

Психофизиология.

Учебное пособие по курсу «Психофизиология» для студентов специальности «Психология»

Тезаурус

Высокочастотная асинхронная низкоамплитудная активность – низкоамплитудная полиритмичная запись биоэлектрической активности, частотой свыше 35 Гц, амплитудой до 2-5 мкВ.

Гамма-активность – биоэлектрическая компонента, представляющая собой колебания потенциала с частотой, лежащей в полосе свыше 35 Гц с различными периодами колебаний, распределенными в случайном порядке.

Гамма-волна – одиночное колебание разности потенциалов длительностью от 35 до 20 мс.

Гамма-диапазон частот – колебания потенциала, лежащие в пределах от 35 до 50 Гц.

Гамма-ритм – один из основных ритмов мозга, представляющих собой ритмические колебания потенциала с постоянной частотой, лежащей в пределах свыше 35 Гц.

Генерализация (генерализованное изменение активности) – появление изменений биоэлектрической активности во всех областях одновременно.

Гипервентиляция – регулярное глубокое дыхание в течение нескольких (обычно трех) минут.

Глубинная электроэнцефалограмма – запись биоэлектрической активности мозга, полученная с помощью электродов, погруженных внутрь мозга во время нейрохирургических операций или путем вживления. В тех случаях, когда погружение электрода контролируется стереотаксическими измерениями, запись биоэлектрической активности называется стереотаксической глубинной электроэнцефалограммой.

Депрессия (ритма) – скачкообразное снижение амплитуды, угнетение или полное исчезновение амплитуды доминирующего ритма.

Ресинхронизация – исчезновение регулярного ритма из спектра ЭЭГ с заменой его низкоамплитудной аperiодической высокочастотной активностью.

Диапазон (полоса) частот – участок частотного спектра, ограниченный определенными частотными рамками.

Диффузные изменения активности – несинхронизированные изменения биоэлектрической активности, наблюдаемые во всех областях мозга.

Доминирующий ритм (активность) – ритм или активность, ирридидающая по индексу или амплитуде на протяжении измеряемого отрезка за-

писи ЭЭГ.

Комплекс множественных спайков – последовательность из двух или более спайков.

Комплекс множественные спайки-медленные волны – последовательность двух и более спайков и одной или двух медленных волн.

Комплекс медленный спайк-волна – комплекс, состоящий из медленного спайка и дельта-волны.

Комплекс спайк-волна – комплекс, состоящий из спайка и медленной волны. И множественные, и одиночные спайки могут находиться перед медленными волнами, на вершине медленных волн и после медленных волн; в зависимости от этого они называются спайк-волна, шлемовидная волна, волна-спайк.

Конвексимальная поверхность мозга – поверхность мозга, прилегающая к лобным, теменным, височным и затылочным костям черепа.

Махристая активность – высокочастотная асинхронная низкоамплитудная активность.

Медленная активность – активность, лежащая в полосе тета- и дельта-частот.

Медленный спайк – одиночное колебание потенциала длительностью от 80 до 120 мс.

Монофазная волна – одиночное колебание, экстремум которого превышает соседние компоненты в одну сторону.

Мю-ритм – ритмические колебания потенциала в полосе 7-11 Гц с большой разницей в полупериодах (синонимы: аркообразный ритм, гребешковый ритм – ритмически следующие спайки положительной полярности).

Нерегулярный – термин применяется по отношению к компонентам электроэнцефалограммы, появляющимся непостоянно во время записи.

Полиморфная медленная активность – активность частотой до 8 Гц, состоящая из разно амплитудных нерегулярных колебаний различного периода без доминирования какого-либо ритма.

Полиграфическая запись – одновременная регистрация ряда физиологических процессов, таких, как ЭЭГ, реоэнцефалограмма, ЭКГ, респиратограмма, окулограмма, кровяное давление и т. д.

Полиритмия (полиритмическая активность) – одновременно наличие на ЭЭГ нескольких основных относительно близких по амплитуде ритмов мозга, накладывающихся друг на друга в случайном порядке.

Реакция усвоения ритма – появление в биоэлектрической активности мозга ритмической компоненты, соответствующей частоте ритмического раздражителя (обычно светового).

Ритмическая фотостимуляция (РФС) – функциональная нагрузка прерывистым светом различной частоты световых мельканий при использовании в качестве источника света светильника с длительностью световой вспышки не более 50 мкс (газоразрядная импульсная лампа).

Роландический ритм – выделен Гасто из полосы альфа-ритма по сле-

дующим показателям: локализован в центрально-височных отделах мозга, угнетается при двигательной активности; диагностического значения не имеет.

Сверхмедленные колебания – изменение потенциалов мозга с периодом от 3 с и более.

Сигма-ритм – альфа-подобный высокоамплитудный вариант низкочастотного бета-ритма частотой 16+1 Гц; часто его наблюдают вследствие фармакологического воздействия барбитуратов при поражении диэнцефальных структур мозга во время сна и т. д.

Система "десять-двадцать" (10-20%) – стандартная система установки (размещения) электродов на поверхности головы, которая рекомендована Международной федерацией по электроэнцефалогрфии и клинической нейрофизиологии. Месторасположение электродов определяется следующим образом: линия, соединяющая переносицу и затылочный бугор, делится на 10 отрезков, каждый из которых соответствует 10% общей длины линии, проведенной по конвекситальной поверхности. Первый и последний электроды накладывают на расстоянии, соответствующим 10% общей длины линии от прилегающих анатомических образований. От первого электрода на расстоянии, соответствующем 20% общей длины линии, накладывается 2 электрода и т. д. Таким образом, по линии переносица-затылок (медиальная линия или вертексная линия) накладывают 5 электродов. На линии наружные слуховые проходы – макушечный электрод (центральная линия) в таком же соотношении накладывают по два электрода на каждое полушарие. Линии, параллельные медиальной (вертексной) и проходящей через электроды, наложенные по центральной линии, носят название парасагитальные и височные (право- и лево-). При этом на парасагитальные накладывают по 5 электродов, а на височные – по 3 электрода. Всего в этом случае на конвекситальную поверхность накладывают 21 электрод. Часто используют вариант, при котором 2 электрода с вертексной линии переносят на височную область, то есть уплотняют височную линию, при расположении электродов по системе "Ю-20%" проекция одноименных электродов попадают всегда на соответствующие анатомические области мозга.

Триггерная стимуляция – стимуляция в ритме колебаний потенциалов мозга. Управление ритмом раздражения осуществляется через специальное устройство обратной связи путем подачи на него колебаний потенциала и превращения их в управляющий сигнал для соответствующего

стимулятора. Наиболее распространенным является метод триггерной фотостимуляции (ТФС).

Топограмма – картина пространственного распределения потенциалов по коре головного мозга.

Электрокортизограмма (ЭКоГ) – запись биоэлектрических процессов в условиях прямого отведения с открытой поверхности мозга или с помощью электродов, погруженных внутрь коры.

Электросубкортикограмма (ЭСКОГ) – запись биоэлектрических процессов с помощью электродов, погруженных в глубину мозга.

Эпилептическая активность – активность мозга, характерная для разряда эпилептического очага и являющаяся критерием его наличия независимо от клинических проявлений эпилепсии. К показателям наличия эпилептического очага относят пароксизмы из комплексов спайк-волна, пароксизмы тета-волн, пароксизмы дельта-волн, одиночные или множественные спайки, медленные спайки и т. д.

Темы контрольных работ по психофизиологии

Раздел 1. Общая психофизиология

1. Системная психофизиология.
2. Диссипативная теория И. Пригожина в психофизиологии.
3. Векторная психофизиологии.
4. Психофизиологическая проблема и пути ее решения.
5. Системы биоуправления и биообратной связи в психокоррекции
6. телесных состояний и процессов.

Раздел 2. Сенсорная психофизиология

1. Механизмы нейронного кодирования мозга.
2. Влияние музыки на мозговые процессы.
3. Нейронные системы управления движениями.
4. Интегративная «схема тела».
5. Ноцицепция и «схема тела».

Раздел 3. Психофизиология когнитивных процессов

1. Нейрофизиологические механизмы запоминания информации.
2. Функции лобно-ретикулярной системы и регуляция произвольного внимания.
3. Неосознаваемое восприятие и мозговые процессы.
4. Межполушарная асимметрия мозга и мышление.
5. Межполушарная асимметрия мозга и речь.

Раздел 4. Психофизиология функциональных состояний, эмоций и мотиваций

1. Функциональная организация лимбической системы и лобно-лимбического комплекса.
2. Функциональная организация стрио-паллидарной и стрио-таламо-фронтальной систем мозга.
3. Стресс как функциональное состояние.
4. Стресс и депрессия.
5. Сон как функциональное состояние.

Список литературы

1. Азарашвили А.А. Исследование механизмов памяти с помощью физиологически активных соединений. М.: Наука, 1981.
2. Айрапетянц В.А. Латеральная характеристика школьников Москвы // Леворукость у детей и подростков. М., 1987. С. 21-35.
3. Айрапетянц в.А. Функциональная организация мозга леворуких детей // Леворукость, антропометрия и латеральная адаптация. М., 1985.
4. Александров И.О., Максимова Н.Е. Функциональное значение колебания Р // Психол. журн. 1985. Т. 6, № 3. С. 86-95.
5. Александров Ю.И. Макроструктура деятельности и иерархия функциональных систем // Психол. журн. 1995. Т. 16, № 1. С. 26-29.
6. Александров Ю.И. Психофизиологическое значение активности центральных и периферических нейронов в поведении. М.: Наука, 1989.
7. Александров Ю.И., Греченко Т.Н. Действие этанола на электрическую активность изолированных нейронов виноградной улитки // Журн. высшей нервной деят. 1991. Т. 41, № 2. С. 423-426.
8. Александров Ю.И., Греченко Т.Н., Гаврилов В. В. и др. Закономерности формирования и реализации индивидуального опыта // Журн. высшей нервной деят. 1997. Т. 47, № 2. С. 243-260.
9. Александров Ю.И., Гринченко Ю.В., Лаукка С. и др. Влияние острого введения этанола на активность нейронов моторной области коры кролика в пищедобывательном поведении // Журн. высшей нервной деят. 1991. Т. 41, № 4. С. 806-815.
10. Александров Ю.И., Гринченко Ю.В., Светлаев И.А. Влияние острого введения этанола на реализацию поведения и его нейронное обеспечение // Журн. высшей нервной деят. 1990. Т. 40, № 3. С. 456-465.
11. Ананьев Б.Г. Билатеральное регулирование как механизм поведения // Вопр. психологии. 1963. № 5. С. 81-89.
12. Анохин К.В. Обучение и память в молекулярно-генетической перспективе // Двенадцатые Сеченовские чтения. М.: Диалог; МГУ, 1996. С. 23-65.
13. Анохин П.К. От Декарта до Павлова. М.: Медгиз, 1945.
14. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975.
15. Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978.
16. Аршавский В.В. Межполушарная асимметрия в системе поисковой активности: Автореф. дис. ... докт. психол. наук. Л., 1990.
17. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1966.

18. Бехтерев В.М. Объективная психология. М.: Наука, 1991.
19. Бианки В.Л. Асимметрия мозга животных. Л., 1985.
20. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга. Л., 1989.
21. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофотедтер Л. Мозг, разум и поведением. М., 1988.
22. Бодров В.А., Доброхотова Т.А., Федорчук А.Г. Функциональная асимметрия парных органов и профессиональная эффективность летчиков // Физиология человека. 1990. Т. 16, № 6. С. 142-148.
23. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М., 1988.
24. Греченко Т.Н. Нейрофизиологические исследования памяти. М.: Наука, 1979.
25. Греченко Т.Н., Соколов Е.Н. Нейрофизиология памяти и обучения: Руководство по физиологии (Механизмы памяти). Л.: Наука, 1986. С. 132-172.
26. Греченко Т.Н., Хлудова Л.К. Нейрофизиологический анализ паттерна ответа на прямое электрическое раздражение нейронов ЛПаЗ и ППаЗ виноградной улитки // Журн. высшей нервной деят. 1990. Т. 40, № 3. С. 597-599.
27. Грюссер П., Зелке А., Цинда Т. Функциональная асимметрия мозга и ее значение для искусства, эстетического восприятия и художественного творчества // Красота и мозг: Биолог, аспекты эстетики. М., 1995. С. 265-299.
28. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М.: МГУ, 1992.
29. Деглин В.Л. Функциональная асимметрия мозга и гетерогенность мышления, или Как решаются силлогизмы с ложными посылками в условиях преходящего угнетения одного полушария / Нейропсихология сегодня. М., 1995. С. 28-38.
30. Ермаков П.Н. Психомоторная активность и функциональная асимметрия мозга. Ростов н / Д, 1988.
31. Зенков Л.П., Попов Л.Г. Специализация полушарий по типу организации памяти // Асимметрия мозга и памяти. Пущино, 1987. С. 22-30.
32. Красота и мозг: Биолог, аспекты эстетики / Под ред. И. Ренчлера, Б. Херцбергер, Д. Эпстайна. М., 1995.
33. Максимова Н.Е., Александров И.О. Типология медленных потенциалов мозга, нейрональная активность и динамика системной организации поведения // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 44-72.
34. Матова М.А. Леволатеральность сенсомоторных функций и познавательные способности подростков // Леворукость у детей и подростков. Ростов н / Д, 1987. С. 51-54.
35. Матурана У. Биология познания // Язык и интеллект. М.: Прогресс, 1996. С. 95-142.

36. Нейроны в поведении: Системные аспекты. М.: Наука, 1986.
37. Нейропсихология сегодня. М., 1995.
38. Радил Т. Гносеологические аспекты парапсихологии // Методологические аспекты изучения деятельности мозга. М., 1986. С. 59-66.
39. Рибо Т. Психология чувств. СПб.: Изд-во Павленкова, 1898.
40. Семенович А.В. Межполушарная организация психических процессов у левшей. М., 1991.
41. Сергиенко Е.А. Антиципация в раннем онтогенезе человека. М., 1992.
42. Системные аспекты нейрофизиологии поведения. М.: Наука, 1979.
43. Системный подход к психофизиологической проблеме. М.: Наука, 1982.
44. Соколов Е.Н. Механизмы памяти. М.: МГУ, 1969.
45. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. М.: Наука, 1981.
46. Соколов Е.Н. Пейсмекерный потенциал в нейронной организации // Системный анализ интегративной деятельности нейрона. М.: Наука, 1974. С. 41- 52.
47. Соколов Е.Н. Принцип векторного кодирования в психофизиологии // Вестник Моск. ун-та. Сер. Психология. 1995. № 4. С. 3-13.
48. Соколова Л. В. Развитие учения о мозге и поведении. СПб., 1995.
49. Спрингер С, Дейч Г. Левый мозг, правый мозг: Асимметрия мозга. М., 1983.
50. Судаков К.В. Теория функциональных систем. М.: Изд-во РАН, 1996.
51. Функциональные системы организма. М.: Медицина, 1987.
52. Хлудова Л.К., Греченко Т.Н. Проблемы нейроэкологии: действие солей тяжелых металлов // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1994. № 1. С. 28-36.
53. Хомская Е.Д. Нейропсихология. М., 1987.
54. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М.: Мир, 1990.
55. Чернаенко Т.К., Блинов Б.В. Прогнозирование особенностей психического склада руководителя на основе выраженности функциональных асимметрий // Психол. журн. 1988. Т. 9, № 4. С. 76-82.
56. Швырков В. Б. Нейрофизиологическое изучение системных механизмов поведения. М.: Наука, 1978.
57. Швырков В.Б. Введение в объективную психологию: Нейрональные основы психики. М.: ИП РАН, 1995.
58. Швырков В.Б. Основные этапы развития системно-эволюционного подхода в психофизиологии // Психол. журн. 1993. Т. 14, № 3. С. 15-27.
59. ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. М.: Наука, 1987.
60. Ярвилехто Т. Мозг и психика. М.: Прогресс, 1992.
61. Ярошевский М.Г. Наука о поведении: русский путь. М.: Воронеж: Изд-во «Ин-т практ. психологии», 1996.

Модуль 1

1.1. Строение и функции нейронов

Нейроны являются базовыми структурными элементами нервной системы. По данным Д. Пауэлла, нервная система человека состоит приблизительно из 30 миллиардов нейронов. Количество нейронов само по себе не определяет уровень сложности нервной системы.

Основной структурной единицей нервной ткани является нервная клетка, или нейрон, – специализированная клетка удлинённой формы (длиной от нескольких микрон до нескольких метров, чья повышенная реактивность и проводимость позволяет ей распространять, или проводить, электрический импульс вдоль своей протяжённой части, а также химическим путем возбуждать соседние нейроны, которые передают возбуждение дальше в точках специализированных переходов, называемые синапсами. МС состоит из миллиардов нейронов, которые связывают между собой все части организма, контролируя и регулируя его работу. Нейроны-рецепторы, подобно ветвям дерева, ведут внутрь, к более крупным ответвлениям, а от них к большим стволам, называемым нервами, которые входят в ЦНС и направляются вверх к головному мозгу, образуя восходящие пути. Нейроны-эффекторы дают начало нисходящим путям, которые выходят из ЦНС в виде многократно разветвляющихся нервов, чье назначение – регулировать работу всех мышечных тканей и, следовательно, деятельность всего организма.

