH - IC$ – оценка вероятности удовлетворения потребности на основе врожденного или приобретенного опыта.

Из формулы следует, что низкая вероятность удовлетворения потребности ведет к возникновению отрицательных эмоций. Возрастающие вероятности достижения цели по сравнению с прогнозом порождает положительные эмоции.

Регулирующая функция эмоций состоит в том, чтобы побудить человека изменить свое поведение. В ходе деятельности у человека возникают потребности разного уровня. Их взаимодействие выражается в конкуренции мотивов. Оценка мотивов через эмоциональное переживание побуждает к выбору поведения, переключению от одних действий к другим. Наиболее ярко эта функция эмоций проявляется в экстремальных ситуациях, когда возникает борьба мотивов. Способ-

ность управлять своими эмоциями предстает в качестве физиологического механизма воли.

Подкрепляющая функция эмоций состоит в способности эмоции выступать в качестве безусловного подкрепления поведенческой реакции. Любой рефлекс формируется легче и быстрее, если он сопровождается эмоциональным переживанием. Интеграция мотивационного возбуждения с возбуждением от фактора, способного удовлетворить потребность, генерирует положительную эмоцию и обеспечивает выработку условного рефлекса. Подкрепляющим фактором может выступать и эмоциональное состояние другой особи, что является биологической основой способности человека к сопереживанию.

Компенсаторная функция эмоций состоит в их замещающей роли. При эмоциональном напряжении имеется избыточная мобилизация ресурсов организма, превышающая реальные нужды, что в ситуации неопределенности обеспечивает организм необходимой энергией. В ситуации с низкой вероятностью успеха даже небольшой успех порождает положительную эмоцию, что компенсирует недостаток неудовлетворенных потребностей. Эмоциональное напряжение вызывает переход к иным формам поведения, оценкам стимулов и реакций.

Коммуникативная функция эмоций состоит в передаче своих переживаний другим людям посредством мимики, жестов, изменений интонации. Мимика человеческого лица тонко отражает различные оттенки эмоционального состояния и является существенным инструментом невербального общения людей.

Исследования структур мозга, связанных с механизмами организации эмоций, показали, что эмоции нельзя строго приурочить к определенным мозговым структурам – они базируются на врожденных и приобретенных формах поведения. По теории, предложенной Дж. Греем, выделяют три *модулирующие системы мозга*, определяющие возникновение трех основных групп эмоций: тревожности, ужаса – гнева, радости – счастья (табл. 2).

Система мозга, связанная с проявлением чувства тревоги, была названа системой поведенческого торможения. Эта система отвечает на сигналы наказания, отмены положительного подкрепления, стимулы, содержащие новизну. Главная структура этой системы – септо-гиппокампальная. При общем поведенческом торможении отмечается повышение уровня кортизола, высвобождение эндорфинов, адрено-кортикотропного гормона.

Вторая система относится к организации поведения борьбы и бегства. Она связана с эмоциями ярости, гнева и ужаса. Ее структуры реагируют на безусловные аверсивные (отвергаемые) стимулы. В состав данной системы входят три основные структуры: миндалина, медиальный гипоталамус и центральное серое вещество. Эмоция гнева сопровождается увеличением уровня норадреналина и тестостерона. При эмоции страха выброс адреналина преобладает, увеличивается уровень кортизола в крови.

Таблица 2

Системы мозга, определяющие появление эмоций

Системы, определяющие тип поведения	Эмоции	Структуры	Биологически важные вещества
Система поведенческого торможения	Тревожность – депрессия	Септум, энторинальная кора, зубчатая извилина, субикулярная область, гиппокамп	Кортизол, адренотропный гормон, эндорфины
Система борьбы и бегства	Ярость, гнев, страх	Миндалина, медиальный гипоталамус, центральное серое вещество	Адреналин, норадреналин, тестостерон
Система приближающегося поведения	Безмятежность, приподнятое настроение, уверенность, счастье, радость	Базальные ганглии, черная субстанция, дофаминергические волокна, ядра таламуса; моторная, сенсорная, префронтальная области коры	Дофамин, серотонин, опиаты, тестостерон

Третья система мозга обеспечивает приближающееся поведение. Адекватными стимулами для нее являются сигналы награды (пищи, воды и др.). Функционирование системы обеспечивают главные структуры мозга, относящиеся к подкорковым образованиям, а также сенсорная и лобная кора. Эмоции, возникающие при активации этой системы, связаны с приятным предвидением, надеждой, переживанием подъема, счастья. Таким образом, согласно теории Дж. Грея, положительные эмоции имеют дофаминергическую природу. Однако

положительное эмоциональное состояние человека во многом определяется уровнем серотонина. С ростом его концентрации в мозге настроение человека поднимается.

Индивидуальные особенности эмоциональной сферы человека зависят от баланса трех систем мозга. Повышенная индивидуальная активность септогиппокампальной системы предопределяет склонность человека к тревожности. Доминирование функций системы борьбы и бегства отражает склонность человека к агрессии или активному защитному поведению. От вклада, который вносит система приближающегося поведения, зависит степень выраженности положительных эмоций.

Индивидуальные различия являются одним из факторов, определяющих специфику и силу эмоционального переживания. Наиболее тесно связаны с эмоциями тревожность, импульсивность, эмоциональность, сила – слабость нервных процессов, экстраверсия – интроверсия. *П.В. Симонов выдвинул концепцию четырех мозговых структур*, где интегрировал данные о влиянии разных свойств индивидуальности на эмоциональную сферу. Согласно этой теории, индивидуальные особенности взаимодействия лобной коры, гиппокампа, миндалины и гипоталамуса образуют основу для формирования темперамента, нейротизма, индивидуального предпочтения в выборе формы эмоционального реагирования.

Преобладание активности лобной коры и гипоталамуса определяет направленность на удовлетворение устойчивой доминирующей потребности, что характерно для холерического темперамента. Интересы холерика устойчивы, он упорен в достижении цели.

Функциональное преобладание системы гиппокампа и миндалины означает готовность реагировать на широкий круг объектов, включая малозначимые. Если доминирующий мотив выделить трудно, то поведение субъекта будет нерешительным, часто направленным на бесконечный анализ маловажных событий. Эти свойства характерны для слабой нервной системы меланхолика.

Преобладание активности системы гипоталамуса и гиппокампа создает условия для сочетания доминирующей потребности с генерализованной реакцией на сигналы маловероятных событий. Такая картина активности характерна для сильного уравновешенного подвижного типа нервной деятельности сангвиника.

Доминирование системы миндалины и лобной коры определяет хорошо сбалансированные потребности без четкого выделения одной из

них. Субъект игнорирует многие события и реагирует только на высокозначимые сигналы. Такое поведение характерно для сильного уравновешенного и инвертного типа нервной деятельности флегматика.

В модели четырех структур описывается и их отношение к экстраверсии – интроверсии. Преобладание информационных структур – лобной коры и гиппокампа – определяет ориентацию субъекта на внешний мир и зависимость его реакций от текущих событий, что характерно для экстраверта. Преобладание мотивационных систем – гипоталамуса и миндалины – создает интроверта с характерной устойчивостью внутренних мотивов и их малой зависимостью от внешних влияний.

Межполушарная асимметрия и эмоции. Существует немало фактов, свидетельствующих о том, что в обеспечении эмоциональной сферы человека левое и правое полушария головного мозга вносят разный вклад. По некоторым представлениям, левое полушарие ответственно за восприятие и экспрессию положительных эмоций, а правое – отрицательных. Депрессивные переживания, возникающие при поражении левого полушария, рассматриваются как результат растормаживания правого, а эйфория, нередко сопровождающая поражение правого полушария, – как результат растормаживания левого.

Существуют и другие подходы к описанию специфики межполушарного взаимодействия в обеспечении эмоций. Например, существует предположение, что тенденция правого полушария к синтезу и объединению множества сигналов в глобальный образ играет решающую роль в выработке и стимулировании эмоционального переживания. В то же время преимущество левого полушария в анализе отдельных упорядоченных во времени и четко определенных деталей используется для видоизменения и ослабления эмоциональных реакций. Таким образом, когнитивные и эмоциональные функции обоих полушарий тесно связаны и в когнитивной сфере, и в регуляции эмоций. По другим представлениям, каждое из полушарий обладает собственным эмоциональным «видением» мира. При этом правое полушарие, которое рассматривается как источник бессознательной мотивации, в отличие от левого, воспринимает окружающий мир в неприятном, угрожающем свете, но именно левое полушарие доминирует в организации целостного эмоционального переживания на сознательном уровне. Таким образом, корковая регуляция эмоций осуществляется в норме при взаимодействии полушарий.

Проблема происхождения и функционального значения эмоций в поведении человека и животных представляют предмет постоянных исследований и дискуссий. В настоящее время существует несколько **физиологических теорий эмоций**.

Биологическая теория Ч. Дарвина. Проведенный им анализ эмоциональных выразительных движений животных дал основания рассматривать эти движения как своеобразное проявление инстинктивных действий, исполняющих роль биологически значимых сигналов для представителей не только своего, но и других видов животных. Эти эмоциональные сигналы (страх, угроза, радость) и сопровождающие их мимические и пантомимические движения имеют адаптивное значение. Многие из них проявляются с момента рождения и определяются как врожденные эмоциональные реакции.

Каждому из нас знакомы мимика и пантомимика, сопровождающая эмоциональные переживания. По выражению лица человека и напряжению его тела довольно точно можно определить, что он переживает: страх, гнев, радость или другие чувства.

Итак, Ч. Дарвин первым обратил внимание на особую роль в проявлении эмоций, которую играет мышечная система организма, и в первую очередь те ее отделы, которые участвуют в организации специфических для большинства эмоций движений тела и выражений лица. Кроме того, он указал на значение обратной связи в регуляции эмоций, подчеркивая, что усиление эмоций связано с свободным внешним их выражением. Напротив, подавление всех внешних признаков эмоций ослабляет силу эмоционального переживания. Однако, кроме внешних проявлений эмоций, при эмоциональном возбуждении наблюдаются изменения частоты сердечного ритма, дыхания, мышечного напряжения и т.д. Все это свидетельствует о том, что эмоциональные переживания тесно связаны с вегетативными сдвигами в организме.

Теория Джеймса – Ланге – одна из первых теорий, пытавшихся связать эмоции и вегетативные сдвиги в организме человека, сопровождающие эмоциональные переживания. Она предполагает, что после восприятия события, вызвавшего эмоцию, человек переживает эту эмоцию как ощущение физиологических изменений в собственном организме, т.е. физические ощущения и есть сама эмоция. Как утверждал Джеймс: «Мы грустим, потому что плачем, сердимся, потому что наносим удар, боимся, потому что дрожим». Теория неоднократно подвергалась критике. В первую очередь отмечалось, что оши-

бочно само исходное положение, в соответствии с которым каждой эмоции соответствует свой собственный набор физиологических изменений. Экспериментально было показано, что одни и те же физиологические сдвиги могут сопровождать разные эмоциональные переживания. Другими словами, физиологические сдвиги имеют слишком неспецифический характер и потому сами по себе не могут определять качественное своеобразие и специфику эмоциональных переживаний. Кроме того, вегетативные изменения в организме человека обладают определенной инертностью, т.е. могут протекать медленнее и не успевают следовать за той гаммой чувств, которые человек способен иногда переживать почти одновременно (например, страх и гнев или страх и радость).

Таламическая теория Кеннона-Барда. Эта теория в качестве центрального звена, ответственного за переживание эмоций, выделила одно из образований глубоких структур мозга – *таламус* (зрительный бугор). Согласно этой теории, при восприятии событий, вызывающих эмоции, нервные импульсы сначала поступают в таламус, где потоки импульсации делятся: часть из них поступает в кору больших полушарий, где возникает субъективное переживание эмоции (страха, радости и др.). Другая часть поступает в гипоталамус, который, как уже неоднократно говорилось, отвечает за вегетативные изменения в организме. Таким образом, эта теория выделила как самостоятельное звено субъективное переживание эмоции и соотнесла его с деятельностью коры больших полушарий.

Активационная теория Линдсли. Главную роль в обеспечении эмоций в этой теории играет активирующая ретикулярная формация ствола мозга. Активация, возникающая в результате возбуждения нейронов ретикулярной формации, выполняет основную эмоциогенную функцию. Согласно этой теории, эмоциогенный стимул возбуждает нейроны ствола мозга, которые посылают импульсы к таламусу, гипоталамусу и коре. Таким образом, выраженная эмоциональная реакция возникает при диффузной активации коры с одновременным включением гипоталамических центров промежуточного мозга. Основное условие появления эмоциональных реакций – наличие активирующих влияний из ретикулярной формации при ослаблении коркового контроля за лимбической системой. Предполагаемый активирующий механизм преобразует эти импульсы в поведение, сопровождающееся эмоциональным возбуждением. Эта теория, разумеется, не объясняет всех механизмов физиологического обеспечения эмоций, но она по-

звolyет связать понятия активации и эмоционального возбуждения с некоторыми характерными изменениями в биоэлектрической активности мозга.

Биологическая теория П.К. Анохина, как и теория Дарвина, подчеркивает эволюционный приспособительный характер эмоций, их регуляторную функцию в обеспечении поведения и адаптации организма к окружающей среде. Согласно этой теории, в поведении живых существ условно можно выделить две основные стадии, которые, чередуясь, составляют основу жизнедеятельности: стадию формирования потребностей и стадию их удовлетворения. Каждая из стадий сопровождается своими эмоциональными переживаниями: первая, в основном, негативной окраски, вторая, напротив, позитивной. Действительно, удовлетворение потребности, как правило, связано с чувством удовольствия. Неудовлетворенная потребность всегда является источником дискомфорта. Таким образом, с биологической точки зрения эмоциональные ощущения закрепились как своеобразный инструмент, удерживающий процесс адаптации организма к среде в оптимальных границах и предупреждающий разрушительный характер недостатка или избытка каких-либо факторов для его жизни.

Итак, суть биологической теории состоит в следующем: положительное эмоциональное состояние (например, удовлетворение какой-либо потребности) возникает лишь в том случае, если обратная информация от результатов совершенного действия точно совпадает с ожидаемым результатом, т.е. акцептором действия. Таким образом, эмоция удовлетворения закрепляет правильность любого поведенческого акта в том случае, если его результат достигает цели, т.е. приносит пользу, обеспечивая приспособление. Напротив, несовпадение получаемого результата с ожиданиями немедленно ведет к беспокойству и поиску, который может обеспечить достижение требуемого результата, и, следовательно, к полноценной эмоции удовлетворения. С точки зрения Анохина, во всех эмоциях, начиная от грубых низших и заканчивая высшими, социально обусловленными, используется одна и та же физиологическая архитектура.

Информационная теория эмоций вводит в круг анализируемых явлений понятие информации. Эмоции тесно связаны с информацией, которую мы получаем из окружающего мира. Обычно эмоции возникают из-за неожиданного события, к которому человек не был готов. В то же время эмоция не возникает, если мы встречаем ситуацию с достаточным запасом нужных сведений. Отрицательные

эмоции возникают чаще всего из-за неприятной информации и особенно при недостаточной информации, положительные – при получении достаточной информации, особенно когда она оказалась лучше ожидаемой.

С точки зрения автора этой теории П.В. Симонова, эмоция – это отражение мозгом человека и животных какой-то актуальной потребности (ее качества и величины), а также вероятности (возможности) ее удовлетворения, которую мозг оценивает на основе генетического и ранее приобретенного индивидуального опыта. В самом общем виде правило возникновения эмоций можно представить в виде структурной формулы: $\mathcal{E} = f(-П (И_n - И_c) \dots)$, где $\mathcal{E}$ – эмоция, ее степень, качество и знак; $П$ – сила и качество актуальной потребности; $(И_n - И_c)$ – оценка вероятности (возможности) удовлетворения потребности на основе врожденного и онтогенетического опыта; $И_n$ – информация о средствах, прогностически необходимых для удовлетворения потребности; $И_c$ – информация о средствах, которыми располагает субъект в данный момент.

Из «формулы эмоций» видно, что небольшая вероятность удовлетворения потребности ведет к возникновению отрицательных эмоций. Напротив, возрастание вероятности достижения цели, т.е. удовлетворения потребности по сравнению с ранее имевшимся прогнозом, приводит к возникновению положительных эмоций.

Эта теория на первый план выдвигает оценочную функцию эмоций, которая всегда представляет собой результат взаимодействия двух факторов: спроса (потребности) и предложения (возможности удовлетворения этой потребности).

Теория дифференциальных эмоций. Центральным положением этой теории является представление о существовании некоторого числа базисных эмоций, каждая из которых обладает присущими только ей мотивационными и феноменологическими свойствами.

Базисные эмоции (радость, страх, гнев и др.) ведут к различным внутренним переживаниям и различным внешним проявлениям и могут взаимодействовать друг с другом, ослабляя или усиливая одна другую. Каждая эмоция включает три взаимосвязанных компонента:

- нейронную активность мозга и периферической нервной системы (неврологический компонент);
- деятельность поперечно-полосатой мускулатуры, обеспечивающей мимическую и пантомимическую выразительность и обратную связь в системе «тело/лицо – мозг» (выразительный компонент);

➤ субъективное эмоциональное переживание (субъективный компонент).

Каждый из компонентов обладает определенной автономностью и может существовать независимо от других.

К сожалению, теория дифференциальных эмоций не дает удовлетворительного объяснения тому, как актуализируется та или иная эмоция, каковы внешние и внутренние условия ее пробуждения. Кроме того, недостатком этой теории является нечеткость в определении собственно базисных эмоций. Их число колеблется от четырех до десяти. Для выделения используются эволюционные и кросскультурные данные. Наличие сходных эмоций у человекообразных обезьян и людей, а также у людей, выросших в разных культурах, свидетельствует в пользу существования ряда базисных эмоций.

Однако способность эмоциональных процессов вступать во взаимодействие и образовывать сложные комплексы эмоционального реагирования затрудняет четкое выделение фундаментальных базисных эмоций.

Нейрокультурная теория эмоций была разработана П. Экманом в 70-е гг. XX в. Как и в теории дифференциальных эмоций, ее исходным положением является представление о шести основных (базисных) эмоциях. Согласно этой теории, экспрессивные проявления основных эмоций (гнева, страха, печали, удивления, отвращения, счастья) универсальны и практически не чувствительны к воздействию факторов среды. Другими словами, все люди практически одинаково используют мышцы лица при переживании основных эмоций. Каждая из них связана с генетически детерминированной программой движения лицевых мышц. Тем не менее принятые в обществе нормы социального контроля определяют правила проявления эмоций. Например, японцы обычно маскируют свои отрицательные эмоциональные переживания, демонстрируя более позитивное отношение к событиям, чем это есть в реальности. О механизме социального контроля проявления эмоций свидетельствуют так называемые кратковременные выражения лица. Они фиксируются во время специальной киносъемки и отражают реальное отношение человека к ситуации, чередуясь с социально нормативными выражениями лица. Длительность таких подлинных экспрессивных реакций составляет 300–500 мс. Таким образом, в ситуации социального контроля люди способны контролировать выражение лица в соответствии с принятыми нормами и традициями воспитания.

Из всего изложенного выше следует, что единой общепринятой физиологической теории эмоций не существует. Каждая из теорий позволяет понять лишь некоторые стороны психофизиологических механизмов функционирования эмоционально-потребностной сферы человека, выводя на первый план проблемы: адаптации к среде (теории Ч. Дарвина, П.К. Анохина), мозгового обеспечения и физиологических показателей эмоциональных переживаний (таламическая и активационная теории, теория Экмана), вегетативных и гомеостатических компонентов эмоций (теория Джемса – Ланге), влияния информированности на эмоциональное переживание (теория П.В. Симонова), специфики базисных эмоций (теория дифференциальных эмоций).

Методы изучения и диагностики эмоций. Изучение физиологических механизмов эмоций – многосторонний процесс, который включает эксперименты на животных, связанные с раздражением и разрушением отдельных участков мозга, изучение особенностей эмоционального реагирования у пациентов с различными поражениями мозга, а также лабораторные исследования здоровых людей при переживании ими искусственно создаваемых эмоциогенных ситуаций.