Нейрон представляет собой клетку, состоящую из трех основных частей: тела, дендритов и аксона. Тело клетки имеет шарообразную форму и содержит все структурные элементы любой соматической клетки: ядро с ядрышком, митохондрии, лизосомы и т.д. От тела нейрона отходит основной отросток цилиндрической формы – аксон. Основная функция аксона – передача электрического импульса. Аксон покрыт жировой оболочкой, которая препятствует утечке импульса. Кроме аксона от тела нейрона отходит множество коротких отростков – дендритов, которые служат для приема информации. Длина аксона колеблется в пределах от долей миллиметра до метра и более, длина дендритов не превышает миллиметра. Аксон заканчивается разветвлением более мелких терминальных волокон, образующих так называемые синаптические, или концевые бляшки. Концевые бляшки обеспечивают функциональный контакт с другими нейронами, а место осуществления этого функционального контакта наз. синапсом. Синапс представляет собой узкую щель, и передача нервного импульса через синапс почти всегда происходит химическим путем, с помощью веществ, называемых нейро-трансммитерами, которые вырабатываются в клеточном теле.

Нервный импульс

В нервных клетках и вокруг них находятся электрически заряженные молекулы, называемые *ионами*. Некоторые ионы имеют положительный

заряд, другие – отрицательный. Кроме того, различное количество «плюсов» и «минусов» можно обнаружить внутри нервных клеток и вне их. В результате внутренняя часть человеческих нейронов имеет электрический заряд около -70 мВ относительно внешней части клетки.

Электрический заряд нейрона, находящегося в покое, называют **потенциалом покоя**. Сигналы, поступающие от других нейронов, изменяют потенциал покоя. Если он меняется в достаточной степени, клетка достигает порога (возбудимости), или пусковой (триггерной) точки, обеспечивающей срабатывание. Для человеческих нейронов порог составляет примерно -50 мВ. Когда нейрон достигает -50 мВ, по аксону распространяется **потенциал действия**, или нервный импульс, со скоростью более 300 км/ч. В человеческом мозге срабатывают миллионы подобных потенциалов действия. Такая скорость может показаться очень большой, но при этом для реакции все же требуется доля секунды.

Мембрана аксона пронизана ионными каналами. В норме эти каналы закрывают молекулы, выполняющие роль определенного вида «ворот» или «дверей». При возникновении потенциала действия ворота раскрываются. Это позволяет ионам натрия (Na^+) проникать внутрь аксона. Сначала открываются каналы возле сомы. Затем, по мере продвижения потенциала действия, одни за другими открываются каналы по всей длине аксона.

Каждый потенциал действия – это **событие типа «все или ничего»** (импульс или распространяется в полной мере, или вообще не имеет места). Закон «все или ничего» был впервые продемонстрирован в 1871 г. американским физиологом Генри П. Боудичем при исследовании сердечной мышцы. В 1902 г. английский физиолог Ф. Готч обнаружил эффект «все или ничего» при передаче сигналов по нервам, однако этот эффект был надежно установлен только в исследованиях Эдгара Дугласа Эдриана. В 1932 г. за эту работу Эдриану была присуждена Нобелевская премия по физиологии. В действительности, работе Эдриана предшествовала целая серия исследований, проведенных К. Лукасом. Именно Лукас дал название этому закону в своей статье «Сокращение волокна скелетной мышцы амфибии по принципу "все или ничего"» Закон «все или ничего» относится к потенциалу действия, характеризуя особенности передачи нервного импульса по аксону.

Согласно этому закону, величина, форма и скорость распространения потенциала действия не зависят от силы раздражителя, который его инициирует. Можно сказать, что для нейрона не имеет значения, будет ли вызывающий потенциал действия раздражитель очень слабым (например, легкое касание кожи) или очень сильным (например, глубокий укус). Пока раздражитель достаточно силен для того, чтобы инициировать потенциал действия, сигнал передается от одного конца аксона до другого без затухания (т.е. без ущерба для величины, формы или скорости импульса).

«Потенциалы действия нейрона аналогичны сигналам, производимым телеграфным ключом; нейрон не может посылать более мощных или бы-

стрее распространяющихся потенциалов действия, как и телеграфист не может посылать более мощных или быстрее распространяющихся сигналов, нажимая на ключ. Что нейрон действительно может, так это посылать больше сигналов за единицу времени, кодируя таким образом силу раздражителя. Так, мягкое касание кожи, возможно, вызвало бы разряд из 10 импульсов в секунду, тогда как укус мог бы вызвать у того же нейрона разряд из 200 импульсов в секунду».

Подобно большинству «законов» НС, закон «все или ничего» имеет исключения. Некоторые нейроны могут генерировать серии последовательно уменьшающихся потенциалов действия, нарушая тем самым этот закон.

Когда нервный импульс берет старт возле сомы, волна активности (потенциал действия) движется дальше по аксону.

После каждого нервного импульса потенциал клетки быстро падает ниже уровня покоя, и способность к разряду снижается. Это негативный послепотенциал имеет место, потому что ионы калия (K^+) вытекают из нейрона, когда мембранные каналы открыты.

После нервного импульса ионы втекают в аксон и вытекают из него, перезаряжая его для новых действий.

Нервный импульс имеет в основном электрическую природу. Именно поэтому электрическая стимуляция головного мозга влияет на поведение.

В отличие от нервного импульса коммуникация между нейронами имеет химическую природу. Когда нервный импульс достигает окончания терминала аксона, в синаптическую щель выделяются нейротрансмиттеры.

Химическая природа синаптической передачи была наглядно доказана О. Леви. Леви раздражал блуждающий нерв одного изолированного сердца лягушки, что, естественно, вызывало снижение частоты сердечных сокращений, а затем переносил жидкость из этого сердца в другое, тоже изолированное, но не подвергавшееся электрической стимуляции: частота сокращений второго сердца падала так же, как если бы оно само подвергалось раздражению. Стимуляция нерва первого сердца привела к высвобождению химического вещества в синапсе между нервом и сердцем, и именно это вещество передавало сообщение сердцу биться медленнее. Поскольку Леви раздражал блуждающий нерв, он назвал это неизвестное вещество *Vagusstoff*. Сейчас оно имеет название ацетилхолин (*ACh*).

Когда нейрон, такой как *ACh*, проникает через синапс, он вступает в контакт с рецепторными нервными окончаниями другого нейрона. Этот нейрон называется постсинаптическим, с рецепторными окончаниями, находящимися, в основном, на его дендритах и теле. Вещество-передатчик (т.е. медиатор) вызывает либо деполяризацию (возбуждение) нейрона, либо гиперполяризацию (торможение).

Будет ли постсинаптический нейрон генерировать потенциал действия (т.е. передавать сообщение дальше), зависит от суммации воздействий на него со стороны пресинаптических нейронов. Каждый нейрон может иметь сотни синапсов, и через одни к нему могут приходиться возбуждающие сиг-

налы, а через другие – тормозящие. Нейрон суммирует все эти воздействия и, в зависимости от результата, либо генерирует потенциал действия, либо нет.

В любой момент времени нейрон может получать сотни или тысячи сигналов. Если несколько «возбуждающих» сигналов придут почти одновременно, нейрон сработает – но только если он не был *отдален* от пусковой точки, получив также «тормозящие» сигналы. Таким образом, сигналы *объединяются*, перед тем, как нейрон «решает» запустить свой потенциал действия типа «все или ничего».

Если бы нейротрансмиттер оставался в синапсе на какое-то время, это уменьшило бы число сообщений, которые могли быть переданы от одного нейрона к другому. Поэтому, почти сразу после высвобождения, вещество-передатчик инактивируется. В нервной системе наиболее распространенным способом инактивации является быстрое возвращение нейрона в аксонное окончание пресинаптического нейрона (так возникает обратный захват). Другой способ инактивации характерен только для *ACh* и называется ферментативным расщеплением. В этом случае ацетилхолинэстераза (*AChE*) расщепляет молекулу *ACh* на две части, ни одна из которых не обладает активностью целой молекулы.

Ацетилхолин, вероятно, является наиболее известным нейротрансмиттером. Ацетилхолин обнаружен в головном и спинном мозге, и именно он передает сообщения по двигательным нервным волокнам к скелетной мускулатуре. Так, исследования головного мозга людей, при жизни страдавших болезнью Альцгеймера и умерших от данного заболевания, выявили весьма значительное уменьшение содержания *ACh*, особенно в тех зонах, которые считаются связанными с памятью.

Нейротрансмиттеры изменяют активность других нейронов.

Большинство нейронов могут высвобождать 2-3 медиатора, а некоторые – даже 5-6.

Открытие двух типов медиаторов: быстродействующих (ацетилхолин, глутамат) (мс) и медленных (от десятков секунд до часов).

Молекулы-трансммиттеры пересекают синаптическую щель и достигают особых рецепторных участков.

Рецепторные участки – это крошечные зоны на клеточной мембране, чувствительные к нейротрансмиттерам. Эти участки представлены в больших количествах на соеме и дендритах, а также в мышцах и железах. Мышцы и железы также имеют рецепторные участки.

Ионы кальция транспортируют везикулы с медиатором к пресинаптической мембране. Возбуждение нейрона зависит от содержания ионов кальция во внешней среде. Ионы кальция запускают цепочку химических реакций внутри пресинаптической клетки, которые изменяют проводимость сигнала к постсинаптическому нейрону. Тем самым ионы кальция являются необходимым условием для генерации ПД.

Наличие ионов кальция во внешней среде является необходимым усло-

вие для работы нейрона.

Открытие медленных медиаторов (катехоламинов: НА, ДА, серотонин) предопределило последующие открытия модуляторных нейронов. Благодаря им функционирует модулирующая система мозга.

Нейротрансмиттеры делятся на 3 большие группы: биогенные амины, аминокислоты и пептиды. *ACh* – пример биогенного амина. В число других важных биогенных аминов входят дофамин, норэпинефрин и серотонин. Обмен дофамина нарушается при двух заболеваниях головного мозга – при шизофрении и при болезни Паркинсона. В случае болезни Паркинсона происходит гибель клеток в области мозга, называемой *substantia nigra* (черное вещество). Так как клетки этой области синтезируют дофамин и отправляют его к части мозга, управляющей двигательной активностью, у больного развиваются такие характерные симптомы, как «тремор покоя» и бедность движений. Заместительная терапия – лекарства, увеличивающие содержание дофамина в головном мозге, могут помочь на некоторое время, но болезнь продолжает прогрессировать. Одно из главных лекарственных средств при этой болезни – L-дофамин.

Норэпинефрин (называемый также норадреналином) – вещество-передатчик в мионевральных соединениях симпатической нервной системы; кроме того, он выявлен во многих отделах мозга. Считается, что пониженное содержание норадреналина и / или серотонина ведет к депрессии. Лекарственные средства, применяемые при лечении депрессий, увеличивают содержание норэпинефрина, серотонина или обоих медиаторов.

Так как аксон обычно представляет собой сравнительно длинный отросток, тянущийся далеко от тела клетки и служащий той линией связи, по которой сигналы от данной клетки могут передаваться на большие расстояния в другие части мозга и остальной нервной системы. Чтобы переносить информацию от начала к концу аксона, большинство нейронов генерируют потенциалы действия (или спайки).

Аксон нейрона прорастает в ту сторону, откуда идет больше фактора роста. Если контакт не найден, то нейрон гибнет по закону апоптоза. Функция определяет контакты и доминирование той или иной сети.

Нейропептиды не передают сигналы непосредственно. Они регулируют активность других нейронов. В ходе этого они воздействуют на память, эмоции, настроение, сексуальное поведение, чувство боли, удовольствия, голода и другие базовые процессы. Сигналы к действию передаются нейротрансмиттерами. В то же самое время боль может заставить головной мозг выделять **энкефалины**. Эти напоминающие опиум нервные регуляторы снимают боль и стресс. Родственные химические вещества, называемые **эндорфинами**, выделяются гипофизом. Сообщая эти вещества-регуляторы уменьшают боль, чтобы она не была слишком мучительной.

Подобные открытия помогают объяснить болеутоляющий эффект плацебо (не содержащие медикаментов таблетки или инъекции), повышающий уровень эндорфина. Высвобождение эндорфинов, вероятно, также

лежит в основе «кайфа», испытываемого бегунами, мазохизма, акупунктуры и эйфории, иногда имеющей место во время родов, обрядов инициации или поедании острого красного перца. Во всех этих случаях боль и стресс приводят к высвобождению эндорфинов, которые, в свою очередь, вызывают чувство удовольствия или эйфории, аналогичное «кайфу» от морфина.

Основа формирования ассоциаций – связь корковых центров условного и безусловного раздражителя (по Павлову) и связь корковых центров безусловных раздражителей (по Асратяну). Эти два условных рефлекса можно связать в ассоциацию.

Гипотеза о роли реверберации импульсов в замкнутой нейронной сети как основа пластических изменений синапсов, обуславливающих формирование ассоциаций, принадлежит Фессару.

Гипотеза точечного замыкания условного рефлекса Анохина – условный рефлекс рассматривается как модель памяти.

Синапсы способны изменять проводимость сигнала от нейрона к нейрону, что лежит в основе научения. Есть активные синапсы, есть не активные, но которые могут стать активными. Это свойство получило название **пластичности**.

Мозг ежедневно теряет свои клетки, в нем одновременно растут новые нейроны, сменяющие утраченные. Этот процесс носит название **нейрогенеза** – производства нервных клеток. Ежедневно тысячи новых клеток зарождаются в глубинах мозга, передвигаются к поверхности, связываются с другими нейронами и становятся частью контуров мозга. Они ответственны за процесс научения, память и нашу способность адаптироваться к изменяющимся внешним условиям. Они способны компенсировать ущерб при повреждении различных участков мозга, поэтому нервные клетки способны к восстановлению.

Исследователи пришли к выводу, что мозг способен к генерации новых нейронов – нейрогенезу. Нейрогенез стимулируется появлением новой функции, для которой нужны дополнительные нейроны.

Существует **несколько дискретных зон нейрогенеза** во взрослом организме:

субвентрикулярная зона (в стенках литеральных желудочков), в которой клетки делятся и оттуда новые клетки мигрируют к новой коре и обонятельной луковице;

субгранулярная зона (в одном слое зубчатой извилины гиппокампа) откуда клетки мигрируют на небольшое расстояние в гиппокамп;

локальные зоны коры – височная кора и префронтальная кора.

Процессы памяти стимулируют нейрогенез, каждый раз, когда человек старается что-то запомнить, он стимулирует рождение новых нейронов.

Нейрогенез наиболее интенсивно представлен в гиппокампе, именно он реагирует на новизну и сравнивает полученное с уже имеющимся. Клетки, которые появились в гиппокампе идут именно в гиппокам.

Появление новых нейронов у взрослого организма возникает как компенсаторная на травму, ишемию мозга, возникновение судорожной электрической активности.

Нейрогенез стимулируется:

- 1) **активностью организма** (обогащённая среда, физическая нагрузка, интенсивные социальные контакты);
- 2) **обучение** (приобретение знания, выработка навыков, умений);
- 3) **появление новой потребности.**

Нейрогенез идёт в несколько этапов:

- 1) **пролиферация** стволовой клетки (деление клетки, иногда происходит вторичное деление дочерних клеток);
- 2) **миграция** её дочерних клеток к своим структурным мишеням (хорошо изучен путь к обонятельной луковице, так как именно там быстрее всего нейроны заменяются);
- 3) **дифференциация** – превращение стволовой клетки в специализированную (нейрон или глия).

Не все стволовые клетки способны к делению, деление есть вертикальное (одна остаётся запасной, а вторая дифференцируется в другую) и горизонтальное (две одинаковые клетки). Клетка после деления не имеет отростков, только тело. Дифференциация может проходить уже во время миграции, чем ближе к целевой зоне, тем больше специализируется нейрон. Миграция может происходить во все области коры, например, в случае травмы и необходимости замещения погибших нейронов. Новые нейроны встраиваются в повреждённую зону, приобретают характеристики окружающих нейронов. То есть полную специализацию нейрон приобретает на месте. Сам факт встраивания и специализации многократно доказан. Для движения существует несколько ориентиров в мозге. Для движения необходимы сигналы из среды и рецепторы на клетке, которые примут сигналы. В одних случаях движение нейрона идёт по глиии, в других растёт аксон, есть ещё генетическая программа, которая заставляет замечать маркеры и после них совершать определённые действия.

Химическое вещество, известное как BrdU попадая в мозг, на стадии пролиферации – деления клеток, соединяется с ДНК клеток. Соединяется с новорожденной дочерней клеткой, которая получает таким образом метку.

Процесс дифференциации новых клеток включает экспрессию генов, последовательно захватывающей различные участки ДНК.

Путь миграции прослеживают с помощью подсчёта клеток, отмеченных тем или иным маркером.

Нейрогенез в обонятельной луковице – дочерние клетки идут по пути в обонятельные луковицы, за процесс миграции стволовых клеток ответственен определённый ген. Феномен потери обоняния возникает на уровне генома, ответственного за миграцию нейробластов по ростральному пути в обе обонятельные луковицы приводит к тому, что клетки сталкиваются друг с другом, а животное теряет обоняние.

Зоны нейрогенеза различаются интенсивностью и скоростью процесса.

Не все нейроны, которые встроились в структуру выживают. Выживание зависит от того, насколько активно они начинают использоваться. Есть фаза роста, фаза сохранения и фаза гибели новорожденных нейронов.

Депрессия и стресс уменьшают объём гиппокампа и количество новых нейронов.

Антидепрессанты увеличивают число новых нейронов в гиппокампе.

Если заблокировать нейрогенез, то антидепрессанты перестают ослаблять депрессию.

Стресс нарушает нейрогенез в гиппокампе, что проявляется на поведенческом уровне в ухудшении результатов обучения:

- влияние пренатального стресса

- стресс, связанный с длительным формированием трудного навыка (нахождение платформы под водой).

Результаты показали, что, несмотря на обучение, нейрогенез ухудшен.

Нейрогенез нарушается так же наркотиками и алкоголем (снижение когнитивных способностей и памяти). Алкоголь не влияет на нейрогенез обонятельной луковицы, но очень сильно снижает нейрогенез гиппокампа. Эффект употребления алкоголя нарастает со временем. Так же под влиянием алкоголя резко снижается выживаемость новорожденных нейронов. Растёт число повреждённых клеток, происходит разрушение ядер.

Апoptоз – генетически запрограммированная смерть клетки. Новорожденные нейроны погибают. Чтобы клетка выжила, она должна получить много связей с окружающими клетками. Нужны сильные синапсы, сила определяется тем, насколько сильный сигнал посылает клетка другому нейрону, а соответственно и получает ответ в виде нейротропического фактора, который действует и на ядро клетки. Если этого нет, то клетка гибнет – дефицит нейротропического фактора вызывает запуск генома смерти – апoptоза. Это система утилизации неиспользуемых нейронов.

Существует сходство нейрогенеза во взрослом организме с созреванием нейронов в онтогенезе.

Белки синтезируются за счет активности генов в составе ДНК, содержащейся в ядре клетки – в *геноме* организма. Синтез белка посредством считывания информации с гена в виде молекулы матричной РНК (*мРНК*) и ее *трансляции* в белковую молекулу называется *экспрессией* гена.

Продукты многих мозгоспецифических генов подвержены *альтернативному сплайсингу* – экспрессия гена в разных клетках может давать различные белки за счет использования разной комбинации функциональных блоков одного и того же гена.

Приблизительно 50% из реестра генетических заболеваний человека содержат те или иные симптомы нарушений функций нервной системы. Таким образом, и у человека как минимум каждый второй ген связан с обеспечением той или иной функции нервной системы.

Пейсмекер

Один из удивительных видов электрической активности нейронов, регистрируемой внутриклеточным микроэлектродом, – это пейсмекерные потенциалы. А. Арванитаки и И. Халазонитис [Arvanitaki, Chalazonitis, 1955] впервые описали осциллирующие потенциалы нервной клетки, не связанные с поступлением к ней синаптических влияний. Эти колебания в ряде случаев могут приобретать такой размах, что превышают критический уровень потенциала, необходимый для активации механизма электрической возбудимости. Наличие в соме клетки таких волн мембранного потенциала было обнаружено на нейронах моллюсков. Они были расценены как проявление спонтанной, или ауторитмической, активности, имеющей эндогенное происхождение [Alving, 1968].

Пейсмекерными потенциалами в собственном смысле этого слова называют близкие к синусоидальным колебания частотой 0,1-10 Гц и амплитудой 5-10 мВ. Именно эта категория эндогенных потенциалов, связанных с активным транспортом ионов, образует механизм внутреннего генератора нейрона, обеспечивающего периодическое достижение порога генерации пейсмекерного потенциала в отсутствие внешнего источника возбуждения. В самом общем виде нейрон состоит из электровозбудимой мембраны, химически возбудимой мембраны и локуса генерации пейсмекерной активности. Именно пейсмекерный потенциал, взаимодействующий с хемовозбудимой и электровозбудимой мембраной, делает нейрон устройством со «встроенным» управляемым генератором [Bullock, 1984].

Если локальный потенциал является частным случаем механизма генерации ПД, то пейсмекерный потенциал принадлежит к особому классу потенциалов – электрогенному эффекту активного транспорта ионов. Особенности ионных механизмов электрической возбудимости соматической мембраны лежат в основе важных свойств нервной клетки, в первую очередь ее способности генерировать ритмические разряды нервных импульсов. Электрогенный эффект активного транспорта возникает в результате несбалансированного переноса ионов в разных направлениях. Широко известен гиперполяризационный постоянный потенциал как результат активного вывода ионов натрия, суммирующийся потенциалом Нернста [Ходоров, 1974]. Дополнительное включение активного насоса ионов натрия создает фазические медленные волны гиперполяризации (негативные отклонения от уровня мембранного потенциала покоя), обычно возникающие вслед за высокочастотной группой ПД, которая приводит к избыточному накоплению натрия в нейроне.

Пейсмекерный механизм, являясь эндогенным по происхождению, может активироваться и инактивироваться на длительное время в результате афферентных воздействий на нейрон. Пластические реакции нейрона могут обеспечиваться изменениями эффективности синаптической передачи и возбудимости пейсмекерного механизма (Соколов, Тавкхелидзе, 1975).

Пейсмекерный потенциал является компактным способом передачи внутринейронной генетической информации. Приводя к генерации ПД, он обеспечивает возможность выхода эндогенных сигналов на другие нейроны, в том числе и эффекторные, обеспечивающие реакцию [Bullock, 1984]. Тот факт, что генетическая программа включает звено управления пейсмекерным потенциалом, позволяет нейрону реализовывать последовательность своих генетических программ. Наконец, пейсмекерный потенциал в той или иной степени может подвергаться синаптическим влияниям. Этот путь позволяет интегрировать генетические программы с текущей активностью, обеспечивая гибкое управление последовательными программами. Пластические изменения пейсмекерного потенциала еще больше расширяют возможность приспособления наследственно фиксированных форм к потребностям организма. Пластические изменения развиваются в этом случае не в геноме, а на пути выхода наследственной программы на реализацию (на уровне генерации ПД).

Негативный после-потенциал – падение электрического заряда ниже уровня потенциала покоя.

Синапс – микроскопическое пространство между двумя нейронами, через которое передаются сигналы.

Нейротрансмиттер – любое химическое вещество, выделяемое нейроном, которое изменяет активность других нейронов.

Рецепторные участки – зоны на поверхности нейронов и других клеток, чувствительные к нейротрансмиттерам или гормонам.

Ацетилхолин – нейротрансмиттер, выделяемый нейронами для активации мышц.

Нейропептиды – химические вещества в головном мозге, регулирующие активность нейронов.

Энкефалины – напоминающие опиум химические вещества головного мозга, регулирующие реакции на боль и стресс.

Эндорфины – вещества, подобные по структуре и обезболивающему эффекту опиатам, таким как морфий.

Пейсмекер – это водитель ритма.

1.2. Психика и нервная система. Структура нервной системы

Центральная нервная система

Центральная нервная система (ЦНС) – это та часть нервной системы, которая находится внутри черепа и позвоночного столба, получает нервные импульсы от расположенных по всему телу сенсорных рецепторов, регулирует происходящие в организме процессы, организует и направляет поведение. Анатомически ЦНС состоит из головного и спинного мозга, «плавающих» внутри полости черепа и позвоночного канала в вязкой среде, называемой спинномозговой жидкостью, или ликвором. Ликвор заполняет полости головного и спинного мозга и служит в качестве защитной

подушки, предохраняющей их от повреждений. Ткань ЦНС, кроме того, защищена тремя оболочками, называемых мозговыми. Наружная и самая прочная, твердая мозговая оболочка прикреплена к внутренней поверхности черепа и позвоночного канала и, наподобие кожуха, окружает довольно тонкую мембрану из эластичной волокнистой ткани – паутинную оболочку, внутри которой циркулирует ликвор. Мягкая мозговая оболочка, являясь внутренней, плотно соединена с поверхностью головного и спинного мозга.

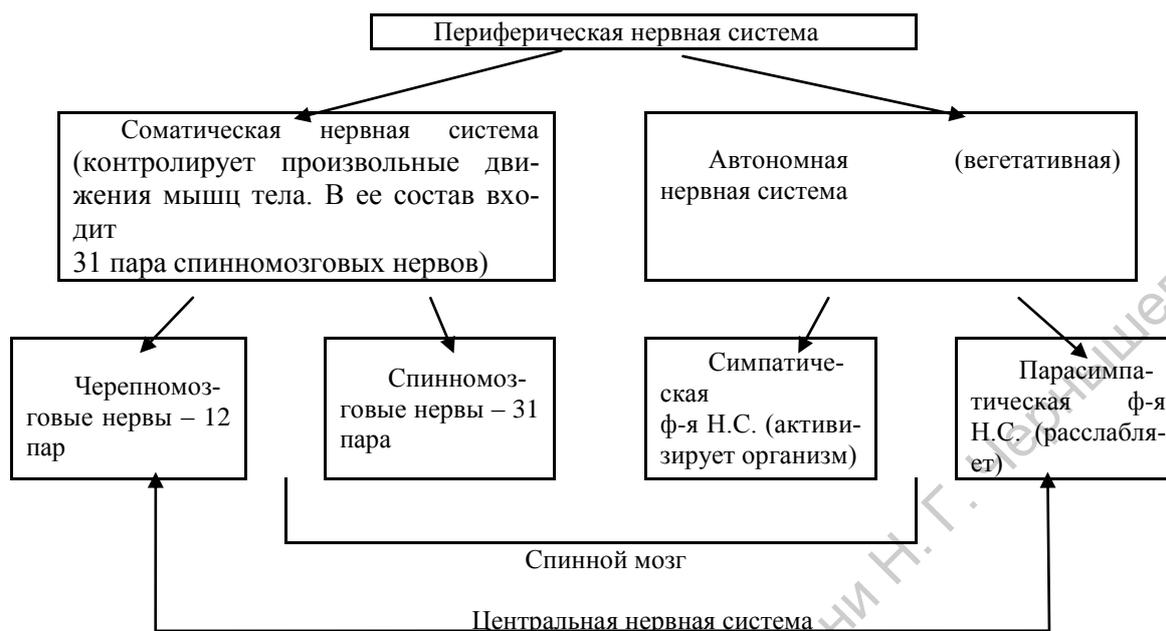
Двенадцать билатеральных пар черепных нервов выходят непосредственно из ствола головного мозга. От спинного мозга отходит 31 билатеральная пара спинномозговых нервов, которые выходят из ЦНС через отверстия между соседними позвонками. Каждый спинномозговой нерв состоит из входящих (рецепторных) и выходящих (эффektorных) волокон, но в месте соединения со спинным мозгом разделяется на задние (сенсорные) и передние (моторные) корешки.

Таким образом, спинной мозг является общей шинной структурой для восходящих и нисходящих нервных путей, но свойством ЦНС является связность. Поэтому мы находим здесь третий тип нейронов – вставочные нейроны. Они соединяют эффektorные и рецепторные нейроны и за счет разветвления своих окончаний могут образовывать синапсы на каждом из своих концов с сотнями других нейронов. Функциональной единицей нервной системы является рефлeкторная дуга, которая связывает нейроны – рецепторы и эффektorы – таким образом, что раздражитель рецептора, способный вызвать в нем нервный разряд, автоматически инициирует разряд в нейроне-эффекторе, который вызывает определенную реакцию какой-либо мышцы или железы. В спинном мозге находятся рефлeкторные центры мускулатуры туловища, конечностей и шеи. Рефлeкторный центр дыхания локализован в основном в стволовой части головного мозга, прилегающей к спинному мозгу. Гомеостатические реакции зависят от рефлeксов еще более высокого уровня, центры которых находятся в гипоталамусе, который может вызывать определенные мотивационные состояния, такие как чувство голода и жажды. Предполагают, что посредством постепенно усложняющихся рефлeксов (некоторые из них являются врожденными, но большинство приобретается путем научения) осуществляются все функции ЦНС, включая высшие психические функции, локализованные в структурах головного мозга. Принцип симметрии – еще один принцип организации ЦНС.

Значительную часть ЦНС составляет белое вещество, представляющее собой заключенные в оболочку отростки или продолжения нервных клеток, короче говоря – нервные волокна, пучки которых служат признаком проводящих путей (трактов). Тела нервных клеток не покрыты оболочкой и предстают в виде серого вещества, скопления которого указывают на центры активности, называемые ядрами.

Традиционно нервную систему разделяют на несколько отделов (струк-

тура нервной системы схематически представлены ниже).



Вегетативная нервная система

Парасимпатическая нервная система – один из отделов автономной нервной системы; др. ее отдел – симпатическая нервная система. Парасимпатическая нервная система состоит из нейронов, клеточные тела которых расположены в стволе мозга и в крестцовых сегментах спинного мозга. Эти нейроны относятся к типу преганглионарных нейронов, так как все имеют синапсы в ганглиях, находящихся или внутри, или около иннервируемого органа. Постганглионарные волокна которых иннервируют сердце и внутренние органы грудной и брюшной полостей, тогда как нейроны крестцового отдела иннервируют гениталии и органы полости таза. Роль постганглионарного синаптического медиатора в парасимпатической нервной системе выполняет ацетилхолин.

В функционировании автономной нервной системы парасимпатическая нервная система доминирует в периоды отдыха или релаксации. Восстановление запасов энергии и замедление метаболизма, которые имеют место во время доминирующей активности парасимпатической нервной системы называется анаболизмом. В течение такого периода понижаются функции сердечно-сосудистой системы; снижается частота сердечных сокращений и уменьшается ударный объем (количество крови, выталкиваемое сердцем за одно сокращение). Кровоток по периферии в это время минимален, но кровоток в желудочно-кишечном тракте и других органах брюшной полости усилен. Эти реакции во многом противоположны тем, которые наблюдаются во время преобладания активности симпатической нервной системы.

Симпатическая нервная система – один из двух отделов автономной

нервной системы. Анатомически симпатический отдел состоит из тех нейронов, которые берут начало в тораколумбальных сегментах спинного мозга и направляются к ганглиям – скоплениям клеточных тел и синапсов, – расположенным вдоль позвоночника, но вне спинного мозга. Для каждого спинального сегмента, от I грудного до III поясничного, есть соответствующий ганглий. Эти спинальные ганглии соединяются между собой волокнами нейронов и образуют цепочки ганглиев по обе стороны от позвоночного столба.

Эфферентные волокна покидают эти цепочки и направляются к иннервируемым ими гладким мышцам и железам кожи и внутренних органов. Клеточные тела нейронов, иннервирующих поверхностные структуры (кожные и подкожные кровеносные сосуды, потовые железы и пиломоторные мышцы), находятся в спинальных ганглиях, а их аксоны направляются непосредственно к иннервируемым органам, и потому такие нейроны называются постганглионарными. Другие волокна, иннервирующие гладкую мускулатуру и железы брюшной полости и тазовой области, являются преганглионарными, так как проходят через цепочку ганглиев, не образуя синапсов. В симпатическом отделе химическим медиатором между постганглионарными нейронами и эффекторами является норадреналин, за исключением потовых желез, где эту роль выполняет ацетилхолин.

Симпатическая нервная система всегда активна, но особенно – в критических ситуациях. Реакции симпатической нервной системы являются относительно диффузными и продолжительными. Все эти изменения обеспечивают дополнительное снабжение кислородом, необходимым для метаболизма повышенного количества углеводов, поступающих к мышцам. Функции симпатической нервной системы иногда называют катаболическими, потому что они ведут к истощению запасов организма и далее – к быстрому увеличению метаболизма.

Три основных отдела головного мозга: передний, средний и задний мозг

Первый из трех основных отделов головного мозга является наибольшим и самым продуктивным в отношении дальнейшей дифференцировки; он называется проэнцефалом, или передним мозгом, и состоит из двух подотделов: телэнцефалона (конечного мозга) и диэнцефалона (промежуточного мозга). Эти структуры конечного мозга включают в себя два полушария мозга, которые, хотя и разделены большой межполушарной щелью, связываются между собой множеством перекрещивающихся волокон (в мозолистом теле и преоптической области). Поверхность полушарий представляет собой многоклеточный слой мозговой ткани толщиной около 4,5 см, называется корой головного мозга. В анатомии кору принято разделять на отдельные участки, называемые бороздами (углубления в поверхности мозга, менее глубокие, чем щели) и извилинами (складки, ограниченные бороздами). Наибольшие из этих участков называют долями, которых

в каждом полушарии по четыре: лобная, теменная, височная и затылочная. Расположение четырех долей и других основных структур головного мозга можно увидеть на рис. 1 и 2.