Электрическая стимуляция мозга. Стимуляция разных отделов мозга через вживленные электроды нередко вызывает эмоциональные переживания у пациентов, а также своеобразные изменения поведения у животных.

При стимуляции различных отделов гипоталамуса у кошки может быть получена, например, реакция «бегства», когда животное отчаянно ищет убежища. Стимуляция образований среднего мозга ведет к активации с положительной или отрицательной эмоциональной окраской или к состоянию успокоения. Раздражение передней и нижней поверхности височной доли вызывает чувство страха; переднего и заднего отделов гипоталамуса – тревоги и ярости; перегородки – наслаждения; миндалевидного тела – страха, ярости и гнева, а в некоторых случаях и удовольствия.

Широкую известность приобрели опыты Д. Олдса, в которых крысам вживляли электроды в разные области гипоталамуса. Крысы, обнаружив связь между нажатием педали и получением стимуляции, в некоторых случаях продолжали стимулировать свой мозг с поразительным упорством. Они могли нажимать на педаль по несколько тысяч раз в час в течение десяти часов, доходя до полного изнеможения. Участки гипоталамуса, которые крысы стремились раздражать,

получили название «центров удовольствия». По аналогии с этим были выявлены участки мозга, раздражения которых животные всеми силами старались избегать.

Электростимуляцию проводили также у некоторых больных во время операций на головном мозге. Некоторые из таких операций проходят без общего наркоза, поскольку манипуляции с мозговой тканью не вызывают боли. Во время подобной операции с больным вступали в контакт и выясняли, что он испытывает при раздражении тех или иных точек. Больные нередко сообщали о приятных ощущениях, возникавших при раздражении участков мозга, которые примерно соответствуют расположению «центров удовольствия» у животных. Точно так же были выявлены участки, раздражение которых вызывало неприятные ощущения.

Разрушение мозга. Частично влияние повреждения разных отделов мозга было проанализировано выше, когда рассматривалась проблема морфофизиологического субстрата эмоций. Клиника очаговых поражений мозга дает немало сведений о том, как влияют на протекание эмоциональных переживаний человека повреждение лобных долей мозга, левого и правого полушария.

Наряду с этим имеется большой массив экспериментальных исследований на животных, в которых проводилось целенаправленное разрушение или удаление отдельных эмоциогенных зон с целью выявления эффектов этого вмешательства. Хорошо известны эксперименты на обезьянах с разрушением миндалевидного ядра, в результате чего ранее доминирующий в группе самец занимал самое низкое положение в стадной иерархии.

Диагностика эмоциональных переживаний. Физиологические проявления эмоциональных переживаний здорового человека широко исследуются в лабораторных условиях. При этом, как правило, используется метод психологического моделирования, т.е. либо создаются условия, непосредственно вызывающие у индивида эмоциональное напряжение (например, критические замечания в адрес его деятельности в условиях эксперимента), либо испытуемому предъявляют внешние стимулы, заведомо провоцирующие возникновение тех или иных эмоций (например, фотографии, вызывающие отвращение). При изучении физиологических коррелятов эмоциональных переживаний обычно сравниваются данные, полученные в состоянии покоя и при эмоциональном напряжении.

Изучение мимики лица. По выражению лица человека нередко можно определить, какие чувства он переживает. Особенности мимики при переживании эмоций получили название лицевой экспрессии. В работах П. Экмана была разработана особая техника идентификации эмоций по выражению лица. Существует атлас фотоэталонов лицевой экспрессии для шести базисных эмоций: гнева, страха, печали, отвращения, удивления, радости. Кроме этого, была детально изучена анатомия лицевых мышц, было выделено 24 варианта реакций отдельных мышц и 20 вариантов, отражающих работу групп мышц. Проводилось прямое сопоставление силы переживания с активностью мышц лица. Оказалось, например, что переживание счастья связано с активностью большой скуловой мышцы. Чем сильнее активность этой мышцы, тем выше уровень субъективной оценки переживаемого «счастья» при просмотре приятного фильма. По активности большой скуловой мышцы можно предсказывать появление положительного эмоционального переживания. В то же время отрицательные эмоции (гнев, печаль) сочетаются с подавлением активности большой скуловой мышцы и возрастанием активности мышцы нахмуривания.

Электрическая активность кожи (ЭАК), измеряемая с поверхности ладони, широко используется в качестве индикатора эмоциональных состояний человека. По величине ЭАК или КГР (кожно-гальваническая реакция) можно определить уровень эмоционального напряжения человека (причем установлен вид математической связи между силой эмоций и амплитудой КГР). В то же время по КГР практически невозможно установить качественную характеристику переживаемой эмоции, т.е. сказать, какую именно эмоцию испытывает человек. Предполагается, что фазический и тонический компоненты КГР могут иметь разное отношение к качеству и интенсивности переживаемых эмоций. Причем фазическая КГР является в большей степени индикатором интенсивности и в меньшей степени – специфичности эмоций. Есть также некоторые основания считать, что реакции тонического типа более связаны с мозговыми механизмами, отвечающими за реакцию страха, а фазические компоненты могут служить индикаторами предвосхищения, прогнозирования эмоционально-положительных стимулов. В то же время собственно КГР не может служить показателем однозначного определения специфичности эмоций, а являются индикатором неспецифической активации.

Реакции сердечно-сосудистой системы. Изменения деятельности сердца, вне зависимости от того, идет ли речь об урежении

или учащении сердечных сокращений, служат наиболее надежными объективными показателями степени эмоционального напряжения у человека по сравнению с другими вегетативными функциями при наличии двух условий: эмоциональное переживание характеризуется сильным напряжением и не сопровождается физической нагрузкой.

Сильное эмоциональное напряжение без всякой физической нагрузки может существенно изменять частоту сердечных сокращений. Например, у переводчиков-синхронистов частота сердечных сокращений (ЧСС) во время работы достигает иногда 160 уд./ мин. При этом даже значительная физическая нагрузка у них же увеличивает ЧСС до 145 уд./ мин.

Электроэнцефалографические (ЭЭГ) показатели эмоций. Экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что можно выделить ЭЭГ-показатели эмоционального напряжения. Установлено, что для состояния покоя характерно преобладание синхронизирующих влияний, что соответствует хорошо выраженному альфа-ритму. Одним из ЭЭГ-симптомов эмоционального возбуждения служит усиление тэта-ритма с частотой колебаний 4–7 Гц, сопровождающее переживание как положительных, так и отрицательных эмоций. По своему происхождению тэта-ритм связан с кортико-лимбическим взаимодействием. Предполагается, что усиление тэта-ритма при эмоциях отражает активацию коры больших полушарий со стороны лимбической системы.

Динамика ЭЭГ-активности при эмоциональных переживаниях выглядит следующим образом. При положительных эмоциях усиливается возбуждение, однако одновременно наблюдается нарастание тормозящих влияний. Это обстоятельство проявляется периодами экзальтации (возрастанием амплитуды ЭЭГ-колебаний) альфа-волн и усилением тэта-активности. При сильных положительных эмоциях может наблюдаться депрессия альфа-ритма и усиление высокочастотных бета-колебаний. По некоторым представлениям, одновременная активация возбуждающих и тормозных механизмов, полноценность «тормозной защиты» мозговых структур лежат в основе практической безвредности для организма даже сильных положительных эмоций.

Для отрицательных эмоциональных переживаний наиболее типична депрессия альфа-ритма и нарастание быстрых колебаний. Необходимо подчеркнуть, что на первых этапах развития таких эмоций тормозные влияния еще продолжают возрастать, что проявляется и случаями экзальтации альфа-ритма и усилением тэта-активности. Од-

нако в отличие от положительных эмоций напряжение стабилизирующих механизмов вскоре преодолевается растущим возбуждением.

Специфические особенности приобретает ЭЭГ на том этапе, где отрицательные эмоции приобретают застойный характер (глубокое горе, сильный страх, переходящий в оцепенение и т.д.). На фоне все еще повышенного тонуса здесь наблюдается явное преобладание тормозящих влияний с появлением в ЭЭГ медленных волн.

Статические методы ЭЭГ в оценке эмоций. Особое направление в изучении физиологии эмоций составляют исследования, в которых используются статистические методы оценки спектров ЭЭГ, пространственно-временной синхронизации биопотенциалов, вызванные потенциалы, сверхмедленная ритмическая активность мозга. Установлено, например, что сверхмедленные колебания потенциалов ЭЭГ отражают эмоциональные состояния испытуемых. Обнаружено также, что увеличение субъективной оценки отрицательного эмоционального состояния у здоровых людей связано с возрастанием синхронизации потенциалов, регистрируемых в лобных отделах мозга (особенно в левой лобной доле) с потенциалами, регистрируемыми в правой височной области (при переживании неудачи и болевых ощущениях).

Аффективный тонус отражается в показателях синхронизации ЭЭГ височных зон. Особенности эмоционального состояния здоровых испытуемых, полученные с помощью проективных методик, коррелируют с фоновыми значениями показателей синхронизации лобного и правого височного отведений: увеличение этих показателей соответствовало усилению отрицательных эмоций, уменьшение – усилению положительных эмоций. Некоторые личностные характеристики (по тесту Кетелла – аффективность, эмоциональная устойчивость, экстраверсия) также коррелировали с динамикой соотношения показателей синхронизации. У больных с поражением левого полушария и преобладанием отрицательного эмоционального фона наблюдалось повышение синхронизации лобных и правого височных отведений, а у больных с поражением правого полушария с общим позитивным эмоциональным фоном те же показатели уменьшались.

Таким образом, показатели пространственной синхронизации биопотенциалов, регистрируемых в лобных и височных отделах мозга, могут быть использованы для изучения эмоциональных состояний в норме и при локальных повреждениях мозга.

В настоящее время еще нет полного представления обо всех возможных психофизиологических показателях различных эмоциональных реакций и состояний. Очевидно, что изменения большинства показателей не позволяют судить о качестве мотивационного и эмоционального напряжения, а лишь о его динамике во времени и отчасти о силе.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 6–10, 13, 16, 17, 21, 22.

Раздел III. Психофизиология познавательной сферы

Тема 9. Психофизиология восприятия

Вопросы для самоподготовки

1. Кодирование информации в нервной системе.
2. Нейронные модели восприятия.
3. Электроэнцефалографическое исследование восприятия.
4. Топографические аспекты восприятия.

Восприятие представляет собой совокупность процессов, посредством которых формируется субъективный образ реально существующей действительности. Процесс восприятия характеризуется следующими свойствами.

Адекватность восприятия отражает сходство образа и воспринимаемого объекта. Образ должен соответствовать и быть адекватным отображаемому предмету. Однако образ объекта не является тождеством самого предмета. Образ всегда оказывается субъективной копией по отношению к предмету. В нем не содержится вещественности самих предметов, а только их пространственно-временная структура, т.е. информация. Определенная степень адекватности во времени достигается не мгновенно, а постепенно. Окончательная оценка адекватности происходит при соотнесении нового образа с его нервной моделью, созданной заранее на основе всего комплекса воздействий и прежнего жизненного опыта субъекта.

Предметность восприятия отражает возможности человека воспринимать целостные объекты окружающей среды и явления, относящиеся к определенному классу. Образ предмета, так как является отражением свойств определенного конкретного предмета или явления. При этом мозг способен выделять предмет, фон и контур из общей среды.

Целостность восприятия выражается в том, что образ воспринимаемых предметов не дан в полностью готовом виде со всеми необходимыми элементами, а как бы мысленно достраивается до некоторой целостной формы на основе небольшого набора элементов. Это происходит в том случае, если некоторые детали предмета человеком непосредственно в данный момент не воспринимаются.

Константность восприятия заключается в относительной неизменности образов предметов (формы, цвета, величины и др.) при изменении условий восприятия.

Субъективность восприятия следует из того, что образ не является абсолютной копией предмета, а лишь тождествен ему, является субъективной копией по отношению к предмету. Преобразование информации в сенсорных системах находится под влиянием не только свойств самой сенсорной системы, но и практически всех раздражений, воспринимаемых мозгом или запечатленных в памяти.

Активная природа восприятия является общим принципом работы мозга и прослеживается на всех его уровнях. Сенсорная система как аппарат, через который информация поступает в мозг, не просто пассивно отражает воздействия, адресованные к ее рецепторному аппарату, а выступает в качестве активного сигнализатора мозга, сообщаящего наиболее существенную информацию.

Избирательность восприятия обеспечивает выделение из всего комплекса воздействующих раздражителей лишь основных и наиболее значимых в зависимости от особенностей личности человека, информации, хранящейся в памяти, интересов и целей деятельности.

Процессы восприятия обладают четырьмя основными размерностями: пространственной, временной, качеством и интенсивностью (рис. 14).

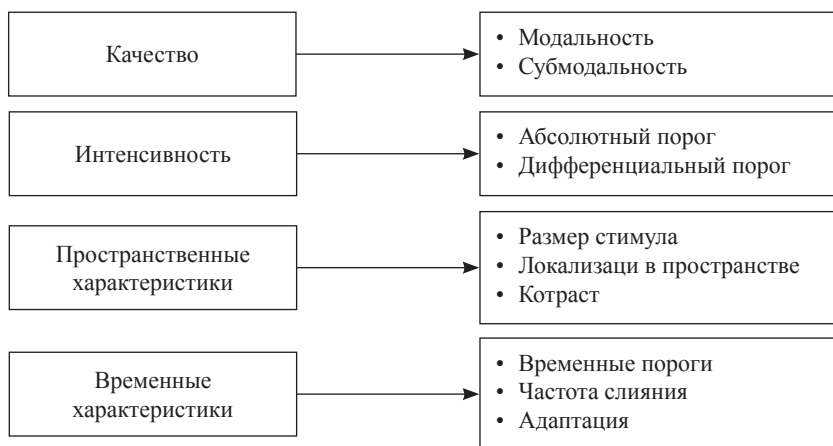


Рис. 14. Основные параметры воспринимаемых объектов

Качество, или *модальность*, восприятия является критерием, по которому различаются разные ощущения. Под модальностью понимают совокупность схожих сенсорных впечатлений, обеспечиваемых определенным органом чувств. Часто мы различаем отдельные виды сенсорных впечатлений в пределах одной модальности. Например, с помощью зрения мы можем определить яркость, размер, цвет изображения. Эти качественные различия обозначаются термином *субмодальность*.

Интенсивность восприятия определяется абсолютным и дифференциальным порогом индивидуальных ощущений. Абсолютный порог восприятия – минимальная интенсивность стимула, которая приводит к возникновению ощущения. Дифференциальный порог восприятия характеризуется ощущением едва заметной разницы между двумя стимулами. Имеется пропорциональная зависимость между интенсивностью ощущения и логарифмом интенсивности стимула. Эта зависимость является одним из основных законов психофизиологии (закон Вебера – Фехнера). Однако он верен только в ограниченных пределах интенсивностей.

Пространственные характеристики восприятия определяют положение стимула в пространстве и его протяженность. Можно определить порог раздражения, т.е. минимальное расстояние между двумя точками стимула, на котором они обнаруживаются как отдельные. Можно измерить разницу в ощущениях при изменении площади стимула, его длины, ширины. Особое свойство пространственной размерности – контраст. В физическом смысле он означает относительную яркость двух смежных площадей картины для зрительной модальности. Физиологический смысл контраста – в усилении ощущаемого различия на границе между двумя интенсивностями. Этот процесс облегчает обнаружение изменения стимула. Усиление контраста обнаружено не только для зрения, но и для других модальностей.

Временные характеристики восприятия определяют влияние продолжительности воздействия на силу и характер возникших ощущений. Дифференциальные временные пороги – минимальная ощущаемая разница между стимулами разной длительности. В случае периодической стимуляции измеряют частоту слияния – наименьшую частоту, при которой стимулы не воспринимаются по отдельности. Почти постоянным свойством восприятия является адаптация. Это изменение силы ощущения на протяжении действия стимула или после него. Адаптация обнаружена для всех сенсорных модальностей,

кроме боли. Физиологический смысл процессов адаптации состоит в снижении чувствительности при длительной стимуляции, что благоприятствует обнаружению изменений стимула.

Структурная организация сенсорных систем

Сенсорные системы представляют собой совокупность образований, обеспечивающих восприятие сенсорных раздражителей. Сенсорные системы информируют организм обо всех изменениях, происходящих в окружающей среде, вызывая адекватные поведенческие реакции. Деятельность любой сенсорной системы начинается с восприятия рецепторами внешней для нервной системы физической или химической энергии, трансформации ее в нервные импульсы и передачи их в мозг через цепи нейронов, образующих ряд уровней в периферической и центральной нервной системе. Каждая сенсорная система включает периферический отдел (рецепторы, спинно- и черепно-мозговые ганглии), проводниковый отдел (чувствительные нервы, проводящие тракты и центральные образования, расположенные в различных отделах спинного и головного мозга), а также корковый отдел, представленный первичными и вторичными корковыми зонами (рис. 15).

Физиологический смысл многоэтажности в конструкции сенсорной системы состоит в обусловливании поэтапной обработки информации. На каждом этапе происходит выделение отдельных признаков информативного сигнала. При этом каждый уровень системы работает на основе двух входов: входа информации – восходящий путь и входа управления – нисходящий путь.



Рис. 15. Общие принципы организации сенсорных систем

Формирование большого количества уровней переработки информации в эволюции привело к формированию большого числа каналов для ее передачи. Дублирование каналов связи является одним из путей обеспечения надежности работы сенсорных систем.

Принцип конвергенции и дивергенции обуславливает как связь однозначных элементов на всех уровнях сенсорной системы по типу меченой линии, так и широкое взаимодействие между всеми элементами каждого уровня. Последнее приводит к нарушению четкой линейности проведения информации по независимым каналам сенсорной системы. Частичное перекрытие каналов обработки сигналов еще больше повышает надежность работы системы в целом. Механизмы конвергенции и дивергенции необходимы для неискаженной передачи сведений об отдельных признаках наряду с их объединением при формировании целостного образа.

Положительная обратная связь используется для усиления сигнала, а также для выделения сигнала из шума, т.е. из той части информации, которая в данный момент не несет биологически значимой информации. Отрицательная обратная связь предотвращает чрезмерное возбуждение нервных элементов при действии стимула высокой интенсивности. Система положительной и отрицательной обратных связей играет существенную роль в фильтрации избыточной информации и выделении биологически значимых признаков сигнала.

Для большинства сенсорных систем характерно то, что органы чувств на одной стороне тела связаны преимущественно с противоположной стороной центрального отдела сенсорной системы. Принцип двусторонней симметрии проявляется только в относительной степени, так как даже первичный афферентный путь от рецепторов может быть связан с обоими симметричными мозговыми аппаратами. Между симметричными отделами устанавливаются комиссуральные горизонтальные связи, обеспечивающие их объединение для выполнения целостной функции. Основным механизмом парной деятельности мозга является механизм функциональной асимметрии при действии различным образом локализованных в пространстве раздражителей. Пространственная модель ранее действующего стимула сравнивается с пространственной моделью текущего стимула. Механизм функциональной асимметрии характерен только для специфического канала сенсорной системы.

Преобразование сигнала на уровне сенсорной клетки. У любой сенсорной клетки независимо от принадлежности к сенсорной системе различают входное устройство (сенсорный домен), аппарат преобразования и выходной механизм (гомеостатический домен). Сенсорный домен настроен на восприятие определенных физических изменений во внешней среде. В любой сенсорной клетке существует механизм преобразования, с помощью которого активность ионных каналов меняется в зависимости от состояния собственно сенсоров – рецепторных белков. Этот процесс называется сенсорной трансдукцией. Рецепторный белок взаимодействует с сигнальной молекулой или квантом света и изменяет свою конформацию, т.е. активируется и становится доступным для взаимодействия с G-белком (белок усиления, от английского gain – усиление). При активации рецепторный белок приводит в активное состояние несколько десятков молекул G-белка, а каждая из них, в свою очередь, возбуждает несколько десятков молекул специального фермента. Фермент либо продуцирует, либо разрушает молекулы внутриклеточного медиатора. Далее процесс может идти несколькими путями. Один из них связан с использованием клеткой циклических нуклеотидов, открывающих клеточные каналы. В результате этого процесса происходит деполяризация или гиперполяризация клетки.

В гомеостатическом домене процесс деполяризации или гиперполяризации плазматической мембраны приводит к формированию рецепторного потенциала. Последний, в свою очередь, может даже преобразоваться разным способом. В некоторых сенсорных клетках (обонятельные рецепторы) имеется специализированный механизм, кодирующий интенсивность возбуждения сенсорных клеток в виде цепочки регенеративных нервных импульсов, которые распространяются по аксону. В других сенсорных клетках сигнал передается электротонически (без импульсов). Однако в центральные отделы сенсорной системы информация поступает в виде импульсов.

Этапы переработки информации при восприятии. Первый этап обработки информации заключается в трансформации специфической энергии адекватного раздражителя в неспецифический процесс нервного возбуждения. Несмотря на большое разнообразие рецептирующих структур, процессы, в них протекающие, характеризуются принципиальным сходством и состоят из нескольких этапов: поглощение энергии раздражителя, запуск внутриклеточных молекулярных механизмов, изменение проницаемости мембран, возникно-

вание рецепторного потенциала и его распространение к пресинаптическим структурам, выделение медиатора в синаптическую щель, возникновение генераторного потенциала, возникновение и распространение потенциала действия.

В зависимости от параметров воздействия возникает рецепторный потенциал той или иной полярности, формы, амплитуды и длительности, который посылается в вышележащие уровни сенсорной системы, передавая, таким образом, информацию об интенсивности, длительности и дискретности раздражителя.

Анализ поступающего сигнала – это процесс **кодирования информации** о свойствах раздражителя, предполагающий первоначальное разделение комплекса этих параметров, которых достаточно много даже у самых простых объектов и явлений внешней среды, на элементарные модальности раздражителя. Механизмы кодирования разнообразны и реализуются на разных уровнях сенсорной системы.

Выделение биологически значимой информации позволяет организму из всей воздействующей информации выбирать ту, которая необходима для него в данный момент времени. Для этого этапа необходима информация от неспецифических структур мозга, которая оценивает внутреннее состояние организма.

Формирование субъективного образа – это процесс декодирования информации, который включает процессы формирования образа и его опознание. Формирование образа – это процесс синтеза информации обо всех выделенных элементарных признаках. Опознание образа – завершающий этап восприятия, он заключается в отнесении образа к известному человеку, кругу предметов или явлений. Критерием опознания образа является способность его вербализовать или совершить в ответ на него адекватную реакцию. Процессы, обеспечивающие опознание образа, протекают в ассоциативных областях коры и требуют как синтеза гетеромодальной информации от разных сенсорных систем, так и информации, извлекаемой из долговременной памяти, о тех объектах и явлениях, которые по признакам близки к опознаваемому.

Принципы кодирования информации. Интенсивное изучение нейрофизиологических механизмов восприятия стало возможным в связи с возникновением методов регистрации потенциалов мозга, т.е. активности отдельных нейронов и суммарной биоэлектрической активности мозга. Возможно, поэтому исследования механизмов вос-

приятия многочисленны и включают несколько уровней анализа: от единичного нейрона до целого мозга, причем каждому уровню соответствует свой вариант анализа перцептивного процесса. Однако, независимо от того, на каком уровне изучаются процессы восприятия, одной из главных является проблема кодирования. При этом основной вопрос заключается в том, каким образом происходит прием и преобразование сенсорных стимулов и в каком виде отражается воспринятый и преобразованный стимул в ЦНС человека; каким образом импульсация, идущая от специализированных рецепторов органов чувств, передает информацию разных типов? Трудность усугубляется тем, что, хотя рецепторы модально специализированы и чувствительны к определенному типу стимуляции (звуку, свету, давлению и т.д.), нервы, по которым «бегут» импульсы, в основном одинаковы, и сами импульсы, распространяющиеся от этих рецепторов в головном мозге, имеют постоянные характеристики.

Выделяют следующие принципы кодирования информации (рис. 16):

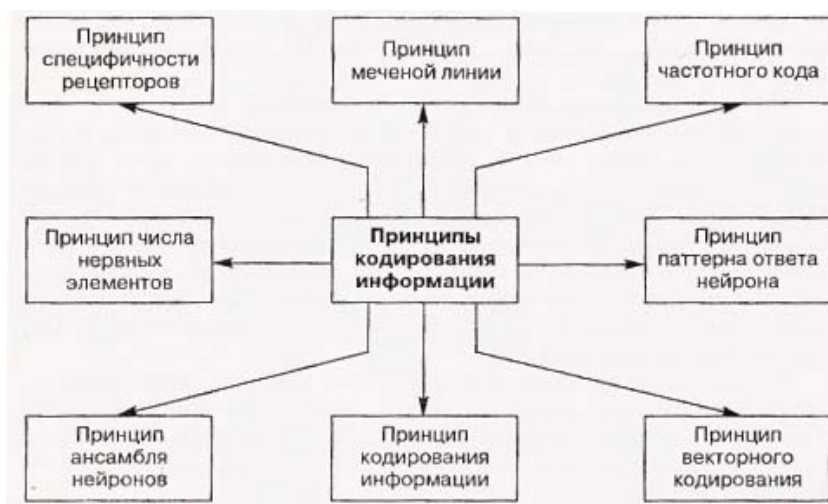


Рис. 16. Принципы кодирования информации

Принцип специфичности рецепторов – заключается в способности рецепторов избирательно реагировать на определенные параметры раздражителя. Например, колбочки с разной чувствительностью

к длинам волн видимого спектра, рецепторы боли, давления, вибрации и т.д.

Принцип «меченой линии» – свидетельствует о возможности моносинаптической передачи импульсов от рецепторов к некоторому центральному нейрону, возбуждение которого соответствует выделению определенного качества стимула.

Принцип частотного кода – наиболее явно связан с кодированием интенсивности раздражения. Применительно к работе зрительной системы предполагается, что зрительная система, в первую очередь кора мозга, настраивается на восприятие пространственной информации разного частотного диапазона. Другими словами, допускается, что зрительная система человека содержит нейронные комплексы, которые наделены свойствами двумерных пространственно-частотных фильтров. Причем существует, по-видимому, множество относительно «узких» фильтров, настроенных на восприятие разных пространственных частот. Преимущество системы, основанной на частотном анализе, состоит в том, что она упрощает узнавание знакомых объектов, которые имеют увеличенные или уменьшенные размеры. При этом в системе памяти фиксируется только гармонический состав (перечень волновых составляющих, полученный в результате разложения), он не зависит от реального размера объекта, и это делает опознавание стимула более экономным.

Принцип числа нервных элементов, участвующих в передаче информации. Чем больше интенсивность стимула, тем больше сенсорных клеток активируется и больше волокон принимает участие в передаче импульсов в центральные структуры мозга.

Принцип паттерна ответа нейрона (структурной организации импульсов – потенциалов действия – во времени). Отличительной чертой активности нейронов сенсорных структур мозга является устойчивость временного паттерна ответа. Такая система передачи информации имеет ряд ограничений: она требует дополнительных операций и времени для определения длительности реакции нейрона, а эффективность передачи информации зависит от состояния нейрона, что делает данную систему кодирования недостаточно надежной.

Принцип ансамбля нейронов – означает, что информация передается исключительно через возбуждение группы нейронов, входящих в соответствующие ансамбли. Разные наборы возбужденных нейронов одного и того же ансамбля соответствуют разным параметрам стимула. Данный способ кодирования является достаточно надежным, од-

нако для кодирования каждого типа стимула необходим свой уникальный набор нейронов.

Принцип кодирования информации номером детектора (детекторного канала) – означает, что сигнал следует по цепочке нейронов, конечное звено которой представлено нейроном – детектором простых или сложных признаков, избирательно реагирующим на определенный физический признак или их комплекс.

Принцип векторного кодирования сигнала – отражает работу целой системы нейронов-детекторов. Локусы возбуждения появляются в такой системе нейронов при воздействии стимула. С изменением параметров стимула locus возбуждения будет смещаться.

Принципы декодирования информации. *Декодирование информации* – это процесс формирования субъективного образа стимула. Физиологической основой формирующихся субъективных образов является нервная модель стимула. Она выступает в качестве кода отображаемого внешнего объекта. Механизм появления субъективного образа связан с активацией гностических нейронов, которые являются вершиной пирамиды, построенной из нейронов-детекторов признаков. Процесс декодирования информации направлен на интегрирование признаков стимула, выделяемых отдельными нейронами-детекторами, в целостный образ воспринимаемого объекта. Сначала возбуждение из таламуса достигает нейронов-детекторов элементарных признаков. Далее осуществляется процесс интеграции импульсов от этих клеток на нейронах-детекторах сложных признаков. Нейроны-детекторы элементарных и сложных признаков образуют синапсы на гностических нейронах.

Известно, что в ассоциативных областях коры мозга имеются нейроны, которые активируются при предъявлении целостных образов. Их активность не зависит от изменения отдельных признаков объекта (его размера, цвета, ориентации в пространстве, фиксации взгляда наблюдателя). Такие нейроны обнаружены в нижневисочной области коры. Другая группа нейронов, локализованная в теменной коре, отвечает за константное восприятие объекта независимо от его смещения в поле зрения, а также за различение истинного движения объекта в реальном мире от его смещения вследствие движения глаз наблюдателя.

Такие нейроны, ответы которых инвариантны к изменению физических параметров объекта, называются *гностическими*. Отдель-

ным зрительным образам соответствуют отдельные гностические единицы.

Сами гностические нейроны являются продуктами обучения. Процесс формирования реакций гностических нейронов напоминает изменение свойств у нейронов-детекторов в сенситивный период развития. Предполагают, что в нижневисочной коре имеются резервные нейроны, которые слабо реагируют на разные стимулы. Под влиянием сигнала новизны из гиппокампа они активируются, включая на короткое время механизм пластических перестроек в синапсах. Это создает у нейронов «сенситивный период». В этих условиях (активация под действием входа) сигнал, поступающий от детекторов к резервному нейрону, повышает синаптическую связь между ними. В результате нейрон становится селективно настроенным на восприятие данного стимула. Селективный период заканчивается с завершением процесса обучения, и синаптические связи нейронов перестают меняться.

Изучение физиологических основ восприятия проводится с помощью макропотенциалов мозга: фоновой электроэнцефалограммы, а также вызванных и событийно-связанных потенциалов, причем использование ЭЭГ имеет два разных аспекта. Первый связан с выявлением параметров ЭЭГ, имеющих отношение к кодированию стимула. Второй, более традиционный, представляет собой изучение параметров ЭЭГ отдельных зон коры или показателей их совместного взаимодействия при восприятии стимулов.

ЭЭГ-показатели восприятия. Среди ритмов ЭЭГ наибольшее внимание исследователей в этом плане привлекает альфа-ритм. Известно, что при предъявлении стимулов имеет место подавление, или «блокада», альфа-ритма, причем оно тянется тем больше, чем сложнее изображение.

Поиск электрофизиологических показателей восприятия в параметрах альфа-ритма опирается на представление о том, что воспринимаемая человеком информация кодируется комбинациями фаз и частот периодических нейронных процессов, которые находят свое отражение в характеристиках альфа-ритма. Предполагается, что такая особенность ЭЭГ, как пакет волн, создается синхронизированной когерентной активностью группы нейронов, расположенных в разных участках мозга и образующих ансамбль. Предположительно, все волны одного пакета хранят информацию об одном образе или его части и при восприятии опознается только тот образ, который закодирован

ритмической активностью наибольшего числа нейронов в каждый данный момент времени.

Наряду с этим существуют исследования пространственно-временных отношений потенциалов мозга при восприятии сенсорной информации. В отличие от предыдущего этот подход учитывает два фактора: время восприятия и его мозговую организацию. Как правило, на ранних этапах процесса восприятия наибольшую активность демонстрирует проекционная зона (зрительная, слуховая, соматосенсорная), на завершающих этапах в процесс обработки информации включаются передние отделы коры.

Наиболее адекватным инструментом изучения физиологической природы перцептивного процесса является метод регистрации вызванных (ВП), или событийно-связанных потенциалов. Последнее обусловлено тем, что, во-первых, ВП – это реакция мозга на внешнее раздражение, по длительности сопоставимая со временем перцептивного акта, во-вторых, ВП, взятые отдельно в каждой зоне коры, имеют свои характеристики, обусловленные функциональными особенностями этой зоны. Таким образом, при предъявлении стимула любой модальности (зрительного, звукового, тактильного и др.) в разных зонах коры возникают специализированные реакции, сопоставимые по длительности с реальным психологическим процессом восприятия.

Существующая *теория информационного синтеза* основывается на корреляции волн вызванных потенциалов на сенсорные сигналы с субъективными показателями их восприятия.

В кору больших полушарий информация поступает по двум системам восходящих проекций: специфической и неспецифической. Эти системы оценивают физические параметры стимулов и их биологическую значимость. Синтез этой информации на корковом уровне является одним из важных этапов опознания стимула. Амплитуда ранних компонентов ВП на сенсорный сигнал положительно коррелирует с показателями сенсорной чувствительности, варьируя в зависимости от изменения физических параметров сигнала. Амплитуда поздних компонентов зависит от значимости этого стимула для субъекта. Промежуточные волны ВП с латенцией 140–180 мс коррелируют с обоими показателями восприятия, причем эти отношения наиболее ярко проявляются в проекционных областях коры мозга. Возможность двойной корреляции компонентов ВП проекционных областей коры с сенсорными свойствами стимула и его значимостью

является основой для концепции о кольцевом движении нервных импульсов с центральным звеном в проекционных областях коры. Согласно этой концепции, ведущим звеном является синтез информации о физических и значимых свойствах стимула на нейронах проекционной коры. Сенсорный стимул вызывает возбуждение нейронов проекционной коры. Отсюда импульсы поступают в ассоциативную кору: для зрительной информации – это височные области коры (через 60–70 мс). Затем сигналы поступают к структурам модулирующей системы – лимбико-гиппокампального комплекса (через 90–100 мс) и подкорковым центрам мотиваций и эмоций (через 120 мс). Отсюда возбуждение вновь возвращается в кору, включая ее проекционные отделы (через 180 мс), по системе диффузных неспецифических проекций. Затем к обработке информации подключаются фронтальные отделы коры мозга (через 300 мс).

Такое движение возбуждения по кольцу представляет собой психический мониторинг изменений, происходящих во внешней среде (сенсорный мониторинг) и внутренней среде (мотивационно-эмоциональный мониторинг). Синтез двух видов информации определяет появление ощущения. Этот процесс осуществляется с периодом квантования 100–150 мс. У человека возникшее ощущение категоризируется. Этот процесс требует активации фронтальных отделов коры и речевых центров. Их реакция возникает приблизительно на 200 мс позже появления ощущения.

МПА и восприятие. Особенности функциональной специализации левого и правого полушарий мозга широко исследуются. Подробный анализ этой проблемы представлен в книгах Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1981; 1994), Е.Д. Хомской (1987), С. Спрингер и Г. Дейча (1983) и многих других.

В самом общем виде межполушарные различия укладываются в ряд дихотомий:

- абстрактный (вербальнологический) и конкретный (наглядно-образный) способы переработки информации;
- произвольная и непроизвольная регуляция высшей психической деятельности;
- осознанность-неосознанность психических функций и состояний;
- сукцессивная и симультанная организация высших психических функций.

Нервная система человека устроена таким образом, что каждое полушарие мозга получает информацию главным образом от проти-

воположной стороны тела. Этот принцип контралатеральной проекции относится как к общей телесной, тактильной чувствительности, так и к зрению и слуху, хотя применительно к последним картина не столь однозначна. Однако использование соответствующих методик позволяет избирательно подавать информацию только в одно полушарие и выявлять тем самым значительные различия в функциональных способностях двух полушарий.

Наиболее изучены межполушарные отношения при зрительном и слуховом восприятии. Как показывают клинические исследования, разрушение центральных зрительных зон в одном из полушарий ведет к утрате противоположной половины поля зрения (правой – при левостороннем повреждении и левой – при правостороннем). Зная место повреждения зрительной коры, можно предсказать, какова будет потеря зрения. Однако предсказать реакции человека на такое повреждение сложно, поскольку нервная система человека обладает компенсаторными возможностями.

Среди гипотез относительно природы межполушарных различий при зрительном восприятии распространены две: одна связывает эти различия с вербализацией воспринимаемых стимулов, по другой – различия коренятся в особенностях стиля работы каждого полушария – аналитического для левого и целостного глобального – для правого. В целом доминирует точка зрения, согласно которой превосходство того или иного полушария при восприятии зрительных стимулов определяется соотношением двух этапов переработки: зрительно-пространственного, в котором преобладает правое полушарие, и процессов вербализации, реализуемых левым.

Предпринимаются попытки объяснить межполушарные различия на основе специализации нейронов в перцептивном процессе. Известной в этом плане является модель, приписывающая полушариям головного мозга определенную специализацию относительно обработки разных пространственных частот. По этим предположениям по-разному осуществляется частотная фильтрация в зрительных центрах того и другого полушария. Правое полушарие с большим успехом обрабатывает низкие пространственные частоты и, следовательно, в большей степени связано с восприятием контуров объектов и их крупных деталей. Левое, напротив, более успешно обрабатывает высокие частоты, и в большей степени ответственно за восприятие мелких деталей изображения.

В наиболее общем виде специализация полушарий в обеспечении зрительного восприятия приведена в табл. 3.

Таблица 3

Различия между полушариями при зрительном восприятии

Левое полушарие	Правое полушарие
Лучше узнаются стимулы	
Вербальные Легко различимые Знакомые	Невербальные Трудно различимые Незнакомые
Лучше воспринимаются задачи	
Оценка временных отношений Установление сходства Установление идентичности стимулов по названиям Переход к вербальному кодированию	Оценка пространственных отношений Установление различий Установление физической идентичности стимулов Зрительно-пространственный анализ
Особенности процессов восприятия	
Аналитичность Последовательность (сукцессивность) Абстрактность, обобщенность, инвариантное узнавание	Целостность (гештальт) Одновременность (симультанность) Конкретное узнавание
Предполагаемые морфофизиологические различия	
Фокусированное представительство элементарных функций	Диффузное представительство элементарных функций

В целом следует заключить, что правое “пространственное” и левое “временное” полушария обладают специфическими способностями, позволяющими им вносить существенный вклад в большинство видов когнитивной деятельности. По-видимому, у левого больше возможностей во временной и слуховой сферах, а у правого – в пространственной и зрительной. Эти особенности, вероятно, помогают левому полушарию лучше отмечать и обособлять детали, которые могут быть четко охарактеризованы и расположены во временной последовательности. В свою очередь единовременность восприятия пространственных форм и признаков правым полушарием, возможно, способствует поиску интегративных отношений и схватыванию общих конфигураций. Если такая интерпретация верна, то каждое полушарие перерабатывает одни и те же сигналы по-своему и преобразует сенсорные

стимулы в соответствии со специфичной для себя стратегией их представления.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 6, 7, 11, 15.

Тема 10. Психофизиология внимания

Вопросы для самоподготовки

1. Характеристики и виды внимания.
2. Ориентировочная реакция.
3. Нейрофизиологические механизмы внимания.
4. Методы изучения и диагностики внимания.

Сегодня **внимание** определяют как «сосредоточенность деятельности субъекта в данный момент времени на каком-то реальном или идеальном объекте (предмете, событии, образе, рассуждении и т.д.)» (Психология: Словарь. М., 1990. С. 54).

Свойства внимания

Избирательность внимания – отражает его направленность на любой аспект стимула: его физическую или лингвистическую характеристику. Изменение селективности внимания подобно изменению фокуса прожектора, создающего либо точечное изображение, либо расплывчатое пятно, которое не зависит от физических характеристик стимула. В связи с этим внимание может характеризоваться либо узкой, либо широкой настройкой селективности. Под влиянием различных факторов фокус внимания может расширяться или сужаться.