Полушария головного мозга соединены с промежуточным мозгом пучками крупных волокон, лучистым венцом мозолистого тела. Основными структурными компонентами промежуточного мозга являются: таламус (передаточная (релейная) станция для нейронов как входящих в таламус снаружи, так и находящихся внутри него), субталамус (передаточная станция между таламусом и корой), гипоталамус (буквально, «ниже таламуса») и эпиталамус (включающий в себя эпифиз и ядра уздечки).

Средний отдел головного мозга называется мезэнцефалоном, или средним мозгом. Он состоит из трех основных частей: крыши (включающей передаточные станции слухового и зрительного анализаторов, называемых нижними и верхними бугорками четверохолмия), покрывки (состоящей из ретикулярной формации среднего мозга, активирующей внимание, черной субстанции, участвующей в регуляции двигательных функций, и целого ряда др. групп ядер) и ножки мозга (нисходящего пучка толстых двигательных волокон).

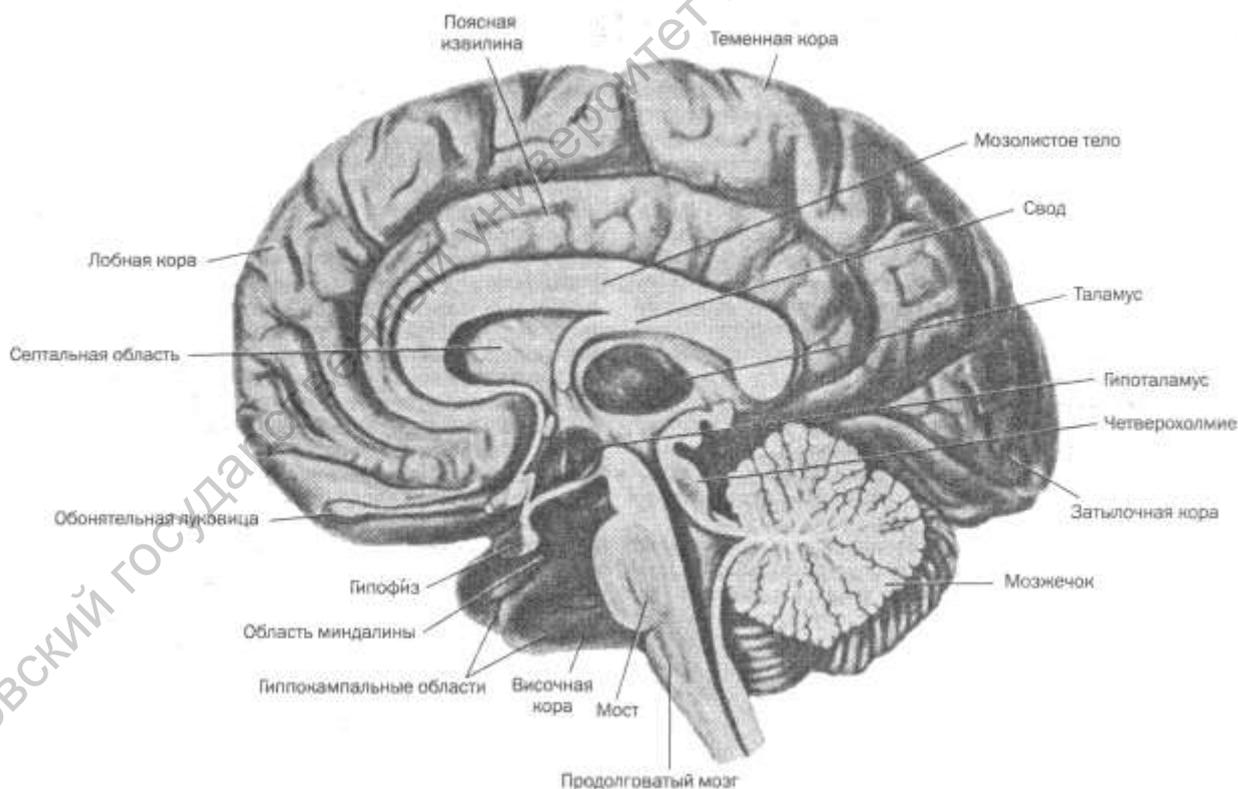


Рис. 2. Медиальный срез правого полушария мозга, позволяющий увидеть отношения между кортикальными и субкортикальными областями

Третьим основным отделом головного мозга, часть которого переходит у основания черепа в спинной мозг, является задний мозг. Он состоит из двух подотделов: метэнцефалона (включающего мост и мозжечок) и миелэнцефалона (продолговатого мозга). Мозжечок, заметно выделяющийся среди прочих структур головного мозга – как в прямом, так и в переносном

смысле, – участвует в координации всех сложных двигательных актов организма. Мост и продолговатый мозг содержат группы ядер черепно-мозговых нервов.

Продолговатый мозг содержит центры, играющие значимую роль в рефлекторном контроле жизненно важных функций, включая частоту сердцебиения, дыхание, глотание и т.д. Различные лекарства, заболевания или травмы могут нарушить деятельность продолговатого мозга и привести к летальному исходу.

Мозжечок регулирует главным образом положение тела, мышечный тонус и координированную работу мышц. Кроме того, мозжечок играет определенную роль в хранении информации, связанной с навыками и привычками (Thompson, 1992).

Без мозжечка невозможно осуществлять такие действия, как ходьба, бег или игра в мяч. Первыми симптомами тяжелого заболевания, называемого *спинально-мозжечковой дегенерацией*, являются тремор, головокружение и мышечная слабость. Конце концов больным становится трудно стоять, ходить или самостоятельно питаться.

Различные части головного мозга связаны между собой посредством очень сложной сети нервных путей, обеспечивающей постоянное взаимодействие нейронов. Ядра, входящие в состав головного мозга, редко функционируют в автономном режиме. Как правило, несколько ядер вместе с соответствующими проводящими путями объединяются в функциональную систему для организации и регулирования сложных поведенческих актов, и именно их взаимодействие создает основу для полноценной жизни.

Кора головного мозга

Кора больших полушарий представляет собой слой нейронов толщиной около 3 мм. Кора каждого полушария образует шесть обособленных долей, разграниченных бороздами. *Лобная, теменная, височная и затылочная доли* хорошо видны на рис. 1, а островок и доля мозолистого тела спрятаны на внутренних поверхностях больших полушарий.

В коре больших полушарий выделяют зоны трех типов. *Сенсорные зоны* получают информацию от рецепторов. Сенсорные зоны имеются в разных долях коры. Зона общей чувствительности находится в теменной доле, зрительная зона – в затылочной, слуховая – в височной, вкусовая – в нижней части теменной доли.

Теменные доли. *В теменных долях*, расположенных чуть выше затылочных долей, фиксируются *телесные ощущения*. Осязание, температура, давление и другие соматические ощущения направляются в *соматосенсорную область* на теменных долях.

Повреждение какой-либо из этих зон приводит к блокаде сенсорных сигналов от соответствующих органов чувств. При поступлении сенсорной информации поток нервных импульсов достигает коры. Например, зри-

тельные проекционные зоны активизируются при анализе зрительной информации.



Рис.1. Кора больших полушарий головного мозга человека.

Выделяют *моторные зоны*, которые посылают в нижележащие структуры команды, управляющие движениями. Область, отвечающая за произвольные движения, расположена в лобной доле. Отходящие от нее волокна направляются в спинной мозг и оттуда – к мышцам.

Сенсорные и моторные зоны называют проекционными, так как они формируют своеобразные карты, на которых специфические участки коры соответствуют частям тела, которыми они управляют или информацию от которых получают.

Ассоциативные зоны коры мозга человека занимают до 75% ее площади. Данные области коры больших полушарий можно охарактеризовать как «неспецифические». Эти участки коры не задействованы в выполнении первичных моторных и сенсорных функций. В них идет самая кропотливая обработка информации.

Значительная часть коры больших полушарий отводит ассоциативная зона вставочных нейронов, сложные взаимосвязи между которыми дают начало памяти, речи, целенаправленному поведению и, в целом, высшим психическим функциям.

Например, ассоциативные зоны лобных долей необходимы при планировании действий. Повреждение лобных долей делает человека неспособным к выходу за пределы конкретной ситуации, он начинает жить исключительно «здесь и сейчас», хотя в остальном его умственные способности остаются неизменными. Установлено, что при поражении зоны Брока (находится в передней лобной доле левого полушария) человек теряет способность правильно произносить слова, а при поражении зоны Вернике (находится в височной доле левого полушария) – понимать обращенную к нему речь.

Остановимся подробнее на данной зоне.

При повреждении зоны Вернике человек испытывает проблемы с определением *значения* слов, а не их произношения. Человек с афазией Брока может сказать «сул», когда ему показывают изображение стула. Пациент

же с поврежденной областью Вернике может сказать в этом случае «табу-ретка» (Leonard, 1997).

Когда повреждена область Брока, женщины, как правило, восстанавливают свои утраченные способности в большем объеме, чем мужчины. Дело в том, что экспериментально доказано, что головной мозг мужчины и женщины имеет различия, которые могут влиять на речь и язык.

Когда мужчины и женщины работали над вербальными заданиями, и у тех и у других наблюдалось повышение активности в области Брока, с левой стороны мозга. У более чем половины тестируемых женщин были активны как левое, так и правое полушария.

Когда повреждена область Брока, некоторые женщины могут использовать правую сторону своего головного мозга, компенсируя эту потерю. Мужчины с аналогичным повреждением имеют не много возможностей для улучшения своего состояния. Таким образом, когда мужчина в сердцах заявляет: «Я просто ополоумел», возможно, он говорит чистую правду. То же самое касается слышания слов, которое чаще всего связано с левой стороной мозга у мужчин и с правой стороной мозга у женщин (Phillips et al., 2001).

В ассоциативной коре нет участков, где бы рождались наши воспоминания или мысли.

В осуществлении даже самых простых психических функций вовлечено множество структур мозга. В случае же сложных психических процессов говорить следует о вариативных функциональных системах, обслуживающих то или иное действие.

Карты проводящих путей, передаточных («релейных») станций, сенсорных и моторных зон головного мозга были составлены преимущественно с помощью физических и физиологических методов. Но природа высших психических процессов остается неуловимой, поскольку их невозможно нанести на карту подобным образом.

Подкорка (мозга) лежит ниже коры большого мозга и полностью ею покрыта. Подкорку можно разделить на ствол мозга (или задний мозг), средний мозг и передний мозг. (Передний мозг также включает в себя кору большого мозга. Средний мозг можно представить как связующее звено между передним мозгом и стволом мозга.

Связи префронтальной коры с другими областями неокортекса

Префронтальная кора, которой отводится важная роль, осуществляет оценивание обстановки и принятие решений, чувство такта, контроль импульсов и абстрактное мышление, находится в передней части конечного мозга. Другие участки коры соединены с этой большой префронтальной областью множеством нервных волокон и их пучков. Вообще, кортико-кортикальные связи чаще всего являются двусторонними и сопряженными, обеспечивая как эфферентные, так и афферентные влияния включенных в них участков коры.

Лимбическая система

Лимбическая система включает область перегородки (подмозолистую область коры и связанные с ней подкорковые ядра), поясную извилину, гиппокамп, миндалину, отделы гипоталамуса, прежде всего мамиллярные (сосцевидные) тела, переднее таламическое ядро, уздечку и отделы среднего мозга. Эти области мозга связаны между собой реципрокными отношениями благодаря многочисленным аксональным проводящим путям, включая сводный поясок, конечную полоску, мозговую полоску (зрительного бугра), мамиллярно-таламический тракт, медиальный продольный пучок и уздечко-межножковый тракт.

Лимбическая система может считаться системой в силу важных анатомических связей ее структур друг с другом и с гипоталамусом.

Между стволом мозга и большим мозгом находятся таламус и гипоталамус. Таламические ядра преимущественно выполняют функции интеграции и передачи сенсорных импульсов высшим структурам большого мозга. Таламус является центральным «пультом управления» мозга, через который связаны все его органы и системы.

Таламус. Информация от органов зрения, слуха, вкуса и осязания проходит через эту небольшую структуру. Повреждение даже малых участков таламуса может вызвать глухоту, слепоту или потерю любого другого чувства, исключая обоняние. Гипоталамус является в некотором роде главным центром контролирования эмоций и многих базовых мотивов. Гипоталамус влияет на такие разнохарактерные поведенческие реакции, как секс, ярость, контролирование температуры тела, выделение гормонов, утоление голода и жажды, сон, бодрствование и эмоции. Гипоталамус можно принять за конечную область, где организуются многие поведенческие реакции или где «принимается решение в их пользу».

Гипоталамус – это группа ядер (или центров) головного мозга, принимающих участие в регулировании вегетативных реакций, в частности температуры тела, повышенного АД, потоотделения и расширения зрачков глаз.

Ядра гипоталамуса, напротив, играют важную роль в регулировании гомеостатических реакций и в интегрировании рефлексов ядер лимбической системы, расположенных в глубоких структурах большого мозга и отвечающих за переживание и выражение эмоций.

Гипоталамус осуществляет эту регуляцию посредством двух различных механизмов: а) воздействует на активность других групп клеток, как вегетативных, так и соматических, которые расположены в стволе мозга и в других отделах ЦНС; б) функционирует как главный нервный центр регуляции деятельности эндокринных желез.

Бард продемонстрировал, что даже при удалении всей мозговой ткани над гипоталамусом у кошки можно наблюдать полноценно выраженную реакцию ярости. Но если вместе с этой мозговой тканью удалить и гипоталамус, можно вызвать лишь отдельные компоненты реакции ярости.

Гипоталамус принимает участие в регуляции полового поведения, осуществляемой с помощью нервных и гормональных механизмов.

Гипоталамус играет ключевую роль в регуляции температуры тела и активности гипофиза, называясь иногда «главной железой» за его участие в регулировании деятельности других желез.

В недрах гипоталамуса Дж. Олдс и П. Милнер в 1954 г. обнаружили так называемый «центр удовольствия». Если вживить в эту область электрод и дать экспериментальному животному, например, крысе, возможность самостоятельно стимулировать ее, то крыса проявляет фантастическую активность. Частота нажатия достигала порой 7 тысяч в час, крысы стимулировали «центр удовольствия» до тех пор, пока не падали от измождения.

Например, гиппокамп играет важную роль в формировании следов памяти у людей и у животных; область перегородки, по всей видимости, участвует в формировании видотипичных эмоциональных реакций, а миндалина, вероятно, имеет отношение к выученным реакциям на аверсивные стимулы. Поясная кора связана с субъективной оценкой боли у людей и с приобретением условных реакций избегания у животных. Кроме того, гиппокамп, ядра перегородки и миндалина могут влиять на высвобождение гормонов гипофиза.

Участок, называемый *гиппокампом*, играет важную роль в формировании долговременной памяти. Гиппокамп находится внутри височных долей. Это обстоятельство может объяснять, почему стимуляция височных долей способна вызвать ощущения, схожие с воспоминаниями или сновидениями. Гиппокамп также помогает нам ориентироваться в пространстве.

Лимбическая система. Лимбическая система играет основную роль в продуцировании эмоций и мотивированного поведения. Ярость, страх, сексуальная реакция и сильное возбуждение могут брать свое начало в различных точках лимбической системы. Смех также берет свое начало в лимбической системе.

У низших животных лимбическая система помогает в организации базовых реакций выживания: питания, бегства, самозащиты или воспроизводства. У людей прослеживается явная связь с эмоциями. В частности, **миндалевидное тело (амигдала)** тесно связано с чувством страха. Миндалевидное тело обеспечивает «быстрый путь» к коре. Это позволяет нам реагировать на опасные раздражители до того, как мы полностью осознаем, что происходит. Ролью миндалевидного тела в возникновении эмоций может объясняться причина, по которой люди, страдающие от фобий и парализующей тревожности, часто испытывают страх, сами не зная почему.

Люди пережившие повреждение миндалевидного тела, становятся «глухими» к эмоциям.

Несколько областей лимбической системы функционируют в качестве путей вознаграждения или «удовольствия». Многие из них находятся в гипоталамусе, где они объединяются с областями, контролирующими жажду, сексуальное чувство и голод. Широко используемые наркотики, такие как

кокаин, амфетамин, героин, никотин, марихуана и алкоголь активизируют многие из этих же путей удовольствия. По-видимому, данный факт частично объясняет, почему эти наркотики являются такими сильнодействующими вознаграждающими стимулами..