Концентрация внимания – это способность человека сосредоточиться на главной деятельности, отвлекаясь от всего, что находится в данный момент за пределами решаемой им задачи.

Объем внимания – характеризует ресурсы внимания человека и измеряется количеством одновременно отчетливо осознаваемых объектов. Объем внимания близок объему кратковременной памяти и составляет 7–9 стимулов или элементов. Уровень эффективности выполнения второго задания используют в качестве меры запаса ресурсов внимания, не востребованных первым, основным заданием.

Распределение внимания – предполагает распределение его ограниченных ресурсов для одновременного выполнения двух и более заданий.

Устойчивость внимания – определяется по длительности выполнения задания, требующего непрерывного внимания, например оператора при обнаружении им редких или слабых сигналов на экране локатора.

Переключение внимания – это способность к переходу от одного вида деятельности к другому.

Интенсивность внимания – характеризуется затратами нервной энергии на выполнение данного типа деятельности.

Виды внимания

Сенсорное внимание – это процесс избирательного выделения сенсорного стимула в процессе деятельности человека, перцептивная готовность, влияющая на анализ входных сигналов.

Моторное внимание – это селективная установка, действующая на уровне выходных сигналов. Моторное внимание необходимо для выбора и запуска моторной программы действий, а также для функционирования систем обратных связей, информирующих организм о результатах движения. От этого зависит точность выполнения моторной программы. По мере выработки двигательного навыка вклад внимания уменьшается. Моторное внимание используется при ментальной тренировке. Она представляет собой «проигрывание» в воображении в замедленном темпе последовательности движений. Ментальная тренировка использует идеомоторный акт, т.е. непроизвольную, неосознаваемую и слабую реакцию, которая может быть усилена с помощью произвольного внимания. Он предполагает наличие способности при мысленном представлении о движении посылать импульсы к мышцам, принимающим участие в представляемом движении.

Ментальное внимание – это процесс селективного выделения информации из долговременной памяти. Наше мышление связано с актуализацией следов долговременной памяти. Эта информация используется как исходный материал для внутреннего анализа. Текущая умственная деятельность человека контролируется некоторой целью и направлена на ее достижение. В долговременной памяти хранится информация о «решении», которое должно быть достигнуто в результате мыслительной деятельности. Эта цель контролирует и направляет процесс мышления, что и составляет основу ментального внимания. По своей сути ментальное внимание не отличается от сенсорного и моторного.

Физиологические корреляты процессов внимания. Процессы внимания являются многокомпонентными и вызывают изменения активности всего организма и различных мозговых структур (рис. 17).

Вегетативный компонент внимания – выражается в том, что при появлении нового или необычного стимула наблюдается расширение зрачков, увеличение кожной проводимости, снижение частоты сердечных сокращений, изменение дыхания, рост дыхательной аритмии в частотном спектре ритмограммы сердца, расширение сосудов головы, сужение сосудов рук.

Двигательный компонент внимания – включает в себя поворот головы и глаз по направлению к новому или изменившемуся стимулу, а также увеличение общего мышечного тонуса, что обеспечивает повышенную готовность организма к выполнению двигательных актов.

Сенсорный компонент внимания – направлен на увеличение чувствительности сенсорных систем к восприятию новых стимулов.

Нейрофизиологический компонент внимания – представлен изменением активности структур мозга. На уровне коры наблюдается ЭЭГ-реакция активации – блокада альфа-ритма и усиление высокочастотных колебаний ЭЭГ, что коррелирует с ростом возбудимости, реактивности и лабильности нейронов коры. Блокада альфа-ритма сочетается с усилением бета-активности (29–30 Гц) и гамма-колебаний (более 30 Гц). Усиление гамма-колебаний связывают с контролируемыми когнитивными процессами и процессами произвольного внимания. Эта форма активации направлена на интеграцию нейронов в функциональные системы, эффективно обеспечивающие деятельность организма в целом. На уровне гиппокампа совместная активация нейронов тождества и нейронов новизны приводит к увеличению соотношения стимул – шум и повышает надежность системы, обнаруживающей новизну стимула.

Этапы развития внимания и их характеристики

Предвнимание – это досознательный автоматический этап обработки информации, который предшествует появлению произвольного внимания. Во время этого этапа регистрируется негативность рассогласования в потенциале, связанная с событиями. Выделяют два компонента предвнимания: модально-специфический, который генерируется в слуховой коре, и фронтальный. Первый из них зависит от внимания и значимости стимула и отражает процесс обнаружения стимула, что приводит к осознанному различению стимулов. Фронтальный компонент увеличивается с привлечением внимания к



Рис. 17. Физиологические корреляты процессов внимания

стимулу и уменьшается при его повторении, что отражает осознание объектом наличия стимула без знания о том, что он собой представляет (рис. 18).

Непроизвольное внимание – это внимание, вызываемое внешними причинами – теми или другими особенностями объектов, воздействующих на человека в данный момент. Оно пассивно, устанавливается и поддерживается независимо от сознательного намерения человека. Непроизвольное внимание выражается в переключении внимания на неожиданное изменение физических, временных, пространственных характеристик стимула или на появление новых, необычных и значимых стимулов.

Произвольное внимание – это сознательно направляемое и регулируемое внимание, в котором субъект активно избирает значимый для него объект. Произвольное внимание возникает в результате сознательных усилий человека, направленных на лучшее выполнение той или иной деятельности. Произвольное внимание может быть об-



Рис. 18. Этапы развития внимания и их характеристики

ращено как к прошлому, так и к будущему. Примером внимания, направленного в прошлое, может служить процесс извлечения информации из долговременной памяти, а примером внимания, направленного в будущее, – антиципирующее внимание, когда человек ожидает появления определенного сигнала, события, на которое он должен ответить некоторой реакцией. Функция антиципирующего внимания состоит в облегчении и ускорении опознания цели. Произвольное внимание развивается из непроизвольного. В то же время произвольное внимание переходит в непроизвольное, уже не требуя специальных усилий.

Произвольное внимание характеризуется определенными свойствами. *Целенаправленность* предполагает выбор из многих объектов только тех, которые необходимы в процессе выполнения данной задачи. *Организованность* подразумевает предварительную готовность к восприятию определенного объекта. *Повышенная устойчивость* позволяет человеку организовать деятельность на протяжении длительного периода времени.

Постпроизвольное внимание – это внимание, которое появляется в процессе освоения деятельности и увлеченности выполняемой работой. Оно не требует усилий воли, так как поддерживается интересом к выполняемой деятельности.

Ориентировочная реакция. Основу непроизвольного внимания составляет ориентировочный рефлекс (ОР). Его появление автоматически включает непроизвольное внимание, которое обеспечивает дальнейшую контролируемую переработку информации о стимуле.

Ориентировочный рефлекс – это сложный многокомпонентный процесс, который развивается во времени через два состояния нервной системы (рис. 19).

Первоначально новый стимул вызывает генерализованный ОР. Он выражается в прекращении текущей деятельности с фиксацией позы, затем развивается общая активность организма. На этой стадии весь организм приводится в состояние готовности к возможной встрече с чрезвычайной ситуацией. Появление нового стимула вызывает комплекс изменений вегетативных, двигательных реакций организма и реакцию десинхронизации на уровне коры мозга. Это так называемая стадия «неспецифической настройки». Этот этап ОР связывают главным образом с активацией стволовой ретикулярной формации и генерализованным возбуждением коры, что и приводит к депрессии альфа-ритма ЭЭГ и усилению гамма-колебаний.

Фазы развития ориентировочного рефлекса



Рис. 19. Фазы развития ориентировочного рефлекса

Вторая фаза развития ОР – локальный ОР. Она включает процесс дифференцированного анализа внешних сигналов. Для локального ОР характерно быстрое угашение компонентов генерализованного ОР (вегетативные, двигательные компоненты). Долше сохраняются локальные проявления ОР в виде депрессии альфа-ритма и вызванных потенциалов в специфических проекционных зонах коры мозга. В развитии локального ОР ведущее место занимает корково-лимбико-таламическая интеграция. Это обеспечивает направленность процесса анализа «новизны» и «значимости» стимула. Важную роль в этом процессе играют механизмы взаимодействия коры мозга с отдельными структурами лимбической системы.

Изменение параметров привычного раздражителя или появление нового стимула приводит к восстановлению ОР – эффект «растор-

маживания». Однако по сравнению с исходным уровнем после «растормаживания» реакция восстанавливается частично и значительно быстрее угасает. Данное свойство, получившее название привыкания, является одним из видов обучения (*Обидина О.К.* Физиология ВНД. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2006).

Произвольное внимание является контролируемым процессом и обладает ограниченной пропускной способностью, а следовательно, обеспечивает не параллельную, а последовательную обработку поступающей информации. Следствием взаимодействия произвольного внимания с текущей деятельностью человека является конкуренция двух задач, решение которых осуществляется последовательно. Непременной характеристикой произвольного внимания является усилие, направленное на выделение и обработку значимой информации. Таким образом, произвольное внимание формируется после процессов автоматической обработки информации и представляет собой фильтр, который определяет приоритеты в последовательной обработке информации.

Взаимосвязь механизмов непроизвольного и произвольного внимания. Суммируя собственные и литературные данные, Е.Н. Соколов выделяет два типа энграмм, с которыми связано проявление двух типов ориентировочных реакций (ОР): безусловного и условного ориентировочного рефлекса.

На уровне гиппокампа энграммы одного типа представлены множеством активированных синапсов на нейронах «новизны», другого типа – на нейронах «тождества». В случае безусловного ОР возникает несовпадение сигналов, поступающих от нейронов-детекторов признаков сенсорных систем, возбуждаемых действующим стимулом, с энграммой в виде матрицы потенцированных синапсов на нейронах новизны (состояние внимания). Появление условного ОР определяется совпадением сенсорного стимула с энграммой – матрицей потенцированных синапсов на нейронах тождества, активированных от единиц долговременной памяти (состояние невнимания).

В этот процесс вовлекается не только гиппокамп, но и префронтальная кора. Импульсы совпадения формируются в системе гиппокамп–префронтальная кора. Сигнал совпадения (реакция нейронов тождества) достигает активирующей системы мозга и вызывает появление условного ОР, направленного на дальнейший анализ значимого сигнала. В потенциалах, связанных с событиями, сигналы совпадения отражаются в процессной негативности (рис. 20).



Рис. 20. Взаимосвязь механизмов непроизвольного и произвольного внимания

В случае несовпадения стимула с шаблоном, извлеченным из долговременной памяти, нейроны тождества тормозятся и условный ОР не проявляется. При этом активируются нейроны новизны (импульс рассогласования), сигналы от которых достигают активирующей системы мозга и вызывают возникновение безусловного ОР. Когда импульс рассогласования возникает при несовпадении стимула с коротко живущей энграммой, появляется негативность рассогласования — показатель автоматического различения на уровне предвнимания.

Структуры мозга, связанные с процессами внимания. Две системы внимания были выделены на основании результатов работ, полученных методами позитронно-эмиссионной томографии и измерения локального мозгового кровотока при семантическом восприятии. Это задняя зрительно-пространственная система внимания. Она локализована в области задней париетальной коры, которая не активируется при зрительном предъявлении слов. Однако, если от испытуемого требуется контроль за зрительными стимулами или их мысленное представление, мозговой кровоток усиливается именно в области задней париетальной коры.

Передняя система внимания локализована в передней части поясной извилины медиальной области фронтальной доли. Она ответственна за формирование процесса внимания к действию и участвует в семантических операциях, приводящих к необходимой реакции.

При предъявлении вербальных стимулов в вентральной части затылочной доли формируются зрительные образы слов. Избирательный поиск соответствующего слова приводит к активации задней системы внимания. Семантический анализ слов вызывает активацию в латеральной фронтальной доле левого полушария. При выборе необходимой реакции активируется передняя система внимания. В случае проговаривания слов активируются зоны центральной извилины.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 6, 7, 15, 22, 31–37.

Тема 11. Психофизиология памяти

Вопросы для самоподготовки

1. Виды памяти.
2. Специфические виды памяти.
3. Временная организация памяти.
4. Молекулярные механизмы памяти.
5. Физиологические теории памяти.
6. Мозговые системы памяти.
7. Биохимические исследования памяти.
8. Топографические аспекты мозгового обеспечения памяти.

Память – это фундаментальное свойство живой материи приобретать, сохранять и воспроизводить информацию. Чтобы продолжать существование, любая органическая система должна постоянно себя воспроизводить, т.е. хранить информацию о своем строении и функциях. Память о структурно-функциональной организации живой системы называется *генетической памятью*, носителями которой являются нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК). С генетической памятью тесно связана *иммунологическая память*, которая проявляется в способности иммунной системы усиливать защитную реакцию организма на повторное проникновение в него генетически инородных тел (вирусов, бактерий и др.).

Нейрологическая память возникает с появлением нервной системы. Ее определяют как совокупность сложных процессов, обеспечивающих формирование адаптивного поведения организма. Нейрологическую память подразделяют на гено- и фенотипическую. Генотипическая память обуславливает становление безусловных рефлексов, инстинктов, импринга, играющих важную роль в приспособлении и выживаемости вида. Фенотипическая память составляет основу адаптивного индивидуального поведения и формируется в процессе научения. Ее механизмы обеспечивают хранение и извлечение информации, приобретаемой в процессе индивидуального развития организма.

Временная организация памяти. Концепция *временной организации памяти* введена канадским психологом Д. Хеббом на основании данных об изменении следа памяти – энграммы – во времени. С позиции этой концепции в становлении энграммы существует несколько этапов, которые последовательно переходят друг в друга и различа-

ются механизмами фиксации энграммы, степенью ее устойчивости и объемом одновременно сохраняемой информации (Обидина О.К. Физиология ВНД. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2006).

Сенсорная память (иконическая, эхолическая) имеет самый короткий период удержания информации в виде сенсорных следов, оставленных только что действующим стимулом. Любой стимул на уровне сенсорной клетки ведет к формированию рецептивного поля. Это и есть первичный след памяти в нервной системе. Далее информация обрабатывается на разных уровнях нервной системы, поэтому последствие занимает больше времени, чем само ощущение. Емкость иконического хранения информации составляет около девяти элементов при удержании следа от зрительного стимула в течение 250 мс, звукового стимула – около 12 с. Сенсорная память произвольна и играет важную роль в процессах восприятия, так как в течение этого времени происходит опознание образа.

Кратковременная память – представляет собой следующий этап формирования энграммы. Во времени она ограничена (до 10 мин) и функционирует на ранних этапах, подготавливая основу для длительного хранения следов. В системе кратковременной памяти поступившая информация удерживается для обработки и выбора наиболее значимой для организма в данный момент времени. Главным свойством кратковременной памяти является ее уязвимость к чрезвычайным воздействиям, вызывающим ее нарушение и развитие антероградной амнезии. Физиологическая роль кратковременной памяти состоит в закреплении энграммы за счет избирательного повышения эффективности синаптической передачи и повышения возбуждения постсинаптических нейронов, задействованных данной информацией.

Промежуточная (лабильная) память удерживает информацию более длительно, чем кратковременная память (до 30 мин). В системе промежуточной памяти осуществляется избирательное удержание информации на время, необходимое для выполнения текущей деятельности. Промежуточная память обладает большей емкостью, чем кратковременная, а ее реализация требует участия соответствующих метаболических процессов.

Долговременная память – этап формирования энграммы, который переводит ее в устойчивое состояние (консолидация следов памяти). Энграмма в долговременной памяти устойчива и не подвергается разрушению. Время и объем хранимой информации неограниченны. В

качестве механизма долговременной памяти рассматривают изменения нейронов на клеточном, молекулярном и синаптическом уровнях.

Временная организация памяти – это не просто согласованная во времени совокупность нейробиологических событий, а многокомпонентный процесс, заключающий оценку значимой информации и реализацию организующей роли фактора времени. Различные формы памяти – это этапы жизни единой энграммы, складывающиеся из специфического и неспецифического компонентов (рис. 21). Факт зависимости памяти от состояния мозга определяется законом Иеркса-Додсона, постулирующем необходимость оптимального функционального состояния для фиксации и извлечения информации. След памяти приобретает устойчивость лишь тогда, когда неспецифическая активация достигает оптимальных значений, что и обеспечивает эффективность обучения и хранения следа. Для этого необходимо участие модулирующей системы мозга, которая реактивирует следы памяти. Любое нарушение неспецифической системы сопровождается дезорганизацией поведения или невозможностью его выполнения. Роль неспецифической системы в процессах памяти приводит к понятию активной памяти.

Активная память – это совокупность активированных старых и новых энграмм. Новые энграммы активной памяти формируются во время обучения. По своим свойствам, таким, как быстрое угасание, подверженность разрушению под влиянием разнообразных факторов, ограниченность объема, они аналогичны следам, хранящимся в кратковременной памяти. Старые энграммы могут находиться в активном и неактивном (латентном) состоянии. Только след памяти, находящийся в активном состоянии, доступен для реализации в поведении. Повторная активация энграммы может происходить как спонтанно, так и под влиянием внешних и внутренних факторов, в частности под воздействием неспецифической активации. Содержание активной памяти определяется как вновь приобретенными, так и активированными из памяти энграммами, которые переходят из латентного состояния в активную форму. Актуализация старых энграмм может проходить под воздействием модулирующих систем мозга, определяющих такие процессы, как уровень бодрствования, внимания, эмоционального возбуждения. Использование актуализированных старых энграмм для различных когнитивных действий и реализации целенаправленных действий определяют как *рабочую*, или *оперативную*, память. Процесс формирования следа памяти характеризуется перемещением

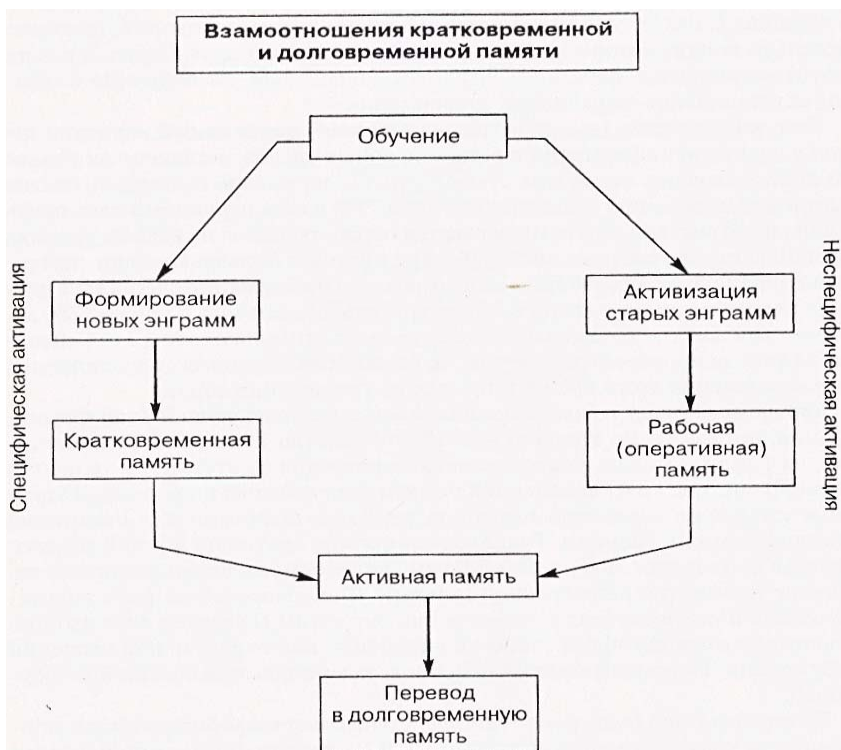


Рис. 21. Взаимоотношения кратковременной и долговременной памяти

локуса активности по структурам мозга. Новая энграмма представлена более широкой зоной активации. Актуализацию следов памяти связывают с активацией префронтальной коры мозга. Предполагают, что информация, хранящаяся в теменной и височной коре, в режиме рабочей памяти считывается на нейроны префронтальной коры, которая играет роль кратковременного буфера для оперативного использования во время когнитивной и исполнительской деятельности.

Способы организации памяти

Процессы запоминания и хранения одной и той же информации о событиях, фактах, явлениях могут быть организованы на основании различных принципов и механизмов. Один и тот же факт может храниться в сенсорном, вербальном, декларативном, процедурном видах, может вспоминаться произвольно или непроизвольно с использова-

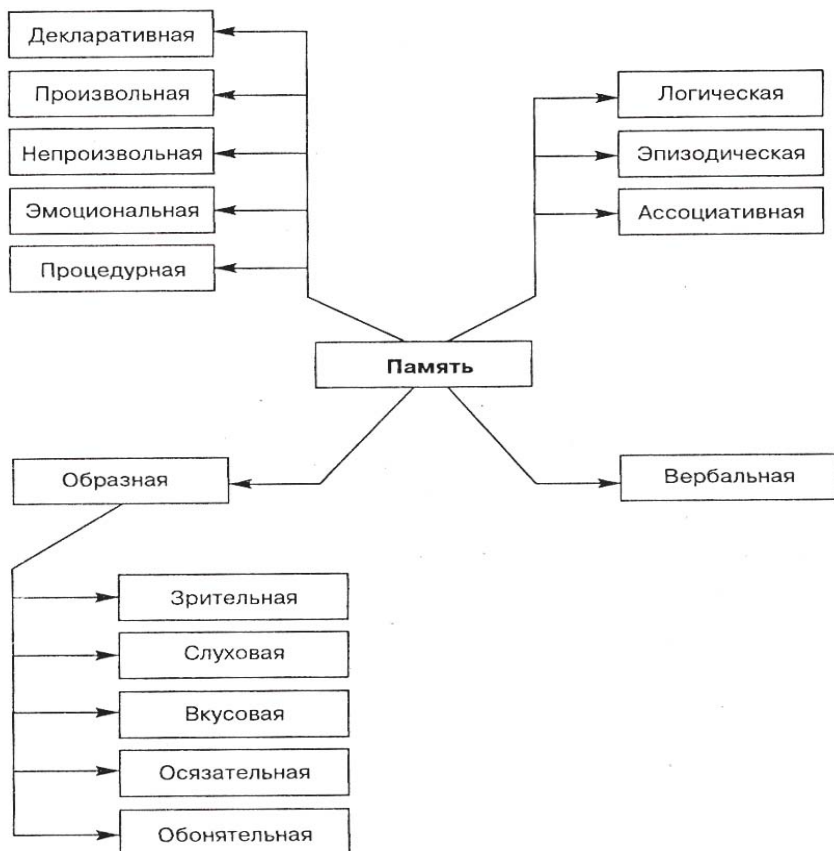


Рис. 22. Способы организации памяти

нием разных временных, логических, эмоциональных ассоциаций (рис. 22).

Непроизвольная память – проявляется в тех случаях, когда не ставится специальная цель запоминания информации.

Произвольная память – связана с сознательным целевым запоминанием информации.

Эмоциональная память – направлена на запоминание эмоциональных компонентов поведенческого акта и субъективных переживаний человека.

Процедурная (имплицитная) память – представлена моторными навыками, перцептуальными стратегиями, классическими и инструментальными рефлексам. Она формируется часто произвольно, требует неоднократного повторения и хранит информацию о причинно-следственных отношениях между событиями.

Декларативная память – основана на оперировании с понятиями. Это память на лица, места событий, предметы. Декларативная память всегда произвольна, так как предполагает знание об объекте запоминания. Процесс запоминания проходит быстро, а информация может храниться в течение многих лет без напоминания.

Образная память – подразумевает хранение информации в виде образов предметов, явлений или событий, которые сохраняют свою топологию (соотношение пространственно-временных характеристик). В зависимости от характера образа различают зрительную, слуховую, осязательную, вкусовую, обонятельную, образную память.

Вербальная память – представляет собой систему запоминания, основанную на смысловых характеристиках понятий. Организация и структурирование вербальной памяти основаны на кодовом (абстрактном) описании понятий и слов, обозначающих эти понятия.

Логическая память – основана на причинно-следственном характере запоминания информации, использовании логических ассоциаций при воспроизведении информации из памяти.

Ассоциативная память – связана с запоминанием информации на основании цепи ассоциаций, когда одно событие вызывает в памяти другие, связанные с ним на основании самых разных аналогий, сравнений, элементов сходства или отличий.

Эпизодическая память – это память на датированные во времени эпизоды и события из индивидуальной жизни человека. Она строится на основе временных ассоциаций, последовательности событий во времени, хотя учитывает также и комплекс пространственно-временных координат.

Процессы, связанные с формированием следов памяти. При формировании следов памяти все преобразования ведут к увеличению размеров и количества активно работающих синапсов. Существует две гипотезы изменения синаптических контактов при запоминании. Согласно функциональной гипотезе, увеличивается отношение активных синапсов и пассивных. По структурной гипотезе образуются новые синапсы между нейронами, которые не берутся из резерва, а создаются заново. При этом С. Роуз (1995) выделил несколько уровней

преобразований в клетке, которые сохраняются на разных этапах жизни энграммы. Нейромедиатор (глутамат) выделяется из пресинаптического окончания, проходит через синаптическую щель и соединяется со специализированным рецептором постсинаптической мембраны. В результате процесса присоединения образуется комплекс «рецептор – нейромедиатор», что запускает каскад реакций, связанных с деятельностью внутриклеточных вторичных посредников (ионов кальция и цАМФ), а также протеинкиназы, фосфорилирующих определенные мембранные белки. Активность внутриклеточных посредников (ионов кальция) приводит в действие группы ранних и поздних генов ядер пре- и постсинаптических клеток, т.е. в процесс формирования следов памяти включается генетический аппарат нервных клеток. В результате активации генов синтезируются белковые и гликопротеиновые молекулы, являющиеся частью синаптических мембран. Эти молекулы транспортируются к пре- и постсинаптическим мембранам активных клеток и включаются в их состав. В ходе этого процесса изменяется размер и форма мембранных структур.

Сохранение следового эффекта в течение секунд и минут определяется изменениями в рецепторах постсинаптической мембраны, реагирующих на глутамат, а также в рецепторах, чувствительных к ацетилхолину. Сохранение следового эффекта в течение минут и часов определяется фосфорилированием пресинаптических белков ионных каналов, а также последующей экспрессией ранних генов. Время сохранения следов от 1 до 6 ч связывают с синтезом новых белков – гликопротеинов в результате экспрессии поздних генов. Период 12–24 ч связан с образованием дополнительных шипиков, увеличением их диаметра и площади постсинаптических уплотнений, которые образованы плотно пригнанными мембранными рецепторами.

Нейронные коды памяти. Нейронными кодами памяти служат циклически повторяющиеся волны импульсов, порождаемые нейронными ансамблями. Длительность одного цикла составляет около 100 мс. По данным А.М. Иваницкого (1976), столько же времени уходит на формирование перцептивного образа. Число ансамблей, последовательно вовлекаемых в активность за этот период, определяется константой Ливанова. Чаще всего оно равно 10. Каждый ансамбль за один цикл активности генерирует от 1 до 10 залпов из нейронных импульсов множества нервных клеток, образующих ансамбль. Минимальное число нейронов, обеспечивающее устойчивые, незатухаю-

щие колебания ансамблей активности, составляет около 100 клеток. Максимальное число неизвестно (порядка десятков и сотен тысяч).

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 8, 9, 11, 14, 15, 21, 22, 25, 31.

Тема 12. Психофизиология речевых процессов

Вопросы для самоподготовки

1. Формы коммуникации.
2. Функции речи.
3. Мозговые центры речи.
4. Межполушарная асимметрия (МПА) и речь.
5. Развитие речи и специализация полушарий в онтогенезе.
6. Электрофизиологические корреляты речевых процессов.

Речь – это психофизиологическая функция человека, обеспечивающая возможность общения посредством звуков, знаков и символов.

Выделяют три функции речи: коммуникативную, регулирующую и программирующую (рис. 21).

Коммуникативная функция речи – предполагает воздействие одного организма на другой, при котором происходит установление контакта между ними, приводящее к изменению поведения одного из участников коммуникации либо к неизменности поведения при возможности изменения ситуации. Коммуникация на основе речи осуществляется на базе специфических систем связи. Выделяют несколько функций коммуникативной системы: информационная, императивная и запрещающая. Информационная функция коммуникации – это передача информации о состоянии самого источника сообщения. Императивная функция состоит в передаче сигналов, позволяющих координировать действия участников коммуникации. Запрещающая функция направлена на передачу сигналов, которые поддерживают неизменным поведение участников коммуникации.

При общении в ходе передачи речевого сообщения человек указывает на предмет и высказывает свое суждение о нем. Императивная и запрещающая функции речевой коммуникации определяют процесс влияния (побуждения) другого индивида к изменению поведения. Побудительная сила речи зависит от ее эмоциональной выразительности.



Рис. 23. Функции речи

Регулирующая функция речи – реализуется в осознанных формах психической деятельности. Отличительной ее чертой является произвольная направленность. Речь формирует произвольное, волевое поведение человека. Сначала с помощью речи человек обучается регулировать поведение другого индивида, затем эти же приемы он использует для регуляции собственного поведения. В результате преобразования внешней речи во внутреннюю последняя становится тем механизмом, посредством которого человек овладевает собственными произвольными действиями.

Программирующая функция речи – состоит в построении смысловых схем речевого высказывания, грамматических структур предложений. При этом происходит переход от замысла речевого высказывания к внешней развернутой речевой реакции. В основе этого процесса лежат механизмы программирования речевого высказывания, которые

реализуются с помощью внутренней речи. Эти механизмы сходны с теми, что используются и при организации двигательных актов.

Развитие речи. У ребенка слово не сразу становится сигналом сигналов. Эта функция формируется по мере функционального созревания мозга и становления новых условно-рефлекторных связей (рис. 24).

Условный рефлекс на словесные стимулы у ребенка проявляется во второй половине первого года жизни. Процесс выработки словесных условных рефлексов формируется при сочетании слова с предметом или действием. При этом слово становится компонентом комплексного раздражителя, хотя и слабым. Если изменить хотя бы один компонент общего комплексного сигнала (например, размер объекта), реакция ребенка на слово исчезает. По мере повторения слово становится ведущим компонентом комплексного раздражителя и уже само по себе способно вызвать непосредственную реакцию ребенка. Таким образом, предъявление предмета и его название приводят к тому, что слово начинает замещать предмет. Эта способность у ребенка появляется к концу первого года жизни.

Однако сначала слово замещает только один (предъявляемый) конкретный предмет. Этот процесс обозначают как формирование интегратора первого порядка. Образование слов – интеграторов второго порядка, когда слово замещает несколько схожих предметов, происходит к концу второго года жизни ребенка. В течение этого периода на слово вырабатывается не менее 15 условных рефлексов. Ребенок обучается оперировать с целым рядом предметов, которые обозначаются одним словом. К 3–4 годам жизни у ребенка появляются слова – интеграторы третьего порядка: игрушки, цветы, животные, а к концу пятого года жизни формируются слова – интеграторы высших порядков, такие, как вещь, одушевленные и неодушевленные предметы.

Развитие речевой функции разворачивается в неразрывной связи с развитием сенсомоторной координации. Сначала вырабатывается условный рефлекс на предмет: непосредственный стимул – непосредственная реакция. Во второй половине первого года жизни появляются условные рефлексы на слово (слово – непосредственная реакция). На втором году жизни у ребенка можно наблюдать словесные реакции при контакте с предметом (непосредственный стимул – словесная реакция). К концу третьего года жизни ребенок способен объединять слова в речевые цепи и может отвечать словесной реакцией на высказывание взрослого (слово – словесная реакция).

1. Этапы формирования условных рефлексов

Первая половина первого года жизни

Непосредственный стимул → Непосредственная реакция

Вторая половина первого года жизни

Слово → Непосредственная реакция

Второй год жизни ребенка

Непосредственный стимул → Словесная реакция

Третий год жизни ребенка

Слово → Словесная реакция

2. Формирование обобщающей роли слова

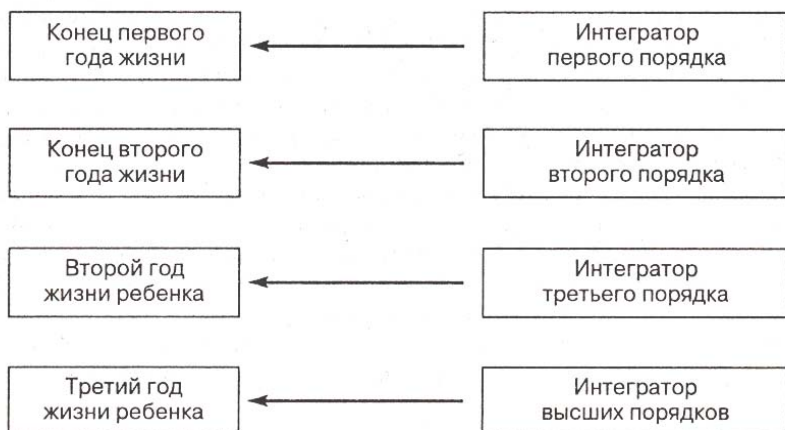


Рис. 24. Развитие речи

С развитием речи и обобщающего действия слова у ребенка 2–3-летнего возраста возникают условные рефлексы на отношение величин, веса, расстояния, окраски.

Характеристики речевого сигнала и речевого аппарата. Предпосылки для формирования речевых реакций в процессе эволюции лежат в развитии и совершенствовании периферического аппарата звукогенерации: глотки, гортани, голосовых связок. В ходе онтогенетического развития человека критическим фактором в становлении речевой функции является способность человека к координации голосового и артикуляционного аппарата.

Акустические особенности речи определяются координированной деятельностью речевого тракта. Источником акустической энергии при речеобразовании служат мышцы грудной клетки и брюшного пресса, которые регулируют давление воздуха, проходящего через речевой тракт при дыхании. Гортань и голосовые связки формируют звуковую волну. Ротовая полость и глотка обладают свойствами усиливать отдельные полосы звуковых частот. В результате прохождения звуковой волны от голосовых связок через ротоглоточный резонатор ее спектр преобразуется. Спектр звуковой волны – это зависимость амплитуды основного тона и обертонов голоса от их частоты.

Выделяют следующие характеристики речевого сигнала: тон, обертон, речевая форманта, фонема, динамический диапазон речи, лингвистическая информация речи, экстралингвистическая информация речи.

Частота основного *тона* – это наименьшая частота звука при его прохождении через сомкнутые края голосовых связок. Частота основного тона воспринимается как высота голоса, изменения ее во времени определяют интонацию голоса, а также индивидуальные и эмоциональные особенности речи.

Обертоны – это ряд тонов, которые возникают при звучании основного тона и придают голосу своеобразный тембр.

Речевые форманты, или формантные максимумы, – это максимумы акустической энергии на спектрах звука. На основе анализа речевых формант человек опознает звук речи.

Динамический диапазон речи – это разница между наиболее слабыми и сильными звуками, которая составляет 47 дБ. Средний уровень восприятия речи при измерении на расстоянии 1 м колеблется от 60 до 80 дБ. Для эффективного восприятия речи сигнал должен превышать уровень шумов на 30 дБ.

Речевой сигнал несет для слушателя *лингвистическую и экстралингвистическую* информацию. Носителем лингвистической (языковой, вербальной, семантической) информации является слово. Звуки речи, замещение которых изменяет смысл слова, называют фонемой (минимальные единицы языка). Интерпретация слова может определяться не фонемами, а содержанием предложения. Экстралингвистическая (внеязыковая) – содержит информацию о поле, возрасте говорящего, его функциональном и эмоциональном состоянии. Эта информация не зависит от предмета речи, а содержится в характерных особенностях организации речи и акустики голоса, таких, как тембр, высота, громкость, интонация, ритм.

Речевые зоны мозга были выделены в результате изучения последствий локальных повреждений мозга, приводящих к тем или иным нарушениям речевой деятельности (устная, письменная речь, чтение, счет) без поражения исполнительного аппарата – афазий. Выделяют две группы структур мозга с различными функциями речевой деятельности. Первая группа (зона Брока и добавочная двигательная область) связана с динамической организацией речи, вторая (зона Вернике и область угловой извилины) – с пониманием фонем, слов и логико-грамматических конструкций (рис. 25). Предполагают, что функция называния общих понятий локализована в задних левых височных областях коры, а функция называния специализированных понятий – в передних левых височных областях. При назывании предметов зрительная информация сначала поступает в 17-е поле коры, а затем обрабатывается в полях 18 и 19 зрительных проекционных полей. Далее перцептивный образ объекта передается в заднюю речевую зону коры, в которую входят зона Вернике и поле 39 теменной коры. Зона Вернике ответственна за процессы восприятия речи. Задняя речевая система хранит информацию о слуховых и кинестетических характеристиках фонем и их последовательностей, составляющих слова. Из зоны Вернике информация о зрительном образе слова передается в поле 22, где хранится информация о его слуховом образе (название предмета). Из поля 22 интегрированная зрительно-слуховая информация передается в переднюю речевую зону Брока, в которой хранится информация о двигательных программах речи. Зона Брока контролирует осуществление речевых реакций. Нужная программа переводится (считывается) в двигательную кору, которая инициирует артикуляционную мускулатуру и обеспечивает сложную пространственно-временную координацию работы соответствующих

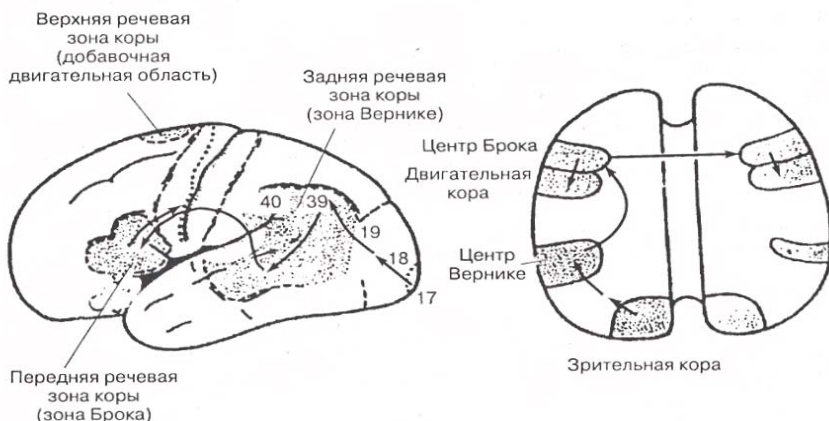
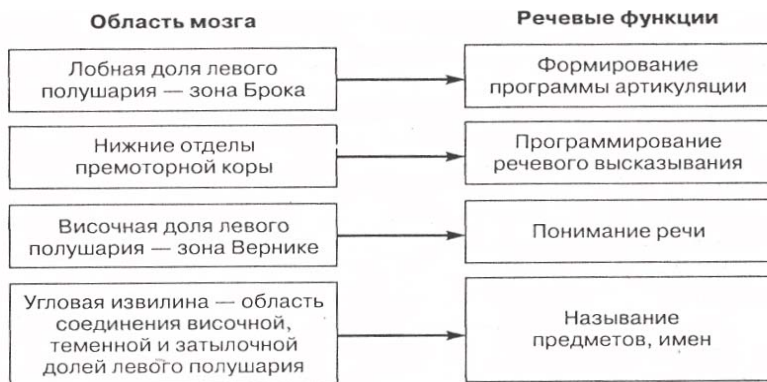


Рис. 25. Речевые зоны мозга

мышц, необходимую для того, чтобы субъект мог назвать увиденный предмет.

Дополнительная двигательная область коры представляет собой верхнюю речевую зону коры, которая ответственна за организацию ритма речи и ее грамматическое построение.

Задняя речевая система сообщается с моторной и дополнительной моторной зонами как непосредственно, так и через подкорковый путь. Подкорковая система речи включает базальные ганглии и ядра передней части таламуса. По этим путям осуществляется двойной контроль за произнесением звуков речи. Подкорковый путь активируется при

формировании и реализации речевого навыка. Корковый путь связан с осознанным контролем речи. Обе системы функционируют параллельно.