В лимбической система также были обнаружены области наказания, или «отвращения». Когда активизируются эти участки, животные испытывают дискомфорт и будут стремиться прекратить стимуляцию. Поскольку значительная часть нашего поведения основана на поиске удовольствия и избегании боли, данные открытия продолжают вызывать у психологов повышенный интерес.

Лимбические структуры благодаря их связям друг с другом, а также с неокортексом, гипоталамусом, эндокринной системой и автономной нервной системой участвуют в управлении мнемическими, эмоциональными и мотивационными процессами.

Ретикулярная активирующая система

Ретикулярная формация (РФ) простирается от каудального отдела продолговатого мозга до рострального отдела промежуточного мозга. Ее нейроны образуют сетчатую структуру ствола мозга, в ячейках которой закреплены группы специфических ядер, снабжающих черепные нервы аксонами. Длинные восходящие и нисходящие тракты стволовой части головного мозга проходят через РФ и вблизи нее. Ее нейроны, в целом, имеют длинные аксоны, и одиночный нейрон РФ может иметь аксон, который, разветвляясь, достигает ядер дорсального нервного пучка, спинного мозга и гипоталамуса. Вследствие такого широкого разветвления нейроны РФ способны оказывать глубокое воздействие на общий уровень активности головного и спинного мозга.

РФ не является ни функционально, ни структурно однородной. Ее можно разделить на группы ядер в соответствии с анатомическими и нейрохимическими критериями. Наиболее удобная анатомическая категоризация осуществляется по медиально-латеральному измерению. Ядра шва располагаются по срединной линии этой структуры. Крупноячеистая область находится в центре РФ, а мелкоячеистый отдел располагается в латеральной части РФ. Эти крупные медиальные / латеральные части можно подразделить на более мелкие отделы вдоль рострально-каудальной оси РФ. Например, такое ядро, как *n. gigantocellularis*, является крупноячеистым ядром продолговатого мозга. Оно дает начало ретикулоспинальным аксонам, которые влияют на активность у мотонейронов. В такой структуре мозга, как мост, *n. pontis caudalis* и *n. pontis oralis* замещают *n. gigantocellularis*, также давая начало ретикулоспинальным аксонам. Однако эти ядра, особенно рострально располагающееся *n. pontis oralis*, имеют многочисленные восходящие проекции и участвуют в регуляции кортикального возбуждения.

Некоторые ретикулярные ядра могут определяться в соответствии с ха-

рактором нейротрансмиттера. Обособленные группы нервных клеток, содержащих предполагаемый нейротрансмиттер норэпинефрин, были идентифицированы в РФ продолговатого мозга и моста. Наиболее широко изучено из них так называемое голубое пятно. Проекция из этого ядра распределяется по всему переднему мозгу и по мозжечку; как было установлено, они имеют отношение к *REM-сну* и к поддержанию интракраниальной самостимуляции. Дофамин-содержащие нейроны обнаружены в покрышке среднего мозга; они также имеют обширные проекции на передний мозг. Самая известная из этих дофаминергических проекций берет начало в группе клеток, образующих черное вещество. Разрушение этого пути вызывает болезнь Паркинсона. Ядра шва дают начало серотонинергическим проекциям. Проекция переднего мозга из этих ядер включены в регуляцию медленно-волнового сна, тогда как их спинномозговые проекции могут блокировать передачу болевых импульсов в головной мозг и производить изменения в функционировании автономной нервной системы.

Ретикулярная формация модифицирует команды, идущие к телу и отвечает за внимание, оказывает влияние на мышечный тонус, положение тела, а также на движения глаз, лица, головы, тела и конечностей. Одновременно она контролирует рефлексы, связанные с дыханием, чиханием, кашлем и рвотой.

Еще одна важная задача ретикулярной системы – поддерживать нас в состоянии бдительности, готовности и бодрствования. Сигналы, идущие от органов чувств, сливаются в той части РФ, которая называется **ретикулярной активирующей системой (РАС)**. РАС постоянно стимулирует кору, поддерживая ее в состоянии активности и готовности.

Раздражение ретикулярных структур ствола мозга может вызвать не только пробуждение, но и сон. Так, низкочастотное раздражение (область среднего мозга, моста и продолговатого мозга) вызывает наступление сна, что говорит о существовании в стволе мозга двух антагонистических механизмов – десинхронизирующего (пробуждающего) и синхронизирующего (вызывающего сон), – поэтому сон – это не пассивное состояние отсутствия бодрствования, а результат активного торможения деятельности мозга. Моруцци также привел экспериментальные доказательства того, что в нижних отделах ствола мозга имеются синхронизирующие структуры, действующие как антагониста ВРАС. К синхронизирующим структурам, раздражение которых может вызвать наступление сна у животного, позже были отнесены и хвостатое ядро, и неспецифическая таламическая система, и структуры базальной части переднего мозга, в частности, преоптическая область (подробнее см. обзоры [Вейн и др., 1971; Шевченко, 1971; Блум и др., 1988]).

Связи префронтальной коры с лимбической системой

Лимбическая система – еще одно образование, обеспечивающее сеть реципрокных взаимодействий с префронтальной корой. Афферентные по-

токи из лимбической системы диффузно распределяются по всей префронтальной коре. Согласно их выводам, лимбическая система «не только осуществляет текущий контроль за переработкой сенсорной информ. в коре головного мозга. Таким образом, лимбическая система имеет доступ к регуляции висцеральных и эндокринных функций, мотивационных состояний и процессов перцепции / научения.

Префронтальная кора имеет два различных, хотя и частично перекрывающихся канала связи с лимбической системой. От медиального и дорсолатерального участков префронтальной коры волокна идут к области поясной извилины и, вокруг и позади мозолистого тела, к гиппокамповым областям; от орбитальной префронтальной коры волокна идут к области перегородки (септальной области), имеющей прямые связи с миндалиной. Перегородка также соединена с гиппокампом посредством большого пучка волокон, образующих свод.

Сигналы, поступающие в префронтальную кору из таламуса, гипоталамуса и среднего мозга, по-видимому, обеспечивают информацию о внутреннем эмоциональном и мотивационном состоянии организма почти так же, как это делают сигналы из лимбической системы. Эти внутренне синтезируемые воздействия, вместе с воздействиями, ассимилируемыми префронтальной корой из поступающей извне сенсорной информации, помогают придавать смысл и значение внешним событиям.

В субталамическую область – передаточную станцию между таламусом и корой – также приходят сигналы из префронтальной коры. Субталамус – часть двигательной системы, имеющая двусторонние связи с хвостатым ядром, к которому от префронтальной коры идут сильные эфферентные связи; кроме того, от последней идут дополнительные связи к скорлупе. Хотя имеется множество эфферентных путей от префронтальной коры к базальным ганглиям, от последних, по-видимому, в префронтальную кору не поступает никаких афферентных сигналов.

Синтез префронтальных связей

Дж. М. Фастер полагает, что префронтальная кора играет роль во временном структурировании поведения: а) участвуя в подготовке сенсорных и моторных систем к осуществлению действия, б) удерживая необходимую информацию в некоем гибком запоминающем устройстве и в) подавляя интерферирующие воздействия внутренней и внешней информации, которые могли бы в противном случае нарушить последовательность формирования поведенческого акта. Исследования выявили наличие множественных связей между этой и другими областями головного мозга. Однако даже когда она оказывается поврежденной, ни одна из поддающихся четкому определению функций, по-видимому, не утрачивается; зато исчезает такой важнейший элемент или качество, как ощущение себя человеком.

Проблема психосоматических заболеваний в концепции И.Т. Курцина о трех компонентах морфофункциональной структуры головного

мозга

Патогенез невротических и психотических заболеваний, а также развитие патологического процесса (воспаление, опухоль) в каком-либо внутреннем органе или на различных уровнях вегетативной иннервации, согласно И.Т. Курцину, связаны с психической травмой. Он выдвинул гипотезу и концепцию психосоматических заболеваний о трех компонентах морфофункциональной структуры головного мозга. Случаи психосоматических нарушений, связанных с психической травмой, были им проанализированы.

Для наглядности он разделил их по трем группам. Первая объединяет случаи, когда у больного имеются и психические и вегетативные расстройства. Вторая группа объединяет случаи, когда у больного отчетливо выражены психические расстройства, но отсутствуют вегетативные нарушения. Для третьей характерно наличие вегетативных расстройств и отсутствие психических. По его предположению, за этими различиями должны стоять определенные морфологические структуры. Эти структуры следующие. 1. «Соматический мозг». Сюда входит моторная зона коры, которая управляет функциями произвольной мускулатуры. 2. «Висцеральный мозг». Его местоположением является лимбическая и орбитальная кора, гиппокамп, премоторная зона, миндалевидный комплекс. 3. «Психический мозг». Его местоположение таково: лобные, височные, затылочные и отчасти теменные доли. Здесь осуществляются прием, переработка и хранение поступающей извне информации.

Между аппаратами «психического», «соматического» и «висцерального» мозга существуют тесные анатомо-функциональные связи, причем «соматический» мозг в большей степени, чем «висцеральный», связан с «психическим» мозгом. Несмотря на то, что мозг реагирует на окружающую обстановку как единое целое, тем не менее в целостной реакции можно выделить компоненты, связанные с влиянием одной из упомянутых мозговых структур [Курцин, 1973].

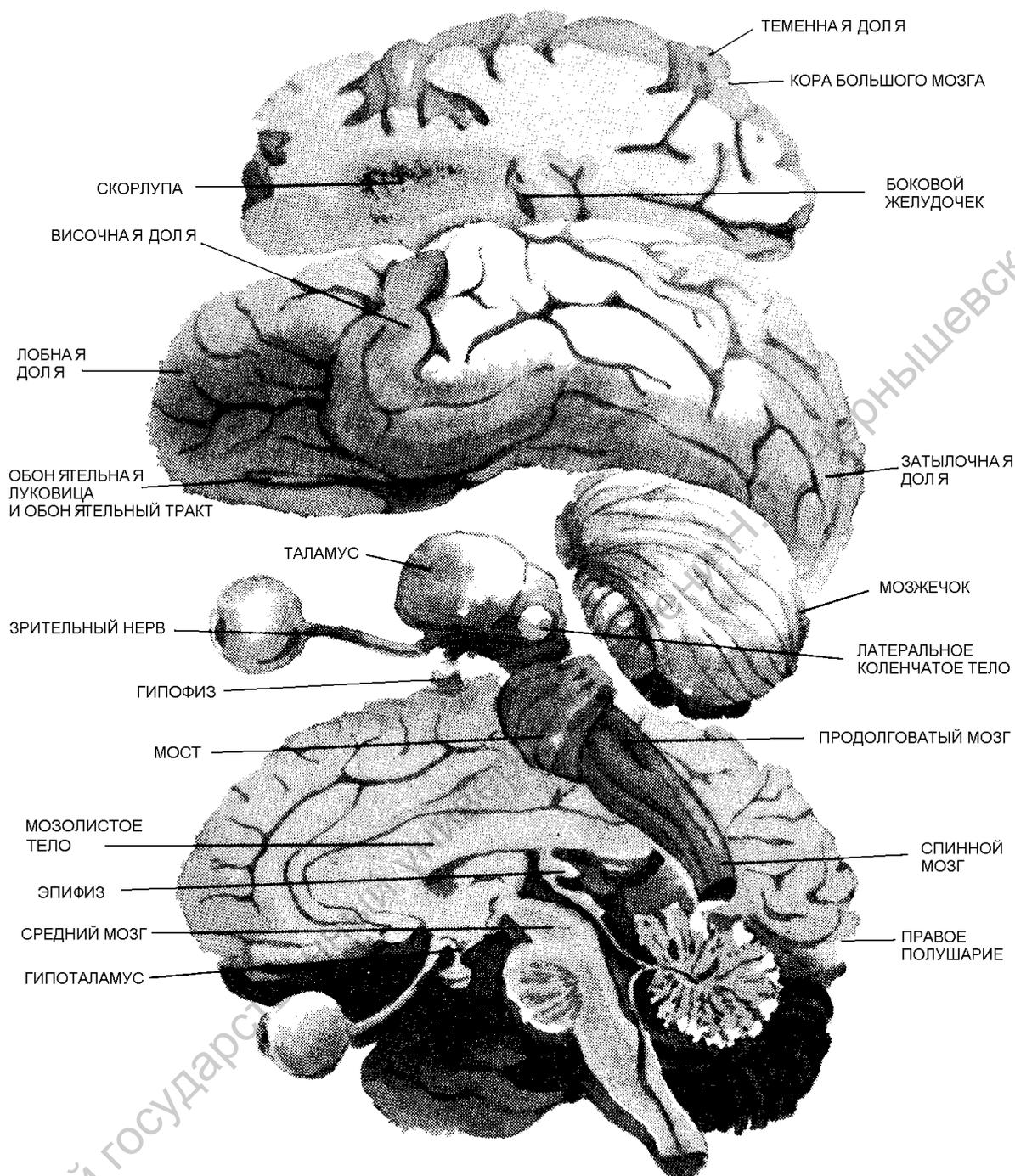


Рис. 1 Важнейшие области и детали строения мозга, имеющие отношение к психике. Левое и правое полушария, а также ряд средних структур разделены пополам. Внутренние части представлены в левом полушарии как бы в отрепарированном виде. Глаз и зрительный нерв соединены с гипоталамусом, от нижней части которого отходит гипофиз, верхняя половина левого полушария разрезана так, что можно видеть некоторые базальные ганглии (скопление нейронов) и части левого бокового желудочка.

Доли коры большого мозга – области коры, разделенные глубокими бороздами или характеризующиеся определенными функциями.

Затылочные доли – участки коры большого мозга, где происходит фиксация зрительных ощущений.

Теменные доли – область головного мозга, где фиксируются телесные ощущения.

Соматосенсорная область – область, где происходит прием телесных

ощущений.

Височные доли – области головного мозга, включающие в себя участки, фиксирующие слуховые ощущения.

Лобные доли – область мозга, связанная с движением, обонянием и высшей умственной деятельностью.

Моторная кора – область мозга, связанная с контролированием движений.

Ассоциативная кора – все области коры большого мозга, которые не являются преимущественно сенсорными или моторными по своим функциям.

Афазия – нарушение речи, являющееся следствием повреждения головного мозга.

Область Брока – речевая область, связанная с грамматикой и произношением.

1.3. Созревание мозга

Мозг как многоуровневая структура в ходе индивидуального развития созревает неравномерно. Во внутриутробном периоде одновременно с закладкой и развитием основных жизненно важных органов первыми начинают формироваться отделы мозга, где расположены нервные центры, обеспечивающие их функционирование (продолговатый мозг, ядра среднего и промежуточного мозга). К концу внутриутробного периода у человека определенной степени зрелости достигают первичные проекционные поля. К моменту рождения уровень зрелости структур мозга позволяет осуществлять как жизненно важные функции (дыхание, сосание и др.), так и простейшие реакции на внешние воздействия – принцип минимального и достаточного обеспечения функций. Закономерный ход созревания структур мозга в пренатальном периоде обеспечивает нормальное индивидуальное развитие, его нарушения приводят к ближайшим и отдаленным неблагоприятным последствиям, проявляющимся в отклонениях от нормы нервно-психического статуса и поведения ребенка.

В постнатальном периоде продолжается интенсивное развитие мозга, в особенности его высших отделов – коры больших полушарий.

Хотя большинство склонно считать, что развитие клеточной организации ЦНС заканчивается примерно после достижения 2-летнего возраста, рост продолжается далеко за пределами этого временного рубежа. Эпштейн полагает, что рост головного мозга происходит неравномерно, и наз. такой паттерн скачками роста. Эти скачки приходятся на следующие периоды жизни: 3-18 мес., 2-4 года, 6-8 лет, 10-12 лет и 14-16 лет. За исключением первого (довольно затяжного) скачка, во время которого вес мозга увеличивается примерно на 30%, каждый последующий скачок роста приводит к увеличению массы мозга на 5-10%. Трудно удержаться от искушения соотнести эти скачки роста мозга с открытыми, доступными прямому наблюдению изменениями в развитии. И, по-видимому, не случайно,

что первые четыре эпизода быстрого роста мозга практически совпадают с четырьмя основными стадиями когнитивного развития по Пиаже.

Ведь развитие интеллекта, происходящее в первые 15 лет жизни человека, идет на фоне созревания мозговых структур. Можно предположить, что биологическое созревание мозга и является его движущей силой. В пользу этой точки зрения приведем ряд фактов, подтверждающих параллельное развитие мозговых структур и интеллекта. Известно, например, что созревание первичных проекционных зон коры в основном завершается к трем годам жизни ребенка, а вторичных и третичных ассоциативных зон – к семи годам. Позже всего созревают фронтальные зоны коры – в подростковом возрасте. Эти и подобные им данные дали основания С. Моргану провести параллель между морфофизиологическим созреванием и пиажеанскими стадиями развития интеллекта. Развитие проекционных зон он связывает с сенсомоторным интеллектом. Вторичные ассоциативные зоны ответственны за развитие в пределах дооперационального интеллекта. Созревание третичных обеспечивает переход на стадию конкретных операций. Формальные операции Морган связывает с лобными зонами (см. [Марютина, 1996]).