Взаимодействие речевых зон осуществляется не только по горизонтали, т.е. посредством корково-корковых связей, но и по вертикали, через таламические ядра. Регуляция речи, в особенности голоса, осуществляется с участием лимбической системы. Эти воздействия оказывают влияние на интонационные характеристики речи и ее эмоциональный характер.

На рис. 26 представлена иерархия организации системы управления голосовыми реакциями. Слева обозначены зоны коры мозга, гипотетически управляющие речью, структурные связи которых с системами вокализаций достаточно известны. Сплошные линии со стрелками – связи между структурами, выявленные с помощью морфологических методов и подтвержденные данными, полученными при электрической стимуляции этих зон. Штриховые линии – идентифицированные связи между мозговыми структурами и центральным серым веществом. Раздражение структур мозга, связанных с нижележащими уровнями, обеспечивает эмоционально-аффективную модуляцию голосовых реакций. Справа показаны связи передней лимбической коры с нижележащими структурами, участвующими в управлении голосовыми реакциями. От передней лимбической коры импульсы идут через таламо-гипоталамические ядра, центральное серое вещество к двойному ядру продолговатого мозга, которое управляет функциями голосовых связок. Имеется и более прямой путь регуляции голосовых реакций: лимбическая кора – центральное серое вещество – двойное ядро – ларенгеальный нерв. Речевая функция, таким образом, связана с участием различных корковых и подкорковых образований мозга.

Межполушарная асимметрия и речь. Речевые функции у правойшей преимущественно локализованы в левом полушарии, однако, по данным разных авторов, у 1–5% правойшей речевые центры находятся в правом полушарии. У 70% леворуких людей центр речи расположен в левом полушарии и лишь у 15% из них – в правом.

Существует моторная теория, согласно которой главным компонентом распознавания речевых звуков являются импульсы, возникающие в мышцах речевого аппарата при восприятии речевых сигналов. Моторные системы левого полушария принимают непосредственное участие в обработке этих сигналов и программировании речевых высказываний, определяя роль левого полушария в процессах восприя-



Рис. 26. Структуры мозга, участвующие в управлении голосовыми реакциями

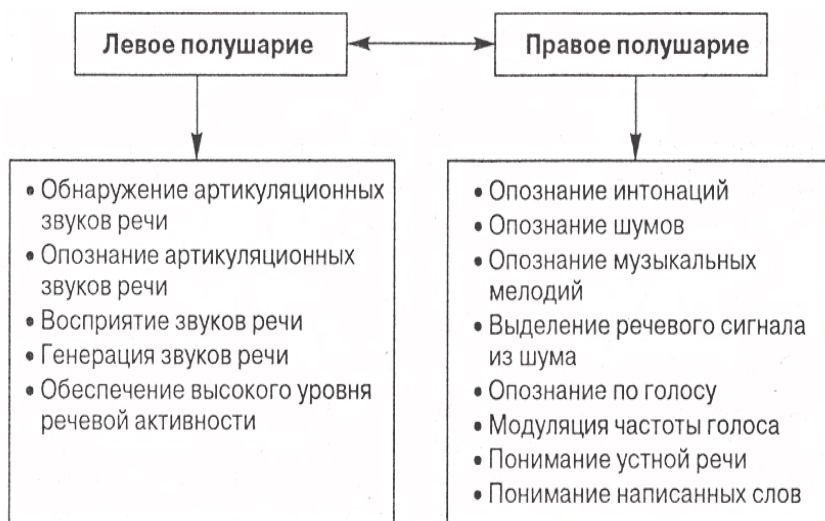


Рис. 27. Роль межполушарной асимметрии в организации речи

тия речи и речепродукции. Таким образом, специализация левого полушария в речевой функции определяется его ролью в процессах речевого общения (рис. 27).

Правое полушарие также обладает рядом лингвистических способностей. При участии правого полушария осуществляется анализ интонаций и музыкальных мелодий, понимание эмоционального содержания речи, модуляция частоты голоса, а также обеспечиваются процессы понимания письменной и устной речи. Однако понимание устной речи, осуществляемое на уровне правого полушария, в большей степени ограничено именами существительными.

Предполагают, что каждое из полушарий анализирует поступающую информацию и интерпретирует ее, но ведущая роль в вынесении суждения принадлежит левому полушарию.

Исследование становления речи у детей показывает, что первоначально обработка речевой информации осуществляется обоими полушариями. Доминантность левого полушария формируется постепенно, вплоть до 10-летнего возраста.

Данные о лингвистических способностях обоих полушарий и сходство их функций на ранних этапах онтогенеза свидетельствуют о том, что первоначально полушария обладают сходными функциями, но постепенно специализируются на определенных процессах, что и лежит в основе формирования доминантного и субдоминантного по отношению к речи полушария.

Электрофизиологические корреляты речевых процессов. Новый этап в изучении психофизиологии речевых процессов связан с развитием электрофизиологических методов, в первую очередь регистрацией активности отдельных нейронов, вызванных потенциалов и суммарной биоэлектрической активности.

Нейронные корреляты восприятия слов. Уникальные исследования импульсной активности нейронов человека при восприятии различных акустических стимулов (речевых и неречевых) были проведены Н.П. Бехтеревой и ее сотрудниками (1985). При этом были выявлены некоторые общие принципы акустического кодирования слова в структурах мозга, показано, что импульсная активность нейронных популяций, а также нейродинамические перестройки в различных звеньях системы восприятия закономерно связаны с акустическими характеристиками речевого стимула. В импульсной активности различных структур мозга выделены нейрофизиологические корреляты фонетического кодирования: при восприятии и воспроизведении как

гласных, так и согласных фонем пространственно-временная организация нейронных ансамблей имеет специфический и устойчивый характер. Причем устойчивость во времени наиболее выражена в кодировании гласных фонем и характерна для периода приблизительно 200 мс.

Показано также, что принцип фонемного кодирования преобладает при обучении и вербализации ответа, наряду с этим возможны варианты и более компактного «блокового» кодирования слогов и слов. Эта форма как более экономичная представляет еще один уровень кодирования и служит своеобразным мостом при семантическом объединении слов, различных по своим акустическим характеристикам. В задачах на смысловое обобщение и лингвистических тестах, содержащих как слова родного языка, так и не известные испытуемому слова иностранного языка, выявлены факты, позволяющие судить о нейрофизиологических особенностях смыслового кодирования. Смысловые особенности находят свое отражение в различиях нейродинамики импульсных потоков для разных зон мозга, которые меняются в зависимости от степени известности слова и его отношения к общему смысловому полю. Оказалось, что придание смыслового значения ранее не известному слову меняет нейрофизиологические показатели, а для слов общего семантического поля могут быть выделены общие нейрофизиологические признаки.

С помощью различных психо- и нейрофизиологических методов осуществлялся поиск «эталона» слова, т.е. определенного паттерна взаимодействия импульсной активности между различными зонами коры головного мозга, который характеризует восприятие того или иного слова. Такие эталоны (паттерны) были найдены, но для них характерна значительная межиндивидуальная изменчивость, которая, возможно, определяется индивидуальными особенностями в смысловом кодировании слов. Применение ЭВМ позволило выявить развернутые и компрессированные (свернутые) формы аналогов «эталонов» слов в импульсной активности нейронных популяций. Было показано, что при анализе акустических, семантических и моторных характеристик воспринимаемых и воспроизводимых слов имеет место специализация разных зон мозга для различных речевых операций (Бехтерева Н.П. и др., 1985).

Пространственная синхронизация биопотенциалов. Нейрофизиологическое обеспечение речевых функций изучалось и на уровне макрорепотенциалов мозга, в частности с помощью метода пространствен-

ной синхронизации. Пространственная синхронизация отдельных участков мозга рассматривается как нейрофизиологическая основа системных взаимодействий, обеспечивающих речевую деятельность. Этот метод позволяет оценить динамику вовлечения различных зон коры в речевой процесс. Так, наиболее ранние периоды восприятия и узнавания слова связаны с перемещением зон активации: сначала наиболее активированы лобные, центральные и височные зоны левого полушария, а также заднетеменные и центральные области правого. Затем фокус активации перемещается в затылочные области, сохраняясь при этом в правых заднетеменных и передневисочных областях. Процесс обработки слова в основном связан с активацией левых височных и частично правых височных зон коры. Подготовка к артикуляции и произнесение слова про себя сопровождается повышенной активацией переднецентральных областей, имеющих, по-видимому, решающее значение в обеспечении артикуляционного процесса.

Вызванные потенциалы. Дополнительные возможности для изучения мозговых механизмов речи открывает метод регистрации вызванных или событийно-связанных потенциалов. Например, при использовании в качестве зрительных стимулов эмоционально значимых и нейтральных слов выявлены некоторые общие закономерности анализа вербальных раздражителей. Так, при сравнении временных параметров позднего компонента Р300 на словесные стимулы было установлено, что скорость обработки информации в правом полушарии выше, чем в левом. Предполагается, что сначала в правом полушарии осуществляется зрительно-пространственный, досемантический анализ словесных раздражителей, т.е. образно говоря, прочитываются буквы без их понимания. Передача результатов в левое «речевое» полушарие представляет следующий этап в процессе восприятия словесных раздражителей – осмысление прочитанного. Таким образом, механизм более быстрой обработки информации в правом полушарии по сравнению с левым обеспечивает последовательность и согласованность во времени этапов переработки словесной информации, которая начинается в правом полушарии с анализа физических признаков отдельных букв и затем продолжается в левом, где осуществляется семантический анализ слова.

Волновая форма ВП существенно меняется в зависимости от смыслового значения слова. Так, было установлено, что при восприятии одних и тех же слов, получающих разную интерпретацию в зависимости от контекста (например, при сравнении слова «огонь» в

выражениях: «сидеть у огня» или «приготовились, огонь»), конфигурация ВП оказывается разной, причем в левом полушарии эти различия выражены значительно больше.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 38–43.

Тема 13. Психофизиология мыслительной деятельности

Вопросы для самоподготовки

1. Структура процесса мышления.
2. Психофизиология интеллекта. Виды интеллекта.
3. Психофизиологические аспекты принятия решения.
4. Электроэнцефалографические корреляты мышления.
5. Функциональная асимметрия мозга и особенности мыслительной деятельности.

Мышление – это процесс отражения существенных свойств и явлений объективного мира, их связей и отношений, направленный на активное познание человеком окружающей среды и решение возникающих перед ним задач.

Исследования физиологических механизмов мышления многочисленны и выполнены с помощью разных методологических подходов (рис. 28).

И.П. Павлов считал, что процесс мышления базируется на механизмах временной связи и второй сигнальной системе. При этом в основе аналитико-синтетической деятельности лежит условный рефлекс, на базе которого и строится процесс мышления. Единичные условные рефлексы обеспечивают платформу для познания основных элементов общей ситуации. Генерализация системы условных рефлексов позволяет анализировать свойства предметов. Процесс вторичной генерализации условных рефлексов обеспечивает объединение предметов по их общим свойствам, что позволяет формировать понятия о предметах и явлениях.

А.Р. Лурия полагал, что феноменологически мыслительная операция характеризуется следующими процессами: наличием задачи мышления, задержкой импульсивной реакции организма, выбором способа решения задачи, созданием плана действий, реализацией ре-



Рис. 28. Мышление и его роль в организации поведения

шения и сопоставлением полученных результатов с предполагаемым планом решения задачи. Все эти характеристики присущи и этапам развертывания поведенческого акта.

С позиции теории функциональных систем П.К. Анохина эти этапы могут выглядеть следующим образом.

Направленность процесса мышления определяется доминирующей мотивацией. В процессе афферентного синтеза поступающая информация анализируется и сопоставляется со следами памяти. Этапу принятия решения соответствует выбор той гипотезы, которая будет проверяться при решении мыслительной задачи. В акцепторе результата действия в соответствии с выбранной гипотезой формируются представления о том, что в первую очередь следует доказать или опровергнуть. В процессе эфферентного синтеза планируется система доказательств гипотезы и ее проверка. Этапу реализации текущего действия соответствует осуществление доказательства принятой гипотезы. Если доказательство оказалось ошибочным, активируется исследовательская деятельность субъекта, приводящая к изменению содержания акцептора результата действия и эфферентного синтеза и

в конечном счете к возникновению новых замыслов, в которых могут использоваться новые пути и способы доказательств.

Особенности мышления. Мышление использует в своей деятельности процессы восприятия, узнавания, внимания, интерпретации, формирования понятий. Граница между восприятием и мышлением размыта. Мышление вырастает из восприятия. Само восприятие является бессознательным умозаключением, по мнению Гельмгольца. Однако они имеют и различия (рис. 29).

Как в случае сенсорного, так и в случае мыслительного понятия – это упорядоченная система признаков объектов и правил, связывающих эти признаки. Различия заключаются в типах признаков и правил взаимосвязи. При восприятии признаками являются параметры стимулов, а правилами – характеристики взаимных отношений параметров стимулов. При мышлении признаки абстрактны. Мыслительные понятия – сложные производные от более простых понятий, используемых в процессах сенсорного анализа. Мыслительное понятие определяется через длинную цепь других понятий. Эта цепь в конечном итоге имеет сенсорные или моторные признаки.

Живые существа в процессе онтогенеза формируют собственный внутренний мир, существование которого предполагает наличие способности к мышлению, моделированию внешнего мира и к анализу событий и их предсказанию. Мышление оперирует с абстрактными, оторванными от реального мира, понятиями. Существенная часть мыслительной деятельности проходит в рамках построенных в сознании или подсознании людей моделей внутреннего мира. Эти модели могут с разной точностью отражать внешний реальный мир, могут акцентироваться на разных его аспектах. Мыслительный процесс имеет дело с большим количеством признаков объектов. По сравнению с восприятием мышление оперирует с моделями объектов. При восприятии также происходит оперирование не с самими объектами, а с представлениями о них. Однако мир нашего мышления гораздо богаче реального мира. Человек может помыслить то, чего не может быть. Именно поэтому в процессе мышления (в процессе построения модели внешнего мира) человек оперирует большим числом понятий и их свойств, чем в ходе восприятия.

Типы мышления. Описание различных типов мыслительных процессов следует из анализа способов решения различных задач. Выделяют четыре основных способа, которые наиболее часто встречаются при мыслительной деятельности.



Рис. 29. Особенности мышления и мыслительных понятий

Наглядно-действенное мышление основано на переборе действий, связанных с целями решаемой задачи. Данный тип мышления используется в практической деятельности человека. Для такой стратегии мышления характерно отсутствие законченного плана действий, выполнение деятельности в пошаговом режиме, когда текущая цель определяется только критериями успешного окончания предыдущей. При этом образуется разрыв между конечной целью деятельности и ее результатом. Кроме того, в памяти человека должна храниться информация о действиях, проведение которых в данной ситуации может привести к достижению цели. Помимо перебора действий может использоваться перебор символов действий. В этом случае формируется так называемая «ага-реакция», или догадка, когда внезапно после некоторой приостановки действий находится решение проблемы. Догадки – приблизительные решения, возникающие при замене процесса перебора действий перебором символов действий.

Наглядно-образное мышление – это способ практического мышления. Оно базируется на необходимости постоянной опоры на восприятие окружающей среды. Этот способ мышления очень важен при выборе стратегии поведения человека в новой обстановке. Образы незнакомых предметов при этом в большей степени отражают реальный мир, чем информация, хранящаяся в памяти.

Образное мышление связано с непосредственным манипулированием образами и представлениями. Этот способ представляет собой вариант теоретического мышления. Образы объединяются в структуры посредством процессов воображения, извлечения информации из памяти. В ходе мыслительной деятельности образные структуры могут преобразовываться, сравниваться друг с другом.

Понятийное мышление в своей основе имеет процессы обработки информации об отвлеченных понятиях, а также проведение логических умозаключений. Специфика понятийного мышления заключается в сложности построения длинных последовательных причинно-следственных связей между понятиями. Формирование этих связей происходит путем выделения определенных атрибутов понятий. В каждой ситуации используются различные атрибуты одного и того же понятия.

Все типы мышления взаимно дополняют друг друга и могут использоваться одним и тем же человеком в разных ситуациях. Однако можно говорить о том, что в зависимости от индивидуального склада

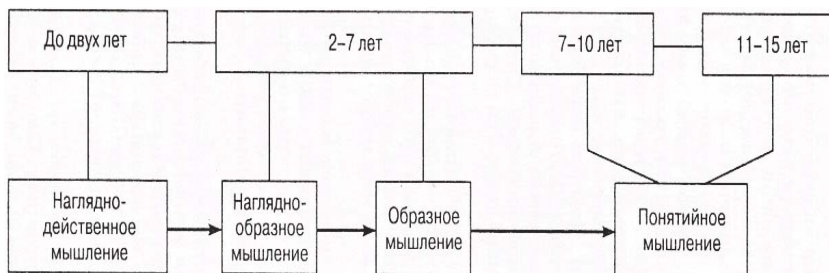


Рис. 30. Развитие мышления

люди могут отдавать предпочтение определенному типу мыслительной деятельности для решения стоящих перед ними задач.

Развитие мышления. В раннем детстве у детей наблюдается предпочтительная способность к наглядно-действенному мышлению – приобретению конкретных знаний, таких, как завязывание шнурков, умение пользоваться ложкой, навыки подвижных игр и др. Эти знания не могут быть поставлены ребенком в виде осознанного объяснения последовательности действий и целей (рис. 30).

При формировании сложных понятий в процессе наглядно-образного и образного мышления дети сначала опираются на использование уже имеющихся у них к этому времени независимых друг от друга понятий. При этом более сложное, производное понятие, является сначала механической суммой независимо существующих понятий.

Под этим подразумевается чисто формальное объединение отдельно существующих понятий или характеристик определенного объекта. Это говорит о том, что у детей знания существуют в процессах мышления независимо друг от друга. Множественное запоминание отдельных фактов на этом этапе развития ребенка в определенном смысле компенсирует менее развитые процессы обобщения и логических выводов определенных следствий из тех или иных посылок, доказательств, направленных на установление отношений между группами фактов.

В более зрелом возрасте эти же понятия формируются уже более строго на основе необходимых и достаточных свойств предмета. Дети приобретают способность использовать более абстрактные понятия и делать логические выводы, что связано в большей степени с декларативными знаниями. В связи с этим младшие школьники более подготовлены к восприятию и усвоению многих конкретных фактов,

образных понятий и логических умозаключений. Старшие же школьники по мере развития и формирования понятийной мыслительной деятельности становятся способными к восприятию абстрактных понятий и более сложных логических выводов.

Мыслительные операции. В структуре мыслительных процессов выделяют набор логических операций и процедур, которые рассматриваются как базисные.

Сравнение представляет собой сопоставление групп параметров понятий в соответствии с заданными критериями. В результате сравнения выделяют степени различия и сходства понятий. На процессе сравнения основывается любая классификация объектов и понятий.

Анализ состоит в расчленении понятия об объекте для определения характеристик объекта и их взаимоотношений. Результатом анализа является представление данных об объекте в более удобном для сравнения виде.

Синтез заключается в объединении частей объектов по их соотношению, т.е. в построении целого, не сводимого к простому перечислению исходных частей. Процесс синтеза определяется законами соотношения.

Абстрагирование подразумевает выделение особых параметров объектов. При этом могут быть получены ошибочные результаты за счет некорректности выделения параметров или за счет неверной оценки важности этих параметров.

Обобщение объединяет в единый класс группу объектов на основе других процедур мыслительной деятельности.

Конкретизация основана на фиксации ряда параметров понятия, при анализе их обобщающего описания.

Алгоритмы этих процедур могут перекрываться, использоваться одновременно и в различных последовательностях в зависимости от цели деятельности и особенностей субъекта.