Это соответствует и физиологическим данным: в начальный период полового созревания возрастает активность ряда глубинных структур мозга, ответственных за эндокринную перестройку, что приводит к регрессивным изменениям, фиксируемым ЭЭГ. Наконец, наибольшая пластичность нервных связей в мозгу наблюдается у детей в возрасте до пяти лет. В этом же возрасте ребенок наиболее сензитивен в отношении средовых влияний на развитие интеллекта [Дружинин, 1996].

Другие изменения в нервной системе продолжают далеко за пределами подросткового возраста. Так, несмотря на то, что миелинизация начинается еще во внутриутробном периоде и достигает высокой степени к 15 годам, миелин продолжает формироваться до 60 лет. Однако все эти более поздние изменения не связаны с ростом. Важным фактором поздних стадий является гибель клеток. Например, область затылочной коры, которая получает проекции из фовеальной области (центральной ямки) сетчатки глаза, содержит примерно 46 млн. нейронов на грамм мозговой ткани у 20-летнего чел. У 80-летнего, однако, плотность нейронов сокращается почти в 2 раза, до 24 млн. на грамм. Считается, что эта потеря клеток служит одной из причин снижения остроты зрения у пожилых людей. Можно предположить, что аналогичные потери клеток в других областях мозга также наносят ущерб нормальному функционированию.

Нейронная организация коры больших полушарий в онтогенезе

В развитии коры больших полушарий выделяются два процесса – рост коры и дифференцировка ее нервных элементов. Наиболее интенсивный рост ширины коры и ее слоев происходит на первом году жизни, постепенно замедляясь и прекращаясь в разные сроки – к 3 годам в про-

екционных, к 7 годам в ассоциативных областях. Рост коры происходит за счет расширения межнейронального пространства (разрежение клеток) в результате увеличения волокнистого компонента – роста и разветвлений дендритов и аксонов – и развития клеток глии, осуществляющей метаболическое обеспечение развивающихся нервных клеток, которые увеличиваются в размерах.

Процесс дифференцировки нейронов, начинаясь также в раннем постнатальном онтогенезе, продолжается в течение длительного периода индивидуального развития, подчиняясь как генетическому фактору, так и внешнесредовым воздействиям.

Первыми созревают афферентные и эфферентные пирамиды нижних слоев коры, позже – расположенные в более поверхностных слоях. Постепенно дифференцируются различные типы вставочных нейронов. Раньше созревают веретенообразные клетки, переключающие афферентную импульсацию из подкорковых структур к развивающимся пирамидным нейронам. Звездчатые и корзинчатые клетки, обеспечивающие взаимодействие нейронов и циркуляцию возбуждения внутри коры, созревают позже. Заканчиваясь возбуждательными и тормозными синапсами на телах нейронов, эти клетки создают возможность структурирования импульсной активности нейронов (чередование разрядов и пауз), что является основой нервного кода. Дифференцировка вставочных нейронов, начавшаяся в первые месяцы после рождения, наиболее интенсивно происходит в период от 3 до 6 лет. Их окончательная типизация в переднеассоциативных областях коры отмечается к 14-летнему возрасту.

Функционально важным фактором формирования нейронной организации коры больших полушарий является развитие отростков нервных клеток – дендритов и аксонов, образующих волокнистую структуру.

Аксоны, по которым в кору поступает афферентная импульсация, в течение первых трех месяцев жизни покрываются миелиновой оболочкой, что существенно ускоряет поступление информации к нервным клеткам проекционной коры.

Вертикально ориентированные апикальные дендриты обеспечивают взаимодействие клеток разных слоев коры и в проекционной зоне они созревают в первые недели жизни, достигая к 6 мес. третьего слоя. Достигая до поверхностных слоев, они образуют конечные разветвления.

Базальные дендриты, объединяющие нейроны в пределах одного слоя, имеют широкие разветвления, на которых образуются множественные контакты аксонов других нейронов. Рост базальных дендритов и их разветвлений увеличивает воспринимающую поверхность нервных клеток.

Специализация нейронов в процессе их дифференциации и увеличение количества и разветвленности отростков создают условия для объединения нейронов разного типа в клеточные группировки – нейронные ансамбли. В нейронные ансамбли включаются также клетки глии и разветвления сосудов, обеспечивающие клеточный метаболизм внутри нейронного ансамбля.

В формировании ансамблевой организации в онтогенезе выделяют качественно различные этапы.

К моменту рождения вертикально расположенные пирамидные клетки в близких слоях и их апикальные дендриты создают прообраз колонки, которая у новорожденных бедна межклеточными связями.

1 год жизни характеризуется увеличением размеров нервных клеток, дифференциацией звездчатых вставочных нейронов, увеличением дендритных и аксонных разветвлений. Выделяется ансамбль нейронов как структурная единица, окруженная тонкими сосудистыми разветвлениями.

К 3 годам ансамблевая организация усложняется развитием гнездных группировок, включающих разные типы нейронов.

В 5-6 лет, наряду с продолжающейся дифференциацией и специализацией нервных клеток, нарастает объем горизонтально расположенных волокон и плотность капиллярных сетей, окружающих ансамбль. Это способствует дальнейшему развитию межнейрональной интеграции в определенных областях коры.

К 9-10 годам усложняется структура отростков интернейронов и пирамид, увеличивается разнообразие ансамблей, формируются широкие горизонтальные группировки, включающие и объединяющие вертикальные колонки.

В 12-14 лет в нейронных ансамблях четко выражены разнообразные специализированные формы пирамидных нейронов, высокого уровня дифференцировки достигают интернейроны; в ансамблях всех областей коры, включая ассоциативные корковые зоны, за счет разветвлений отростков удельный объем волокон становится значительно выше удельного объема клеточных элементов.

К 18 годам ансамблевая организация коры по своим характеристикам достигает уровня взрослого.

Закономерности структурного созревания мозга

Основная закономерность в характере созревания мозга как многоуровневой иерархически организованной системы проявляется в том, что эволюционно более древние структуры созревают раньше. Это прослеживается в ходе созревания структур мозга по вертикали – от стволовых образований, обеспечивающих жизненно важные функции, к коре больших полушарий. По горизонтали развитие идет от проекционных отделов, включающихся в обеспечение элементарных контактов с внешним миром, к ассоциативным, ответственным за сложные формы психической деятельности.

Для развития каждого последующего уровня необходимо полноценное созревание предыдущего. Так, для созревания проекционной коры необходимо формирование структур, через которые поступает сенсорно-специфическая информация. Для развития в онтогенезе ассоциативных корковых зон необходимо формирование и функционирование первичных

проекционных отделов коры. Так, нарушение в раннем возрасте проекционных корковых зон приводит к недоразвитию областей более высокого уровня (вторичные проекционные и ассоциативные отделы). Этот принцип развития структур мозга в онтогенезе Л.С. Выготский обозначил как направление «снизу вверх».

Следует подчеркнуть, что позже созревающие структуры не просто надстраиваются над уже существующими, а оказывают влияние на их дальнейшее развитие. Так, при исследовании активности отдельных нейронов было показано, что только после созревания проекционной корковой зоны нейроны релейного ядра таламуса приобретают зрелого типа специализированную реакцию на афферентный стимул.

Сформированная многоуровневая организация мозга носит иерархический характер. Ведущую роль в осуществлении психических процессов приобретают высшие отделы коры больших полушарий, управляющие подчиненными им структурами более низкого уровня. Такой принцип иерархической организации структур зрелого мозга Л.С. Выготский обозначил как направление «сверху вниз».

Длительный и гетерохронный характер созревания структур мозга определяет специфику мозговой организации психических процессов в различные возрастные периоды.

1.4. Высшие психические функции

Семена современной теории корковой локализации функций были посеяны, когда Франц Галль предложил свою френологическую теорию. Он утверждал, что различные области коры головного мозга содействуют проявлению различных психических способностей и что особенности черепа коррелируют с развитием находящихся под ними органов соответствующих способностей. Галль и френологи были убеждены, что высшие функции человека связаны с передней частью коры.

Теории френологов вызвали бурные споры.

Галль был первым крупным исследователем, предположившим, что специфические психологические функции локализованы в специфических органах или участках головного мозга, – теория, в которую уверовал французский хирург П. Брока.

Некоторые ученые полагали, что она имеет свои достоинства, другие находили ее абсурдной, а третьи склонялись к тому, что корковая локализация психических функций имеет под собой основу, но что методы Галля не смогли это доказать. Последнюю позицию отстаивал Жан Батист Буйо. Он стал заниматься локализацией речевых функций в лобных долях в 1825 г., потратив годы на сбор патолого-анатомического материала в подтверждение правильности такой локализации.

Дебаты в академических кругах Франции по поводу корковой локализации продолжали разгораться вплоть до 1861 г., когда Поль Брока на заседании Парижского антропологического общества представил свое зна-

менитое описание клинической истории М. Леборне. Этот пациент утратил способность к членораздельной речи, и вскрытие показало обширное размягчение мозговой ткани в области задних отделов третьей лобной извилины левого полушария. Локализация Брока центра речевой артикуляции подтвердило предположение Буйо и стало первой корковой локализацией, получившей широкое признание.

В 1865 г. Брока опубликовал еще одну знаменательную статью. Анализ историй болезни его пациентов показывал, что левое полушарие мозга является, по сути, речевым полушарием. Этот вывод практически совпадал с выводами малоизвестного земляка Брока – французского практикующего врача Марка Дакса, сделанными еще в 1836 г. К сожалению, Дакс не сумел опубликовать свои открытия, и его сообщение о симптоматике более 40 больных с поражениями левого полушария появилось в печати в 1865 г только после его смерти.

В 1870 г. Г. Фритч и Э. Гитциг определили границы моторной коры у собаки, сначала пользуясь методом раздражения, а затем – методом разрушения, показав тем самым, что корковую локализацию можно изучать на животных в контролируемых условиях. Проводились также исследования локальных поражений головного мозга с целью локализации не только различных сенсорных функций, таких как зрение и слух, но и высших, «интеллектуальных» функций.

Успешное развитие теории локализации опиралось не только на патологический материал. Она получала прочную поддержку и из других источников. В 1875 г. Р. Катон сделал сообщение о том, что электрическая активность коры менялась в соответствии с картами Феррье, когда его подопытные животные пережевывали пищу, смотрели на яркие вспышки света или выполняли какие-то другие действия. В добавление, П. Флексиг представил доказательства того, что различные участки коры миелинизируются в разное время. Развитие представлений о нейронных сетях также способствовало признанию теории корковой локализации функций, равно как и цитоархитектонические исследования коры.

Доминирующей тенденцией после 1870 г. стали попытки разбить все составные части головного мозга на более мелкие функциональные единицы. Некоторые ученые призывали проявлять здесь осторожность, напоминая энтузиастам о том, что ни одна из частей мозга в действительности не функционирует независимо от остальных. Высказывались также опасения, что некоторые люди стали слишком поспешно отождествлять анатомические маркеры и «локализацию симптомов» с локализацией отдельных «психологических» функций. В настоящее время никто не оспаривает мысль, что ЦНС состоит из специализированных частей. Однако также очевидно, что заключение о функциях этих различных частей может сделать только на основании данных об их поражениях и исходя из результатов анатомических и физиологических исследований. Поскольку вывести такое заключение непросто, ученые, скорее всего, продолжают в течение

ближайших лет дискутировать по поводу точных функций определенных частей головного мозга.

Несмотря на то, что теории локализации пользовались особой популярностью в XIX веке, многие ученые их отвергали. Флуранс предпринял целую серию атак в защиту теории эквипотенциальности, согласно которой интеллектуальные и психологические навыки являются продуктом деятельности мозга в целом, а не его специфических отдельных участков. В начале XX в. многие неврологи приняли эквипотенциальный подход. Хотя эти теоретики соглашались, что основные моторные и сенсорные функции локализованы в определенных зонах мозга, высшие интеллектуальные функции, по их мнению, являются результатом функционирования целостного мозга. Любое поражение мозга, независимо от локализации, будет нарушать эти высшие интеллектуальные навыки.

Обе теории оказали существенное влияние на оценку поражения мозга в клинической неврологии. Специалисты, отстаивающие эквипотенциальную точку зрения, сосредоточились на поисках теста или тестов, с помощью которых можно было бы измерять базовые высшие интеллектуальные навыки, страдающие при всех формах повреждения мозга. Психологи, занимающие позицию локационизма, сосредоточились на поисках тестов, которые измеряют каждый психологический навык, опосредованный мозгом, позволяя таким образом оценивать не только психологические навыки, напрямую связанные с мозгом, но и их локализацию в специфических мозговых зонах.

Сантьяго Рамон-и-Кахаль выдвинул нейронную теорию, за которую он получил Нобелевскую премию в области физиологии в 1906 г., в том самом году, когда Ч.С. Шеррингтон, разработавший концепцию рефлекторной дуги, опубликовал сообщение об интегративных механизмах нервной системы.

Ни эквипотенциальная теория, ни теория локализации не получают полного подтверждения в психологических исследованиях. Эквипотенциальная теория не может объяснить специфические, ограниченные дефициты, возникающие у некоторых пациентов без какого-либо общего ухудшения абстрактных способностей или других сходных навыков. Теории локализации испытывают серьезные затруднения при объяснении того, почему специфический недостаток, такой как дисграфия, может появляться почти при любых очаговых поражениях левого полушария и при многих поражениях правого полушария.

Не имея оснований окончательно принять одну из этих двух теорий, многие обратились к поиску альтернативы. Создание одной такой модели приписывают Дж. Х. Джексону, английскому неврологу. Джексон заметил, что большинство психологических функций не является унитарными способностями, а собраны из более элементарных навыков. Согласно Джексону, даже если сами эти элементарные навыки могут быть локализованными, все наблюдаемое поведение представляет собой сложное взаимодейст-

вие многочисленных элементарных навыков, и потому в большинстве форм актуального поведения участвует мозг как целое. Таким образом, его теория объединяет локализационистскую и эквипотенциальную точку зрения, приобретая способность объяснять экспериментальные данные, собранные в поддержку обеих точек зрения.

Наибольшее развитие взгляды Джексона получили в теориях российского нейропсихолога А.Р. Лурии. В представлении Лурии всякое поведение основано на функциональных системах, и конкретные конфигурации взаимодействия между локальными участками мозга необходимы для того, чтобы породить определенное поведение. Любое повреждение мозга, разрушающее любую часть функциональной системы, будет приводить к нарушению всех форм поведения, основанных на этой системе. Следовательно, самые сложные интеллектуальные навыки, такие как способность к абстрагированию, будут наиболее чувствительны к повреждению мозга, так как в порождении такого поведения должно участвовать большое множество функциональных систем.

1.5. Асимметрия и нейропсихологическое развитие

Начало систематическим исследованиям расщепленного мозга положили работы Роджера Сперри. Лабораторное животное или пациент с «расщепленным мозгом» – продукт перерезки главного связующего звена между двумя полушариями головного мозга. Это связующее звено, состоящее из многих миллионов нервных волокон, называется мозолистым телом. Наблюдения за больными людьми и лабораторными животными с разъединенными таким способом полушариями практически не выявили сколько-нибудь заметных нарушений в функционировании мозга, однако эксперименты Сперри и других показали, что расщепленный мозг функционирует не вполне нормально. Например, при перерезке мозолистого тела у экспериментальных животных было обнаружено, что информация, усвоенная благодаря функционированию одного полушария мозга, не передавалась в другое полушарие. Последующие опыты с использованием задач на зрительное и осязательное различие, а также на моторное научение, подтвердили этот основной результат.

Латерализация указывает на функциональную асимметрию двух полушарий головного мозга. То есть, хотя две половины головного мозга и работают в согласованном единстве, в осуществлении многих функций одно из полушарий принимает большее участие, чем другое.

Интерес к функциональной латерализации головного мозга человека заметно возрос начиная с 1860-х гг., когда французский врач Поль Брока опубликовал результаты своих наблюдений, свидетельствовавшие, что у нескольких умерших больных, страдавших нарушениями речи, после вскрытия были обнаружены поражения в левой лобной доле. Постепенно стало очевидным, что каждое полушарие осуществляет функции, в которых оно играет более значимую роль, чем другое.

Наиболее заметным проявлением асимметрии, связанной с работой головного мозга, является преимущественное пользование правой или левой рукой, которое часто соотносят с латерализацией других функций. У правшей управление речевыми функциями осуществляется почти всегда преимущественно левым полушарием. Хотя это правило выполняется и для большинства левшей, у последних чаще, чем у правшей, управление речевыми функциями либо осуществляется преимущественно правым полушарием, либо распределено между обоими полушариями. У левшей, по видимому, наблюдается меньшая функциональная асимметрия, чем у правшей.

В головном мозге человека обнаружена и структурная асимметрия, выражающаяся в том, что некоторые его области имеют большие размеры с одной стороны, чем с другой, – в первую очередь те, которые связаны с речью. Хотя высказывается множество предположений относительно влияния этой структурной асимметрии на функциональную, наличие прямых связей между ними пока еще не было установлено.

Существует множество методов исследования асимметрии полушарий. Один из них – аутопсия (вскрытие трупа), в результате которой удается обнаружить поражения мозга, связанные с нарушениями поведения, которые имели место при жизни человека. Другим является наблюдение функциональных отклонений, наличествующих у людей с идентифицируемыми повреждениями мозга. Повреждения мозга могут выявляться при нейрохирургических операциях и обследовании с помощью рентгеноскопии или КТ. Каждое правило, касающееся функциональной асимметрии, имеет свои исключения. Однако у ряда функций латерализация наблюдается более часто. Самой характерной из них является речь, управление которой у большинства правшей осуществляется преимущественно левым полушарием. По этой причине левое полушарие принято называть «главным», а правое – «второстепенным» или «бессловесным», «немым». Повреждение, нанесенное левому полушарию, или унилатеральное предъявление информации правому полушарию часто становятся причиной затруднений в собственной устной и письменной речи, наименовании объектов или понимании чужой речи. Функции, чаще всего находящиеся под контролем преимущественно правого полушария, включают в себя визуальное-пространственное мышление и память, тактильное и зрительное распознавание форм, музыкальные способности, а также копирование и изображение геометрических фигур.

Остановимся подробнее на фактах исследований, свидетельствующих о латерализации функций мозга у животных и человека [Бланки, 1985, 1989]. Были получены данные о существовании двигательных-пространственных асимметрий даже у беспозвоночных животных, причем эти асимметрии, как правило, имели правостороннее направление. Вероятно, в основе функциональной асимметрии у животных лежат какие-то базисные генетические факторы. По отношению к высшим представителям позвоночных

следует признать, что асимметричное функционирование больших полушарий головного мозга является одной из фундаментальных закономерностей его деятельности.

Бианки предложил синтетическую доминантную модель межполушарных отношений, которая базируется на трех основных принципах деятельности мозга: асимметрии, доминантности и комплементарности. Он выделил два основных метода описания окружающего мира, которые специфично реализуются обоими полушариями мозга. Индукция и дедукция являются фундаментальными методами отражения и познания окружающего мира. Под индукцией и дедукцией следует понимать различную последовательность во времени анализа и синтеза. При индуктивной обработке анализ предшествует синтезу, при дедуктивной – наоборот, синтез предшествует анализу. Экспериментально было показано, что у животных существуют процессы синтеза и анализа, которые по-разному латерализованы в больших полушариях мозга. Две исходные фундаментальные закономерности позволяют рассматривать принцип индукции-дедукции как общий принцип латерализации. Первая закономерность – относительность полушарной специализации. Это означает, что каждая функция может регулироваться обоими полушариями. В опытах на животных было обнаружено участие двух полушарий при осуществлении определенной активности. Специализация заключалась в доминантной роли одного из полушарий в конкретной ситуации и при выполнении определенных задач. Вторая закономерность состоит в динамизме полушарной специализации. На разных этапах обработки информации и реализации действия доминирует то одно, то другое полушарие [Бианки, 1985, 1989]. Латерализация функций, исходя из представлений Бианки, приведена в табл. 1.

Таблица 1
Латерализация принципов обработки информации в больших полушариях мозга животных [Бианки, 1985]

Левое полушарие	Правое полушарие
Индуктивная обработка	Дедуктивная обработка
Восприятие абстрактных признаков	Восприятие конкретных признаков
Последовательная обработка	Одновременная обработка
Примат аналитического восприятия	Примат синтетического (целостного) восприятия
Восприятие времени	Восприятие пространства

С позиций индуктивно-дедуктивной гипотезы могут быть объяснены основные дихотомии обработки информации. Общая схема церебральной латерализации представлена на рис. 3.



Рис. 3. Смена полушарного доминирования в процессе обработки информации

Нет сомнения в том, что исследования на животных расширяют представления о развитии асимметрии, однако многие из полученных данных еще требуют дополнительных подтверждений.

Речевая функция связана преимущественно с левым полушарием, а пространственная функция – преимущественно с правым. Возможно, эти различия связаны с различием в скорости развития левого и правого полушарий. Согласно предположению Корбаллиса, в период развития существует градиент созревания слева направо. Это означает, что левое полушарие развивается раньше правого, по крайней мере в то время, когда происходит овладение языком, после чего правое полушарие нагоняет в своем развитии левое. В соответствии с этой теорией, левое полушарие приобретает контроль над речевыми функциями не в силу того, что оно по природе специализировано для их реализации, а просто потому, что оно оказывается более развитым и доминирующим в то время, когда ребенок учится говорить. Вдобавок предполагается, что в случае повреждения левого полушария мозг обладает достаточной пластичностью, чтобы правое полушарие приняло на себя руководство речевыми функциями, но только если такая ситуация складывается на ранних этапах развития. Если развитие правого полушария уже вышло за пределы критической стадии для овладения языком, такая форма компенсации вряд ли будет возможна.

Одно устойчивое представление в нейропсихологии сводится к тому, что функциональные свойства нервной системы становятся со временем более закрепленными и специализированными. В контексте церебральной асимметрии это означает, что с возрастом следует ожидать большей выраженности латерализации головного мозга. Это предсказание получает некоторое экспериментальное подтверждение, однако в действительности все гораздо сложнее. В общем, исследования развития речевой деятельности после поражения левого полушария свидетельствуют о существовании трех критических диапазонов возраста: до 1 года, от 1 года до 5 лет, старше 5 лет. При повреждении мозга в возрасте до 1 года наблюдаются весьма обширные нарушения речи. Если повреждение мозга происходит в период

от 1 года до 5 лет, восстановление речи, как правило, возможно за счет реорганизации правого полушария, которое берет на себя большинство функций, утраченных левым полушарием. Однако поражения мозга после 5 лет не обнаруживают восстановления функции. Предположительно все функции правого полушария к этому возрасту складываются и закрепляются; Таким образом, правому полушарию уже недостает пластичности, чтобы заместить утрату функций другим полушарием.

Нибс описал различия в способах обработки информации левым и правым полушарием. Левополушарный способ обработки информации представляет собой сукцессивный (последовательный) логический анализ, тогда как для правополушарного способа более характерен симультанный синтез информации. Обзорная публикация М.Д. Лезака, в которой представлены результаты ряда исследований, свидетельствует, что с латерализацией головного мозга могут быть связаны и некоторые различия в эмоциональном функционировании, что находит свое подтверждение в различных паттернах эмоциональных реакций при унилатеральном – правополушарном или левостороннем – повреждении мозга.

Даже у пациентов с расщепленным мозгом к функциям, обычно представленным в одном полушарии, другое полушарие может получить доступ благодаря использованию механизмов периферической нервной системы. Газзанига и его коллеги назвали этот процесс «обменом репликами». Вот один из примеров: стимул, предъявляемый правому полушарию, вызывает определенную эмоциональную реакцию, которая интерпретируется левым полушарием, таким образом, что человек оказывается способным к соответствующей вербальной реакции. Следовательно, информация может передаваться от одного полушария через проводящие пути периферической нервной системы другому полушарию, даже когда непосредственная межполушарная связь через мозолистое тело невозможна.

Несмотря на свидетельства в пользу латерализации головного мозга человека, последний, находясь в нормальном состоянии, работает согласованно и как единое целое. Кинсборн указывает, что латерализованное функционирование одного полушария является комплементарным по отношению к функционированию другого. Латерализация головного мозга является скорее средством обработки различных компонентов информации, чем механизмом осуществления различных видов деятельности.

При исследовании взрослых испытуемых методом электрошока (одностороннего воздействия по медицинским показаниям) были получены следующие характеристики «левополушарного» и «правополушарного» типов организации психических функций. У «левополушарного» человека страдают виды психической деятельности, связанные с образным мышлением; он не воспринимает интонационного состава речи, мелодии; словоохотлив, имеет богатый словарный запас; у него усилены виды психической деятельности, лежащие в основе абстрактного мышления; наблюдается склонность к классификации. Отличается положительным эмоциональным

тонусом. «Правополушарный» человек демонстрирует резкое снижение речевых способностей; классификация нарушена; объясняется охотнее мимикой и жестами; хорошо различает изменение интонации. Отличается образным мышлением. Преобладают отрицательные эмоции [Деглин, 1995].

В табл. 2.2 представлено распределение функций между двумя полушариями у взрослых здоровых испытуемых-правшей.

Таблица 2.2

Латерализация и распределение доминирования неокортикальных функций у правшей
(цит. по: [Грюссер, Зельке, Цинда, 1995])

Левое полушарие	Правое полушарие
Устная речь	Метафорный смысл речи
Чтение	Чувство юмора
Письмо	Эмоциональная окраска речи
Вербальное мышление	Интонация устной речи (просодия)
Размер прозы и поэзии	Звуковысотные отношения, тембр и гармония в музыке
Ритм музыки	Пространственные понятия и представления, стереоскопическое зрение, вращение в пространстве
Название цветов	Пространственные координаты, общая пространственная ориентация
Классификация цветов	Геометрия, игра в шахматы
Счет	Восприятие «гештальтов»
Правая часть внешнего пространства	Левая и правая части внешнего пространства
Интерпретация мимики и жестов	Распознавание мимики и жестов
	Узнавание лиц.
	Эмоциональные реакции

«Пространственное» правое и «временное» левое полушария обладают способностями, позволяющими им вносить важный вклад в большинство видов когнитивной деятельности. Комплементарностью специализированных функций двух полушарий определяется то, что модели действительности, конструируемые нормальным мозгом и качественно отличные от простого суммирования типов репрезентационных стратегий, свойственных каждому отдельному полушарию, дают человеку возможность видеть и воспринимать окружающий мир во всем его многообразии.

С момента рождения обнаруживаются признаки корреляции функциональной асимметрии с рукостью. Наглядным примером может служить шейно-тонический рефлекс у младенцев, при котором голова ребенка поворачивается в одну сторону практически с одновременным вытягиванием (разгибанием) руки и ноги с той стороны тела, куда оказывается повернутой голова. Этот рефлекс, наблюдаемый у младенцев в возрасте младше 20 недель, обнаруживает выраженную правостороннюю тенденцию у большинства обследуемых детей, что свидетельствует в пользу ранней функциональной тенденции к праворукости.

Предпочтение руки продолжает развиваться с возрастом. Для таких задач, как доставание, сколько-нибудь надежное установление рукою не-

возможно раньше 6-месячного возраста, и только постепенно паттерн доставания предмета рукой становится более устойчивым и последовательным, что достигается примерно к 8 годам. Таким образом, рукость является существенно более вариативной характеристикой у дошкольников по сравнению с подростками или молодыми взрослыми. Попытки изменить рукость демонстрируют потерю пластичности функции с увеличением возраста. Хотя доля успешных попыток изменения ведущей руки в любом возрасте невелика, отмечается резкое снижение доли таких попыток после 9 лет.

Общий паттерн развития обнаруживается с появления врожденной или рано приобретенной предрасположенности к специфическому поведенческому паттерну (например, предпочтению правой руки). Нарушение нормального хода развития может вызвать изменения в наблюдаемом поведении (появление леворукости). Функциональная специфичность все более закрепляется с возрастом (появляется устойчивое предпочтение руки), и происходит постепенная утрата пластичности (рукость закрепляется и практически не поддается изменению). Та же самая последовательность стадий (начальная предрасположенность к развитию, период уязвимости к воздействиям среды, период пластичности и период закрепленных функциональных свойств) обнаруживается независимо от того, идет ли речь о развитии неврологических структур, сложных паттернов церебральной организации или функциональных проявлений поведения.

1.6. Психофизиология

Психофизиология – это наука, изучающая умственные или эмоциональные процессы в том виде, в каком они обнаруживают себя в произвольных физиологических реакциях, которые можно наблюдать у неповрежденного организма. Не следует смешивать психофизиологию с физиологической психологией, изучающей физиологическую основу психических явлений.

Психофизиология – наука о механизмах психических процессов и состояний. В психофизиологии 90-х гг. применяются разнообразные методы исследований: от поведенческого уровня до молекулярного – вот диапазон анализа; от сообществ человека и животных до структуры молекул – вот объекты опытов.

В психофизиологии сегодняшнего дня выделяется несколько концептуально оформленных ветвей: психофизиологическое направление, основанное Е.Н. Соколовым, сущность поисков которого отражена в логике триумвирата «человек – нейрон – модель»; психофизиологическая школа П.К. Анохина и В.Б. Швыркова, опирающаяся на теорию функциональных систем; нейрогенетическая психофизиология, которая выросла в самостоятельную, продуктивную и яркую ветвь из психологии индивидуальных различий и разрабатывается в исследованиях И.В. Равич-Щербо и ее коллег; исследования механизмов памяти, функциональных состояний, вос-

приятя, эмоций и мышления [Данилова, 1992; Хьюбел, 1990].

Для психофизиолога независимыми переменными обычно служат психологические манипуляции. Участвующему в эксперименте человеку могут предложить сделать выбор, решить предложенную задачу, поставить в условия эмоционального напряжения, выполнить определенное задание или реагировать на серию простых стимулов и т.д. Зависимыми переменными являются физиологические изменения, которые могут регистрироваться на уровне периферической активности либо в виде электрических сигналов (например, мозговые волны, мышечные потенциалы, ЭКГ), либо в виде изменений давления, объема или температуры (например, дыхательные движения, кровяное давление, температура кожи). Психофизиологи используют в качестве зависимых переменных биохимические изменения мочи, крови или пота достаточно редко.

Каналы получения психофизиологической информации

Сердечно-сосудистая система. Издавна люди судят об умственных и эмоциональных процессах друг друга по сердечно-сосудистым изменениям, потому что некоторые такие изменения (лицо покрывается краской или бледнеет, сердце бешено колотится в груди, руки холодеют и т.д.) можно увидеть невооруженным глазом. Важнейшими источниками (каналами) информации являются ЭКГ, АД, пальцевая плетизмография и, возможно, пальцевая температура.

У интактного испытуемого кровяное давление можно измерять только периодически, посредством выслушивания сосудистых тонов. Исследуемому накладывают на плечо полую резиновую манжету, в которую закачивают воздух до тех пор, пока манжета полностью не сдавит просвет плечевой артерии и кровоток в ней не прекратится. Приложив стетоскоп к артерии ниже манжеты, начинают постепенно выпускать из нее воздух (т.е. создавать декомпрессию) до появления первых звуков Короткова. Эти звуки вызваны тем, что вследствие снижения давления в манжете чуть ниже уровня систолического АД ток крови при систоле преодолевает сдавленный участок и прорывается за манжету, ударяя о стенки артерии и порождая характерный шум, слышимый ниже манжеты. То давление в манжете, при котором появляются первые звуки в артерии, соответствует максимальному, или систолическому давлению. При дальнейшем снижении давления в манжете наступает момент, когда оно становится ниже диастолического, кровь начинает течь как во время систолы, так и во время диастолы. В этот момент звуки в артерии ниже манжеты исчезают, а величина давления в манжете, когда это происходит, соответствует минимальному, или диастолическому давлению.

Сердечный ритм и кровяное давление, по всей видимости, подчиняются закону начальных значений, который гласит, что изменение любой из этих переменных, вызванное каким-либо стимулом, будет коррелировать с предстимульным уровнем переменной. Так, прессорный (повышающий

кровенное давление) стимул вызовет меньшее увеличение частоты уже быстро сокращающегося сердца, чем в том случае, когда сердце бьется медленно и спокойно.

Метод электрокардиографии.

Исследования в области прикладной психофизиологии показали, что индикаторы сердечного ритма – надежное средство оценки функциональной системы (ФС) человека (Данилова, 1992, 2001; Соколов, Станнус, 1982; Хессет, 1981; Cacioppo, Tassinary, 1990).

По отношению к ЦНС система регуляции сердечной деятельности является «периферией», однако хорошо известно, что «перестройки в работе сердечно-сосудистой системы отражают процессы, проходящие в головном мозгу, и ни один показатель сердечно-сосудистой системы не является чисто «периферическим» (Хессет, 1981, с. 77-78). Большинство современных авторов, начиная с классиков Л. Лейси и П. Орбиста (по: Хессет, 1981). Придерживается той точки зрения, что индикаторы сердечного ритма могут отражать специфические особенности информационной нагрузки на человека, функционирование весьма тонких механизмов локальной активации (Данилова, 1992; Berntson, Cacioppo, Quigley, 1993; Hazlett et al., (1997); Orlebeke, Somsen, Van der Molen, 1985; Pollak, Obrist, 1988). Н.Н. Данилова, известный специалист в области диагностики ФС, подчеркивает, что вегетативные реакции непосредственно включены в адаптационно-трофическую функцию организма и тонко отражают те трудности, с которыми человек сталкивается в процессе деятельности. «Изменения сердечного ритма и показателей центрального кровотока являются важным звеном в адаптации организма к условиям внутренней и внешней среды, что открывает возможность использования характеристик сердечного ритма для оценки функционального состояния организма в целом» (Данилова, 1992, с. 25).