Мозговые корреляты мышления. На основании исследования активности мозга при генерации стимулнезависимых мыслей, выполненного с помощью методов ПЭТ, МРТ и метода картирования внутрикоркового взаимодействия, были выделены две основные системы мозга, связанные с образно-пространственным и абстрактно-вербальным мышлением (рис. 31). Субстрат образного мышления локализуется в височно-теменных областях коры. Процессы понятийного мышления связаны с активацией лобных областей коры мозга. Эти системы мозга рассматриваются как фокусы взаимодействия, в которых осуществ-

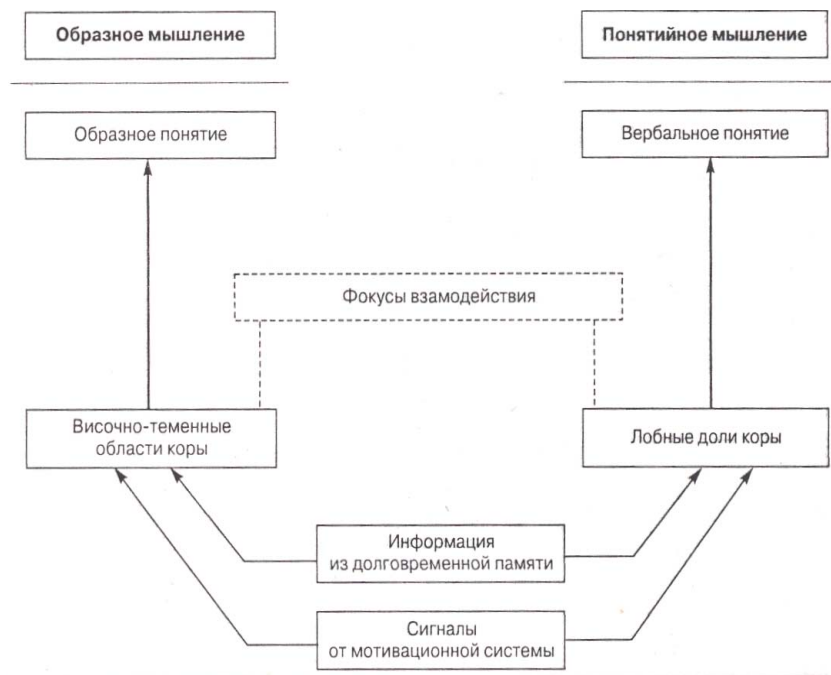


Рис. 31. Особенности вовлечения структур мозга при решении различных мыслительных задач

вляется синтез информации. Предполагают, что текущая информация сопоставляется в этих структурах с информацией, извлекаемой из памяти, и сигналами, приходящими из мотивационных центров мозга. Именно в фокусах взаимодействия реализуется процесс принятия решения, что субъективно переживается как процесс обдумывания и нахождения нужного решения. Субъективные переживания, связанные с активацией разных систем мозга, также различаются.

В случае активации лобной коры при решении задач по типу образного мышления или активации височно-теменной коры при решении вербальных задач решение может быть не принято или субъект приходит к неправильному решению задачи.

Если у человека преобладает образный тип мышления, то оба фокуса взаимодействия локализованы в правом полушарии. У лиц с преобладанием понятийного типа мышления оба фокуса взаимодействия располагаются в левом полушарии.

Разные процедуры мышления также отражаются в активности разных систем мозга. Процессы анализа, сравнения, синтеза и объединения активируют в большей степени затылочно-височные области коры. Процессы абстрагирования и конкретизации, существенные для детального конструирования образа, отражаются в смещении фокуса активности в лобные отделы коры. Нахождение верного решения (независимо от его вербализации) сопровождается повышением активности в левой височной области коры.

Функциональная асимметрия мозга и мышление. Использование методик, позволяющих избирательно воздействовать только на одно полушарие, позволило продемонстрировать различия в деятельности левого и правого полушарий в процессе мыслительной деятельности (рис. 32).

Полагают, что левое полушарие обеспечивает процессы понятийного мышления. Оно преимущественно оперирует с вербальными стимулами и участвует в основном в аналитических процессах, что является базой логического мышления. Обработка входных сигналов осуществляется левым полушарием последовательно, что позволяет строить причинно-следственные связи.

Правое полушарие реализует процессы образного мышления. Оно в основном связано с невербальными стимулами, участвует в синтетической деятельности и отвечает за определенные навыки в обращении с пространственными сигналами, за их преобразования.

В норме оба полушария работают в тесном взаимодействии, дополняя друг друга. Функционируя изолированно, каждое полушарие формирует свое целостное изображение образа. При выборе суждения ведущим является левое полушарие.

Своеобразие взаимоотношений левого и правого полушарий выявляется при изучении особенностей деятельности мозга у людей искусства. Было показано, что у художников-профессионалов на протяжении жизни формируется большая билатеральность функций полушарий мозга по сравнению с обычными людьми. При этом каждая половина мозга вносит свой вклад в обеспечение творческого процесса. Накопленный творческий опыт усиливает структурно-функциональное сходство и взаимодействие полушарий мозга.

Ритмы ЭЭГ и мышление. Установлено, что при умственной деятельности происходит перестройка частотно-амплитудных параметров ЭЭГ, охватывающая все основные ритмические диапазоны – от дельта до гамма. Так, при выполнении мыслительных заданий может

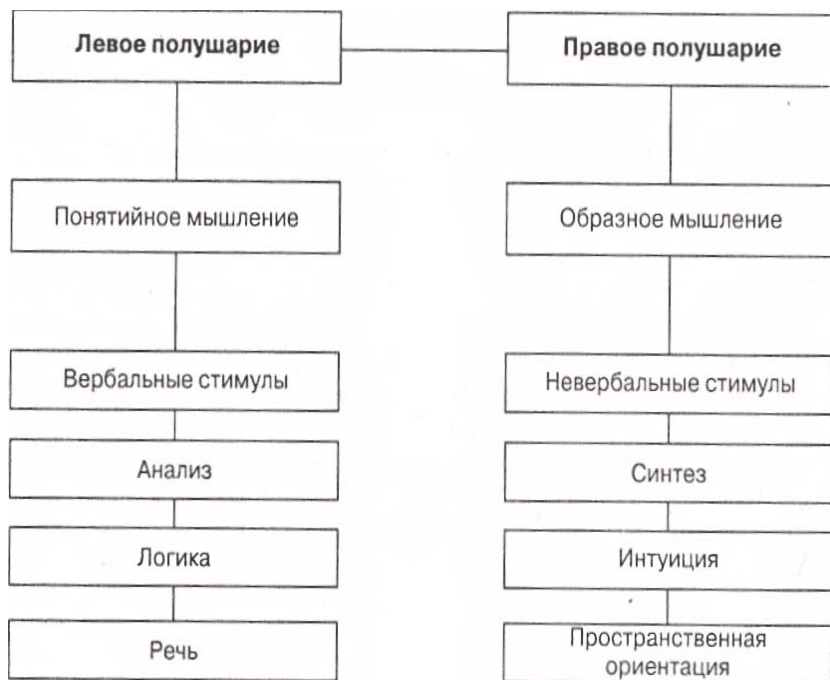


Рис. 32. Роль межполушарной асимметрии в организации мыслительных процессов

усиливаться дельта- и тета-активность. Причем усиление последней составляющей положительно соотносится с успешностью решения задач. В этих случаях тета-активность наиболее выражена в передних отделах коры, причем ее максимальная выраженность соответствует по времени периодам наибольшей концентрации внимания человека при решении задач и обнаруживает связь со скоростью решения задач. Следует подчеркнуть, однако, что разные по содержанию и сложности задания вызывают неодинаковые изменения тета-диапазона.

По данным ряда авторов, умственная активность у взрослых сопровождается повышением мощности бета-ритма, причем значимое усиление высокочастотной активности наблюдается при умственной деятельности, включающей элементы новизны, в то время как стереотипные, повторяющиеся умственные операции, сопровождаются ее снижением. Установлено также, что успешность выполнения вербальных заданий и тестов на зрительно-пространственные отношения

оказывается положительно связанной с высокой активностью бета-диапазона ЭЭГ левого полушария. По некоторым предположениям, эта активность связана с отражением деятельности механизмов скадирования структуры стимула, осуществляемой нейронными сетями, продуцирующими высокочастотную активность ЭЭГ.

Динамика альфа-активности при умственной деятельности имеет сложный характер. При анализе альфа-ритма в последнее время принято выделять три (иногда две) составляющие: высоко-, средне- и низкочастотную. Оказывается, что эти субкомпоненты альфа-ритма по-разному связаны с умственной деятельностью. Низко- и высокочастотный альфа-ритм в большей мере соотносится с когнитивными аспектами деятельности, тогда как среднечастотный альфа-ритм в основном отражает процессы неспецифической активации.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 8, 11, 14, 15, 21, 22, 31, 44.

Тема 14. Психофизиология двигательной активности

Вопросы для самоподготовки

1. Строение двигательной системы.
2. Классификация движений.
3. Функциональная организация произвольного движения.
4. Электрофизиологические корреляты организации движений.

Движение определяют как форму реакции организма, выражающейся в перемещении его составных частей или целого организма в пространстве. Все многообразие видимых форм движений человека основывается на физических законах перемещения тел в инерционном пространстве. Конечности и тело представляют собой кинематические цепи, которыми можно управлять, если задавать желаемую траекторию движения. Для этого необходимо связать избыточные степени свободы. Это и является основной функцией центральной нервной системы при организации координированных движений.

При **классификации движений** учитывают изменение взаимного положения частей тела (сгибание, разгибание), функциональное значение движений (ориентировочные, ударные, нажимные и т.д.),

морфофункциональную организацию (дыхательные, мышечные, движения глаз и т.д.), степень осознанности (автоматические, произвольные и непроизвольные, трудовые) (рис. 33).

При классификации движений необходимо учитывать также конкретные целевые функции, которые должна выполнять двигательная система. В самой общей форме таких функций четыре: поддержание определенной позы, ориентация на источник внешнего воздействия для его наилучшего восприятия, а также для поддержания равновесия тела, перемещение тела в пространстве, манипулирование.

Непроизвольные (безусловно-рефлекторные) движения представляют собой двигательные акты, управление которыми осуществляется автоматически и неосознанно. Это простые движения, поддержание позы, регуляция работы антигравитационных мышц. *Произвольные (условно-рефлекторные) движения* регулируются осознанно, осуществляются при участии всех уровней головного мозга и связаны с формированием различных двигательных навыков.

Простые движения представляют собой движения, осуществляемые с участием одного сустава, либо движения, координация которых осуществляется при участии низшего уровня организации. *Сложные движения* представляют собой двигательные акты с участием двух и более суставов. Они строятся из простых движений, как из строительных блоков, и требуют для своей регуляции и координации участия высших уровней мозга.

Быстрые движения баллистического типа завершаются раньше, чем к соответствующим центрам мозга успевает прийти информация от двигательных аппаратов. *Медленные движения* постоянно корректируются по ходу выполнения за счет информации, поступающей на все уровни мозга от рецепторов мышц и суставов.

Управление двигательными актами строится на двух основных принципах – принципе сенсорных коррекций текущего движения по цепи обратных связей и принципе прямого программного управления. Для многих движений управление может осуществляться одновременно двумя механизмами, однако их соотношение разное в зависимости от степени сложности и уровня организации движений.

По принципу прямого программного управления организуются быстрые движения баллистического типа. Эти движения выполняются по жесткой программе.

По принципу сенсорных коррекций организуются медленные движения. Благодаря информации, поступающей на все уровни мозга

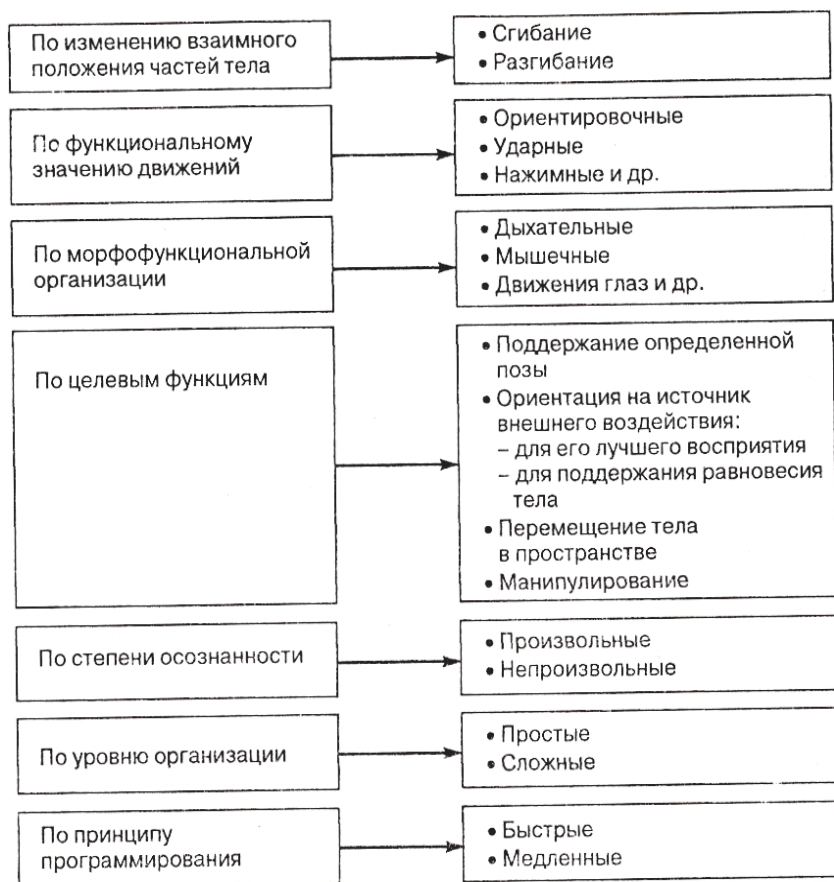


Рис. 33. Классификация движений

от рецепторов мышц и суставов, характер движения может быть изменен по ходу его осуществления. Сенсорные раздражения не только могут запускать движение, но и выполнять корректирующую функцию. Обратная афферентация, сигнализирующая о результатах действия, сопоставляется с программой движения и служит уточнению координат цели и траектории движения.

Структура двигательного акта может быть рассмотрена с позиций *теории функциональных систем* П.К. Анохина. Двигательный акт любой сложности начинается на *стадии афферентного синтеза*, содержание которого определяется влиянием нескольких факторов: мотивационного возбуждения, памяти, обстановочной и пусковой афферентации. Любая поступающая информация соотносится с доминирующим в данный момент времени мотивационным возбуждением. Картина возбуждения, создаваемая в сенсорных системах биологически значимыми стимулами, представляет пусковую афферентацию. Однако способность пусковых стимулов инициировать двигательный акт зависит от обстановочной афферентации, которая включает не только возбуждение от стационарной обстановки, но и последовательность афферентных возбуждений. Афферентный синтез предполагает задействование и аппарата памяти, благодаря которому извлекаются те фрагменты прошлого опыта, которые полезны для будущего поведения.

Стадия принятия решения определяет тип и направленность поведения. Принятие решения реализуется через формирование аппарата акцептора результата действия, программирующего результаты будущих событий. В нем актуализирована врожденная и приобретенная память организма в отношении объектов, способных удовлетворить возникшую потребность, а также способов действий, направленных на достижение или избегание объекта.

Стадия эфферентного синтеза характеризуется тем, что программа действия уже сформирована, но само действие еще не совершено.

Стадия реального выполнения программы действия предполагает его реализацию под влиянием эфферентного возбуждения, достигающего исполнительных органов.

Далее, благодаря работе аппарата акцептора результата действия и эфферентного синтеза, организм может сравнить ожидаемые результаты действия с поступающей информацией о реальных результатах и параметрах совершенного действия. Именно результаты сравнения

определяют последующее построение двигательного акта. Оно либо корректируется, либо прекращается, если конечный результат достигнут. В последнем случае двигательный акт завершается *стадией удовлетворения потребности*.

Уровни организации движения (по Н.А. Бернштейну). Наиболее полно проблема иерархической организации движений человека в контексте активного приспособительного поведения была поставлена и разработана в трудах выдающегося отечественного физиолога Н.А. Бернштейна. Он разработал теорию уровней построения движений, причем под уровнями он понимал морфологические отделы нервной системы: спинной и продолговатый мозг, подкорковые центры и кору больших полушарий. Каждому уровню соответствует свой тип движений. Всего Н.А. Бернштейн выделил пять уровней: А, В, С, Д, Е.

1. *Уровень А* – руброспинальный, эволюционно наиболее древний и созревающий раньше других. У человека он не имеет самостоятельного значения, но определяет мышечный тонус и участвует в обеспечении любых движений совместно с другими уровнями. Есть некоторые формы двигательной активности, которые осуществляются только за счет данного уровня (к их числу относятся произвольные примитивные движения, например дрожание пальцев, стук зубов от холода). Этот уровень начинает функционировать с первых недель жизни новорожденного.

2. *Уровень В* – таламопалидарный, обеспечивает переработку сигналов от мышечно-суставных рецепторов, которые сообщают о взаимном расположении частей тела. Этот уровень принимает участие в организации движений более сложного типа, которые, однако, не требуют учета особенностей внешнего пространства. Это могут быть произвольные движения лица и тела – мимика и пантомимика, вольная гимнастика и др. Этот уровень начинает функционировать уже во втором полугодии жизни ребенка.

3. *Уровень С* – определяется как уровень пространственного поля, или пирамидно-стриальный уровень. На него поступает информация о состоянии внешней среды от экстерорецепторных анализаторов. Поэтому этот уровень отвечает за построение движений, приспособленных к пространственным свойствам объектов – к их форме, положению, весу и другим особенностям. Среди них – все виды локомоции (перемещения), тонкая моторика рук и другие. Это уровень, в обеспечении которого, наряду с подкорковыми структурами, принимает участие кора. Поэтому его созревание, начинаясь очень рано –

на первом году жизни, продолжается на протяжении всего детства и даже юности.

4. *Уровень Д* – уровень предметных действий. Он функционирует при обязательном участии коры (теменных и премоторных зон) и обеспечивает организацию действий с предметами. Это специфически человеческий уровень организации двигательной активности, поскольку к нему относятся все виды орудийных действий и манипуляторных движений. Характерная особенность движений этого уровня состоит в том, что они не только учитывают пространственные особенности, но и согласуются с логикой использования предмета. Это уже не только движения, но и в значительно большей степени действия, потому что используемые здесь моторные программы складываются из гибких взаимозаменяемых звеньев. Поскольку этот уровень обеспечивается согласованной активностью разных зон коры, его функциональные возможности будут определяться динамикой созревания как самих зон, так и возрастными особенностями межзонального взаимодействия.

5. *Уровень Е* – высший уровень организации движений, обеспечивает интеллектуализированные двигательные акты: работу артикуляционного аппарата в звучащей речи, движения руки при письме, а также движения символической или кодированной речи (язык жестов глухонемых, азбука Морзе). Нейрофизиологические механизмы этого уровня обеспечиваются высшими интегративными возможностями коры больших полушарий, поэтому созревание коры, как и в предыдущем случае, имеет решающее значение для его функционирования.

Стратегия и тактика движения. Одним из основных атрибутов целенаправленного движения является формирование предварительных программ действий (рис. 34). Роль программы движения рассматривается с учетом биологической мотивированности движения, его временных параметров, моторной дифференцированности, степени сложности координационного состава и уровня автоматизированности. Биологическая мотивированность движения является основным побуждающим фактором его реализации.

Мотивации определяют общую *стратегию движения*. Они могут приводить к запуску врожденных жестких программ, устанавливать их комбинаторику либо приводить к формированию новых программ, определяя степень их лабильности. В качестве обратной афферентации выступает удовлетворение потребности. Поэтому стратегия



Рис. 34. Стратегия и тактика движения

движения должна быть адаптивной по отношению к доминирующей мотивации.

Программа движения определяет его план, т.е. какое конкретное движение будет осуществляться, и формирует его пространственно-временные параметры в соответствии с реальной обстановкой. Это означает, что программа движения должна быть адаптивной относительно ко всем факторам окружающей среды, т.е. строиться на основе синтеза всех видов афферентаций (санкционирующая афферентация).

В общей схеме системной организации двигательного акта существует понятие о *тактике движения*, которая определяет, как будет осуществляться требуемое движение. Тактику движения определяет двигательная команда. В программе движения также должна быть записана последовательность включения той или иной конечности, что реализуется в виде последовательности команд к различным мотонейронным пулам. В отличие от программы двигательные команды должны быть адаптивны по отношению к функциональному состоянию самого скелетно-двигательного аппарата как непосредственного исполнителя этих команд (этапная афферентация).

Таким образом, биологическая мотивированная стратегия (цель) движения, соответствующая программа конкретного движения, иерархически построенные центральные команды и система идентификации состояния мышечного аппарата представляют собой важнейшие звенья организации движения, каждое из которых корректируется соответствующими обратными связями.

Механизм инициации двигательного акта. Центральной системой, управляющей тонкими и точными движениями, является моторная кора, строится конечный и конкретный вариант управления движением. Моторная кора использует оба принципа управления движением: контроль через петли обратных связей и через механизм программирования. Это достигается тем, что к моторной коре приходит информация от сенсорных областей коры, которая используется для коррекции движений, от фронтальных областей коры, связанных с программированием движения, и от структур, имеющих отношение к хранению моторных программ.

В инициации движений принимают участие две системы (рис. 35). Первая из них представлена лимбической системой (*эмоциональный мозг*), с помощью которой осуществляется преобразование мотивации в действие. Этот процесс достигается за счет передачи сигналов от лимбической системы к базальным ганглиям. При

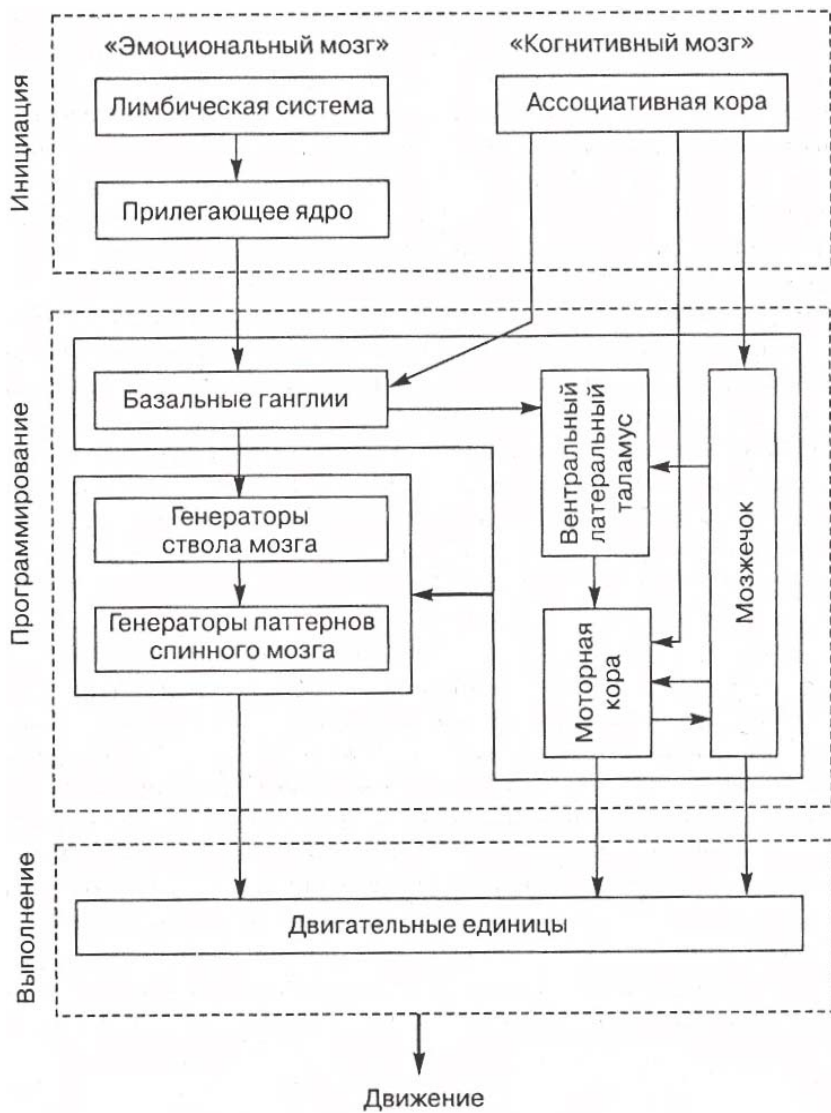


Рис. 35. Системы инициации движений

этом важным звеном, связывающим лимбическую систему с моторной, является прилегающее ядро. Его возбуждение через механизм активации дофаминергических путей ведет к актуализации врожденных поведенческих программ, хранящихся в системе базальных ганглиев.

Вторая система инициации движений связана с деятельностью ассоциативных областей коры (*когнитивный мозг*) и обеспечивает инициацию различных специфических движений в соответствии с инструкцией, установкой на ответ, прошлым опытом субъекта и его индивидуальным обучением. Приход сигнала из ассоциативной коры в неостриатум базальных ганглиев, который имеет обширные сенсорные проекции, растормаживает его командные нейроны и тем самым актуализирует двигательные программы выученных движений. Эти программы через таламус достигают моторной коры. Таким образом когнитивные команды иницируют программы движений, сохраняемые в центральной нервной системе. Прилегающее ядро и неостриатум фильтруют сигналы соответственно от лимбической системы (*эмоциональный мозг*) и от ассоциативной коры (*когнитивный мозг*). Обе системы инициации движения действуют совместно.

Электрофизиологические корреляты организации движения

Электрофизиологические методы используют для изучения разных сторон двигательной активности, и в первую очередь тех из них, которые недоступны прямому наблюдению. Ценную информацию о физиологических механизмах организации движения дают методы оценки взаимодействия зон коры мозга, анализ локальной ЭЭГ и потенциалов, связанных с движением, а также регистрация активности нейронов.

Исследование межзональных связей биопотенциалов мозга позволяет проследить динамику взаимодействия отдельных зон коры на разных этапах выполнения движения, при обучении новым двигательным навыкам, выявить специфику межзонального взаимодействия при разных типах движений.

Пространственная синхронизация (ПС), т.е. синхронная динамика электрических колебаний, регистрируемых из разных точек коры больших полушарий, отражает такое состояние структур мозга, при котором облегчается распространение возбуждения и создаются условия для межзонального взаимодействия. Метод регистрации ПС был разработан выдающимся отечественным физиологом М.Н. Ливановым.

Корреляционный анализ ЭЭГ, зарегистрированной во время выполнения ритмических движений, показал, что у человека в корковой организации движений принимают участие не только центры моторной коры, но также лобные и нижнетеменные зоны.

Обучение произвольным движениям и их тренировка вызывают перераспределение межцентральных корреляций корковых биопотенциалов. В начале обучения общее число центров, вовлеченных в совместную деятельность, резко возрастает, и усиливаются синхронные отношения ритмических составляющих ЭЭГ моторных зон с передними и задними ассоциативными областями. По мере овладения движением общий уровень ПС значительно снижается, и, напротив, усиливаются связи моторных зон с нижнетеменными.

Важно отметить, что в процессе обучения происходит перестройка ритмического состава биопотенциалов разных зон коры: в ЭЭГ начинают регистрироваться медленные ритмы, совпадающие по частоте с ритмом выполнения движений. Эти ритмы в ЭЭГ человека получили название «меченых».

Систематические исследования ЭЭГ человека во время осуществления циклической (периодически повторяющейся) и ациклической двигательной активности позволили обнаружить усиление как локальной, так и дистантной синхронизации биопотенциалов.

Время реакции – один из наиболее простых двигательных показателей. Поэтому особый интерес представляет тот факт, что даже простая двигательная реакция может иметь различающиеся физиологические корреляты в зависимости от увеличения или сокращения ее длительности. Так, при сопоставлении картины межцентральных корреляционных отношений спектральных составляющих ЭЭГ мозга со временем простой двигательной реакции выяснилось, что перестройка пространственно-временных отношений ЭЭГ ассоциативных зон связана с временем реакции на заданный стимул. При быстрых реакциях у здорового человека чаще всего высокие корреляционные связи биопотенциалов возникали в обеих нижнетеменных областях (несколько больше – с левым полушарием мозга). Если время реакции возрастало, это сопровождалось синхронизацией биопотенциалов в лобных отделах коры и из взаимодействия исключалась нижнетеменная область левого полушария. Кроме того, была обнаружена зависимость между величинами фазовых сдвигов альфа-ритма, зарегистрированного в лобных, прецентральных и затылочных областях мозга и скоростью простой двигательной реакции.

Важно отметить, что усиление синхронизации биопотенциалов наступает у человека уже в предрабочем состоянии в процессе сосредоточения перед двигательным действием, а также при мысленном выполнении движений.

ПС и специфика движения. Кроме неспецифического усиления ПС биопотенциалов было отмечено ее выраженное избирательное нарастание между зонами коры, непосредственно участвующими в организации конкретного двигательного акта. Например, наибольшее сходство в электрической активности устанавливается: при движении рук – между лобной областью и моторным представительством мышц верхних конечностей; при движении ног – между лобной областью и моторным представительством мышц нижних конечностей. При точностных действиях, требующих тонкой пространственной ориентации и зрительного контроля (стрельба, фехтование, баскетбол), усиливаются взаимодействия между зрительными и моторными областями.

Была выявлена сложная динамика ПС биопотенциалов различных участков мозга у спортсменов при выполнении различных упражнений и показана зависимость нарастания взаимодействия ритмических составляющих ЭЭГ от режима двигательной деятельности, от квалификации спортсменов, от способности человека решать тактические задачи, от сложности ситуации. Так, у спортсменов высокой квалификации межцентральные взаимодействия выражены гораздо интенсивнее и локализованы более четко. Выяснилось также, что более сложные двигательные задачи требуют для своего успешного решения более высокого уровня пространственной синхронизации ритмов ЭЭГ, а время решения тактических задач коррелирует со скоростью нарастания межцентральных взаимодействий.

Одним из важных направлений в исследовании психофизиологии двигательного акта является изучение комплекса колебаний *потенциалов мозга, связанных с движениями (ПМСД)*. Значение этого феномена для понимания физиологических механизмов организации движения очень велико, потому что изучение ПМСД позволяет выявить скрытую последовательность процессов, происходящих в коре мозга при подготовке и выполнении движения, и хронометрировать эти процессы, т.е. установить временные границы их протекания. Впервые этот комплекс, отражающий процессы подготовки, выполнения и оценки движения, был зарегистрирован в 60-е гг. Оказалось, что движению предшествует медленное отрицательное колебание –

потенциал готовности (ПГ). Он начинает развиваться за 1,5–0,5 с до начала движения. Этот компонент регистрируется преимущественно в центральных и лобно-центральных отведениях обоих полушарий. За 500–300 мс до начала движения ПГ становится асимметричным – его максимальная амплитуда наблюдается в прецентральной области, контралатеральной движению. Примерно у половины взрослых испытуемых на фоне этого медленного отрицательного колебания незадолго до начала движения регистрируется небольшой по амплитуде положительный компонент. Он получил название «премоторная позитивность» (ПМП). Следующее по порядку быстро нарастающее по амплитуде отрицательное колебание, так называемый моторный потенциал (МП), начинает развиваться за 150 мс до начала движения и достигает максимальной амплитуды над областью моторного представительства движущейся конечности в коре головного мозга. Завершается этот комплекс потенциалов положительным компонентом примерно через 200 мс после начала движения.

Принято считать, что *потенциал готовности (ПГ)* возникает в моторной коре и связан с процессами планирования и подготовки движения. Он относится к классу медленных отрицательных колебаний потенциала мозга, возникновение которых объясняют активацией нейрональных элементов соответствующих участков коры.

Гипотезы относительно функционального значения ПМП различны. Это колебание рассматривают и как отражение подачи центральной команды от коры к мышцам, и как результат релаксации коры после завершения определенного этапа организации движения, и как отражение процессов подавления ассоциированных движений другой конечности, и как обратную связь от мышечных афферентов. В настоящее время некоторые авторы полагают, что ПМП являются лишь отражением начала моторного потенциала.

При регистрации МП у обезьян были выделены два субкомпонента: первый соотносят с активацией моторной коры, связанной с инициацией движения (синаптическая активность пирамидных нейронов), второй – с активацией полей 2, 3 и 4 по Бродману. Регистрация МП у человека, больного эпилепсией, позволила выделить в нем три компонента. Первый был назван потенциалом инициации, он имеет высокую амплитуду и возникает после начала движения в прецентральной контралатеральной коре. Второй, возникающий после начала миограммы, более локализованный в контралатеральном соматосенсорном поле, может быть связан как с инициацией движения, так и

с сенсорной обратной связью. Третий компонент отражает импульсацию, поступающую от мышечных афферентов к коре.

Следующий за МП позитивный потенциал рассматривается как отражение обратной афферентации, поступающей от периферических рецепторов, восходящей активности от моторных центров, операции сравнения между моторной программой и нейрональной картиной ее исполнения или процессов релаксации коры после выполнения движения.

Волна ожидания. Помимо ПМСД, описан еще один электрофизиологический феномен, который по своей сути близок потенциалу готовности. Речь идет об отрицательном колебании потенциала, регистрируемого в передних отделах коры мозга в период между действием предупреждающего и пускового (требующего реакции) сигналов. Это колебание имеет ряд названий: волна ожидания, Е-волна, условное негативное отклонение (УНВ). Е-волна возникает через 500 мс после предупредительного сигнала, ее длительность растет с увеличением интервала между первым и вторым стимулами. Амплитуда Е-волны растет прямо пропорционально скорости двигательной реакции на пусковой стимул. Она увеличивается при напряжении внимания и увеличении волевого усилия, что свидетельствует о связи этого электрофизиологического явления с механизмами произвольной регуляции двигательной активности и поведения в целом.

Литература: основная: 1–5; дополнительная: 8, 15, 19, 21, 22

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Данилова Н.Н.* Психофизиология: Учеб. для вузов. М.: Аспект-Пресс, 1998.
2. *Марютина Т.М., Ермолаев О.Ю.* Введение в психофизиологию: Учеб. пособие по курсу «Общая и возрастная психофизиология» / Московский психолого-социальный институт. М.: Флинта, 1997.
3. Основы психофизиологии: Учеб. / Под ред. Ю.И. Александрова. СПб.: Питер, 2010.
4. *Греченко Н.Г.* Психофизиология: Учеб. пособие. М.: Гардарики, 1999.
5. *Батуев А.С.* Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: Учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2010.

Дополнительная:

6. *Миллер П.* Физиологическая психология. М.: Мир, 1973.
7. *Хэссет Дж.* Введение в психофизиологию. М.: Мир, 1981.
8. *Ильин Е.П.* Психофизиология состояний человека. СПб.: Питер, 2005.
9. *Данилова Н.Н.* Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М.: Изд-во МГУ, 1994 (1992).
10. *Селье Г.* Стресс без дистресса. М.: Наука, 1993.
11. *Симонов П.В.* Созидающий мир. Нейробиологические основы творчества. М.: Наука, 1993.
12. *Симонов П.В.* Мотивированный мозг. М.: Наука, 1987.
13. *Симонов П.В.* Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981.
14. *Соколов Е.И.* Психофизиология научения: Курс лекций. М.: Изд-во МГУ, 1997
15. Физиология человека: В 3 т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса; Пер. с англ. М.: Мир, 1985 (1996, 1998).
16. *Черепанова Е.* Психологический стресс. М., 1997.
17. *Суворова В.В.* Психофизиология стресса. М.: Педагогика, 1975.
18. *Ильин Е.П.* Дифференциальная психофизиология. СПб.: Питер, 2001.

19. *Ильин Е.П.* Психомоторная организация человека: Учеб. для вузов. СПб.: Питер, 2003.
20. *Купер К.* Индивидуальные различия / Пер. с англ. Т.М. Марютинной. М.: Аспект Пресс, 2000.
21. *Черенкова Л.В., Краснощекова Е.И., Соколова Л.В.* Психофизиология в схемах и комментариях. СПб.: Питер, 2006.
22. *Ильин Е.П.* Дифференциальная психофизиология мужчины и женщины. СПб.: Питер, 2003.
23. *Дельгадо Х.* Мозг и сознание. М.: Мир, 1971.
24. *Костандов Э.А.* Функциональная асимметрия полушарий и неосознаваемое восприятие. М.: Наука, 1983.
25. *Прибрам К.* Языки мозга. М.: Прогресс, 1975.
26. *Власов Н.А., Вейн А.М., Александровский Ю.А.* Регуляция сна. М.: Наука, 1983.
27. *Гримак Л.П.* Введение в психологию активности. М.: Политиздат, 1987.
28. *Доскин В.А., Лаврентьева Н.А.* Ритмы жизни. М.: Знание, 1991.
29. *Куприянович Л.Б.* Биологические ритмы и сон. М.: Наука, 1976.
30. *Мезенцев В.* Жизнь во сне. М.: Знание, 1994.
31. *Данилова Н.Н., Крылова А.Л.* Физиология высшей нервной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 2005.
32. *Дубровинская Н.В.* Нейрофизиологические механизмы внимания. Л.: Наука, 1985.
33. *Наатанен Р., Алхо К., Сомс М.* Мозговые механизмы селективного внимания // Когнитивная психология. М.: Наука, 1986.
34. Нейрофизиологические механизмы внимания / Под ред. Е.Д. Хомской. М.: Изд-во МГУ, 1979.
35. *Соколов Е.Н.* Нервная модель стимула и ориентировочный рефлекс // Вопр. психологии. 1960. №4.
36. *Суворов Н.Ф., Таиров О.П.* Психофизиологические механизмы избирательного внимания. Л.: Наука, 1985.
37. *Хомская Е.Д.* Мозг и активация. М.: МГУ, 1973.
38. *Бехтерева Н.П., Бундзен П.В., Гоголицын Ю.Л.* Мозговые коды психической деятельности. Л.: Наука, 1977.
39. *Блум Ф., Лайзерсон А., Хофстедтер Л.* Мозг, разум и поведение. М.: Мир, 1988.
40. *Лурия А.Р.* Письмо и речь: Нейролингвистические исследования. М.: Академия, 2002.

41. *Морозов В.П., Вартамян И.А., Галунов И.И. и др.* Восприятие речи: Вопросы функциональной асимметрии мозга. Л.: Наука, 1988.
42. *Спрингер С., Дейч Г.* Левый мозг, правый мозг. М.: Мир, 1983.
43. *Хризман Т.П., Еремеева В.П., Лоскутова Т.Д.* Эмоции, речь и активность мозга ребенка. М.: Педагогика, 1991.
44. *Айзенк Г.* Интеллект: новый взгляд // *Вопр. психологии.* 1995. №1.

Содержание

ОПИСАНИЕ КУРСА	3
ПРОГРАММА КУРСА.....	5
Раздел I. Предмет, задачи и методы психофизиологии	5
Тема. 1. Предмет и задачи психофизиологии	5
Тема 2. Методы психофизиологии	8
Раздел II. Психофизиология функциональных состояний	16
Тема 3. Психофизиология функциональных состояний	16
Тема 4. Психофизиология сознания	22
Тема 5. Психофизиология бессознательного	29
Тема 6. Психофизиология сна	33
Тема 7. Психофизиология потребностной сферы	44
Тема 8. Психофизиология эмоций	54
Раздел III. Психофизиология познавательной сферы	72
Тема 9. Психофизиология восприятия	72
Тема 10. Психофизиология внимания	87
Тема 11. Психофизиология памяти	97
Тема 12. Психофизиология речевых процессов	104
Тема 13. Психофизиология мыслительной деятельности	116
Тема 14. Психофизиология двигательной активности	126
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	140

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

Методическое пособие

Редактор И.В. Верченко
Компьютерная верстка М.Р. Фазлыевой

Подписано в печать 29.07.10
Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Офсетная печать.
Объем 9 п.л. Заказ 45.
Тираж 100 экз.

Издательство Кыргызско-Российского
Славянского университета
720000, Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, Бишкек, ул. Горького, 2