Часто используемые показатели ритма сердца – частота сердечных сокращений (ЧСС) и дисперсия RR-интервалов. ЧСС отчасти отражает так называемую хронотропную функцию сердца, проявляющуюся в скорости проведения возбуждения по проводящей ткани. Повышение и понижение ЧСС соответствуют положительному или отрицательному хронотропным эффектам и регулируются симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Дисперсию RR-интервалов многие исследователи считают важным и независимым от ЧСС показателем изменения ФС наряду с другими показателями вариативности сердечного ритма (для обзора см.: Данилова, 1992; Orlebeke, Somsen, Van der Molen, 1985). Несмотря на ряд существенных ограничений в интерпретации механизмов регуляции наблюдаемых изменений ЧСС и показателей вариативности сердечного ритма, в целом можно с известной долей уверенности утверждать, что эти показатели отражают интегральный уровень активации парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной систе-

мы и широко используются в психофизиологии в качестве надежных индикаторов (Данилова, 1992; Casioppo, Tassinary, 1990; Gump, Matthews, 1998; Kamancu et al., 1993, 1994; Larsen et al., 1986; Smith et al., 2000).

Электродермальная система.

Кожные ощущения

Кожные ощущения составляют аспекты того, что часто называют чувством осязания. Как показывают исследования, существует четыре различных вида кожных ощущений: ощущения давления (прикосновения), боли, тепла и холода. Считается, что другие виды кожной чувствительности, например зуд и щекотание, представляют собой вариации этих четырех основных (или «первичных») кожных ощущений

Кожные рецепторы располагаются во внутреннем слое кожи и распределены по поверхности тела неравномерно. Нервные пути, идущие к мозгу от кожных рецепторов, организованы в соответствии с участками тела, называются дерматомами. Каждый дерматом соединяется со спинным мозгом посредством нервов.

«Локальный симптом» – термин, относящийся к способности индивидуума локализовать, не глядя, участок поверхности тела, на котором кожа подвергается раздражению.

Рецепторами прикосновения, как полагают, служат тельца Мейснера, нервные сплетения в волосных мешочках и некоторые голые нервные окончания. Рецепторами давления является тельцами Пачини, которые внешне напоминают луковицы с нервным волокном в центре. По всей вероятности, рецепторы реагируют на изменения давления, а не постоянное приложение силы.

При одновременном прикосновении к двум точкам кожи может возникнуть ощущение только одного прикосновения, если эти две точки лежат настолько близко друг к другу, что обслуживаются одним рецептором или одним нервным волокном. То наименьшее расстояние между точками кожи, при раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений, называется порогом пространства. Величина этого порога варьирует в зависимости от части тела и размера соответствующего дерматома: наибольший порог определяется в центре спины, а наименьший – на кончике языка.

Предстоит еще многое узнать о рецепции боли в различных участках тела и о болевых центрах в головном мозге. По-видимому, рецепторами поверхностной (кожной) боли служат голые нервные окончания. Боль служит сигналом о том, что телу нанесено повреждение. Экспериментально обнаружена незначительная адаптация к легкой поверхностной (кожной) боли.

До настоящего времени не обнаружены тепловые и холодные рецепторы, хотя точно известно, что тепло и холод воспринимаются разными уча-

стками.

По сравнению с подкожными тканями, кожа имеет относительно высокое сопротивление электрическому току. Во второй половине XIX в. было открыто, что сопротивление толстой кожи ладоней и подошв необычайно тонко реагирует на психол. стимуляцию. Известно, что потовые железы в этих волярных областях выполняют особую функцию; вместо содействия терморегуляции они увлажняют схватывающие поверхности при подготовке к действию. Сухая кожа ладоней скользкая и более подвержена механическим повреждениям вследствие трения. Нейронные цепи, образующиеся в активирующих системах среднего мозга, контролируют волярное потоотделение, крое увеличивается тонически с увеличением возбуждения ЦНС и, кроме того, – волнообразно, фазически, в ответ на любой стимул, достаточно значимый для того, чтобы вызвать ориентировочную реакцию. Отчасти потому, что каналцы потовых желез обеспечивают низкоомный (с малым сопротивлением) путь через эпидерму, электрическое сопротивление кожи варьирует в зависимости от активности потовых желез. Поскольку это сопротивление изменяется фактически обратно пропорционально потоотделению, в настоящее время принято измерять кожную проводимость, являющуюся обратной величиной электрическому сопротивлению. Самый низкий уровень кожной проводимости у дремлющего или засыпающего человека; он резко повышается при его пробуждении и становится еще выше при умственном усилии или эмоциональном напряжении.

Электромиография.

Во время покоя скелетная мускулатура всегда находится в состоянии легкого тонического напряжения. Так, чтение «про себя» сопровождается увеличением ЭМГ-активности мышц нижней губы. Причем чем сложнее или бессмысленнее текста, тем выраженнее ЭМГ.

Во время готовности к движению, мысленному его выполнению при эмоциональном напряжении и других подобных случаях, т.е. в ситуациях, не сопровождающихся внешне наблюдаемыми движениями, тоническая ЭМГ возрастает как по амплитуде, так и по частоте.

Произвольное движение сопровождается определенной последовательностью активации различных мышц: амплитуда ЭМГ одних мышц увеличивается до движения, других – в процессе движения.

Электрод, помещенный на кожу над любой мышечной массой, будет регистрировать (относительно другого электрода, закрепленного в области покоя, например, на мочке уха) высокочастотный сигнал (10-500Гц), порождаемый повторяющимися разрядами в сотнях или тысячах мышечных волокон. С помощью специальной электронной аппаратуры этот сигнал можно интегрировать в целях получения более простой кривой, отображающей среднее мышечное напряжение. Вероятно, за исключением фаз REM-сна. (сна с быстрыми движениями глаз), поперечнополосатые мышцы сохраняют некоторое напряжение, называемое тонусом, даже в состоянии

покоя, и оно связано с редкими, возникающими асинхронно импульсами в отдельных мышечных волокнах. У «напряженного» индивида этот тонус покоя может быть довольно высоким, охватывая либо все мышцы, либо специфическую мышечную группу. Поверхностная электромиография дает усредненную картину такого субактивного мышечного напряжения.

Движения глаз и зрачковый рефлекс.

Глаза почти всегда находятся в движении. Самому человеку кажется, что окружающий мир относительно неподвижен, а глаза движутся произвольно, но это не так. Даже когда мы пытаемся фиксировать взгляд на предмете или картине при их внимательном рассматривании, глаза прекращают выполнять размашистые движения всего на 250-300 мс, а мелкие движения продолжают даже в этот период относительной неподвижности. В общем, движения глаз выполняют функцию обеспечения новой информации центрального, или фовеального, зрения, чтобы рецепторы не адаптировались и не прекращали передавать информацию в зрительную кору. Некоторые движения глаз, в частности мелкое дрожание, объясняются мышечным напряжением плотной мускулатуры, обслуживающей зрительную систему.

Каждое глазное яблоко сохраняет свое положение в орбите и приводится в движение с помощью шести мышц. Анатомически глазные мышцы образуют три пары. Медиальная (назальная) и латеральная (височная) прямые мышцы обеспечивают горизонтальные движения глаз вокруг вертикальной оси. Верхняя и нижняя прямые мышцы составляют эффективную пару комплементов для обеспечения вертикальных движений глаз, а также содержат горизонтальный и вращательный элементы, делающие возможным косо направленные движения глаз. Нижняя и верхняя косые мышцы располагаются под углом друг к другу и контролируют вращательные движения совместно с верхней и нижней прямыми мышцами. Глазные мышцы не только обеспечивают значительную широту движений. Благодаря их плотности, на единицу веса подвижных органов приходится больше мускулатуры, чем это имеет место для любой другой структуры тела. Следствие этого – высокая скорость движений глаз, устойчивость глазных мышц к динамическим нагрузкам и их способность быстро восстанавливать свои функции после утомления.

Обычно движение глаз совершается сопряженно, или параллельно. Единственное исключение – система вергентных движений: при рассматривании близких предметов происходит конвергенция глаз (сведение зрительных осей за счет поворота глазных яблок навстречу друг другу), а при переводе взгляда на более удаленные предметы происходит дивергенция глаз (разведение зрительных осей за счет отведения глазных яблок кнаружи от средней линии тела). И в том, и в другом случае глаза движутся в противоположных направлениях. Движения глаз подразделяются на

схватывающие, удерживающие и мелкие.

Схватывающие движения направлены на поиск и фиксацию стимула. Основным движением этого типа является быстрое скачкообразное движение глаз – саккада. Ежедневно совершается приблизительно 230 000 саккадических движений глаз. В общем, чем больше движение глаз, тем с большей скоростью оно совершается: при углах вращения глаза в 5° и меньше скорость движения составляет примерно $200^\circ/\text{с}$, а более крупные саккады в 100° и более могут достигать скорости, превышающей $700^\circ/\text{с}$. Вместе с тем, 85% саккадических движений глаз ограничены 15° . Считается, что это баллистические движения: раз начавшись, они должны достичь мишени, прежде чем инициируется следующее движение и направление изменится. Саккады, по-видимому, чувствительны и адаптируемы к когнитивному входу и к мишени или насыщенности зрительной сцены. Маловероятно, что последовательные саккады произойдут в промежуток времени меньше 150 мс, поскольку зрительной системе требуется около 50 мс на программирование саккады в процессе фиксации, от 20 до 30 мс – на выполнение саккадического движения и 50 мс – на восстановление четкого восприятия. Во время чтения саккады организованы в относительно упорядоченную последовательность, однако во время визуального поиска или разглядывания объектов они возникают без всякой системы.

Быстрая фаза оптокинетического нистагма также относится к схватывающим движениям. Когда человек следит за вращающимся полосатым барабаном или кружится на карусели, через определенные интервалы происходит резкий скачок глазного яблока с фиксацией взгляда на новом и обычно несколько смещенном назад (относительно вращения) элементе барабана или визуальной сцены.

Удерживающие движения направлены на сохранение схваченной сцены или предмета в области центрального (фовеального) зрения. В настоящее время выявлены три вида таких движений. Вестибулярные движения происходят в тех случаях, когда вестибулярная система внутреннего уха дает по цепи обратной связи команду глазодвигательной системе удерживать взгляд на мишени независимо от движений головы. Тихое преследование, слежение или медленная фаза нистагма – примеры удерживающего движения, при котором глаза следуют за движущимся стимулом. Если скорость движения стимула нарастает слишком быстро, инициируются корректирующие саккады, обеспечивающие повторный захват движущегося стимула для продолжения слежения за ним до тех пор, пока не будет достигнут следующий критический уровень корректировки. Вергентные движения также относятся к удерживающим, но выполняются они рассогласованнее (глаза движутся в разных направлениях). К основным вергентным движениям относятся конвергенция и дивергенция, проявляющиеся в виде перекрытия зрительного поля. Вергентные движения можно продемонстрировать с помощью карандаша, удерживаемого прямо перед собой на расстоянии вытянутой руки от глаз: сгибая руку в локте и приближая карандаш к

носу, мы вызовем конвергенцию, а удаляя карандаш от носа – дивергенцию глаз. Эти движения произвольны. Они совершаются медленно и обычно имеют малую угловую величину.

Третья группа чрезвычайно мелких движений известна под названием физиологическая нистагма. Эти движения накладываются на более крупные движения и фиксации, обсуждавшиеся выше, и, по-видимому, имеют сходное происхождение, однако их назначение выяснить пока не удалось. Мелкий тремор имеет медианную амплитуду около 17 угловых секунд, а его частота составляет от 25 до 125 колебаний в секунду. Медленный дрейф происходит с амплитудой от 2 до 5 угловых минут и средней скоростью от 1 до 5 угловых минут в секунду. Это можно наблюдать, поместив небольшой источник красного света в темной комнате. Фиксация взгляда на этом источнике света создаст впечатление его движения по комнате. Микросаккады, или рывки, являют собой другой вид физиологического нистагма. Они имеют амплитуду от 1 до 20 угловых минут и предельную скорость около 10°/сек. Строгие экспериментальные исследования показали, что мелкие движения физиологического нистагма не играют существенной роли в повышении остроты зрения.

Два независимых исследователя – Басуелл и Тинкер, работавшие в период с 1920 по 1940 гг., внесли решающий вклад в наше понимание процесса чтения и рассматривания картин. Говоря коротко, они продемонстрировали, что длина саккад и продолжительность фиксации зависят от типографских параметров, контекста и трудности самого текста. Значение придавалось большей специфичности тех частей слов, на которых заканчивались движения глаз, и приспособляемости движений глаз к изменению динамических отношений между предложениями в отрывках текста, в зависимости от способностей читающего к когнитивной обработке информации (например, в зависимости от субъективной важности того или иного участка текста). За прошедшее время появились более удобные средства регистрации движений глаз, в том числе имеется возможность делать это незаметно для испытуемого. Это позволяет точнее оценить естественное поведение с минимальными ошибками. Регистрация движений глаз применяется при изучении поведения водителей, пилотов, наблюдающих за показаниями приборов и земными объектами, проявлений психопатологии и недостаточной специфической обучаемости, а также во множестве других областей исследований.

На протяжении почти 100 лет внимание экспериментаторов было направлено на доказательство правильности одного из четырех предположений о целях движения глаз. Во-первых, благодаря движению глаз осуществляется функция зрения: в их отсутствие рецепторы адаптируются и зрительные сцены становятся менее яркими. Во-вторых, движения глаз и фиксации взгляда играют роль в восприятии зрительных образов: по-видимому, они реализуют психомоторную программу, имеющую прямое

отношение к рассматриваемой сцене или картине. В-третьих, движения глаз и фиксации взгляда могут быть подчинены восприятию: поскольку фиксации происходят на тех участках зрительного поля, которые наиболее информативны, Например на контурах, объектах и затенении, предполагается, что общее семантическое содержание задает паттерн движений глаз. В-четвертых, последовательность движений глаз может служить средством кодирования, хранения и последующего реконструирования промежуточных ретинальных изображений деталей, обнаруженных на картине или в сцене: каждый индивидуум имеет собственный уникальный паттерн движений глаз, который отражает его интерпретацию данной сцены. Не исключена возможность, что каждая из этих альтернатив верна в тот или иной момент времени.

Глаза – это также «окна души», через которые мы можем мельком увидеть работу мозга. Движения глаз и направление взора можно регистрировать с помощью электроокулографии (ЭОГ). Глаз подобен маленькой батарейке с напряжением около 1 мВ между роговицей (положительный полюс) и тыльной стороной сетчатки. Если электроды располагаются рядом с наружными углами глазной щели, то при повороте обоих глаз, например, вправо, электрод с правой стороны становится электроположительным относительно электрода, закрепленного слева. Другая пара электродов, размещенных выше и ниже каждого глаза, регистрирует вертикальные движения глаз. Чувствительность метода ЭОГ иллюстрирует тот факт, что, когда испытуемый следит за целью, движущейся по синусоидальной траектории от одного края экрана осциллографа к другому, записанная на полиграфе электроокулограмма (ЭОГ) будет почти идеальной синусоидальной волной; если затем заставить двигаться мишень в соответствии с сигналом треугольной формы, запись ЭОГ точно отразит это изменение.

ЭОГ применялась для изучения саккадических движений глаз, имеющих место в процессе чтения или поиска информации на видеотерминале. Этот метод также использовался при исследовании нистагма и плавных следящих движений глаз при наблюдении за движущейся целью.

Размер зрачка, который может меняться от 2 до 8 мм в диаметре, регулируется автономной нервной системой таким образом, чтобы поддерживать постоянной интенсивность светового потока, попадающего на сетчатку. Однако зрачок реагирует еще и на психологическую стимуляцию небольшими (<1 мм), но регулярными изменениями (обычно расширениями), наступающими вслед за раздражителем с латентным периодом порядка 0,2 с.

Мозговые волны. Электроэнцефалография.

Нейронную активность, имеющую отчасти электрическую природу, можно записать с помощью электроэнцефалографа. Эту запись изменений электрической активности головного мозга во времени называют электро-

энцефалограммой (ЭЭГ), или, менее официально, мозговыми волнами. Приоритет в разработке метода электроэнцефалографии принадлежит немецкому психиатру Г. Бергеру (1873-1941).

Мозговые волны здорового человека весьма разнообразны. Их частота охватывает диапазон от 1 до 100 Гц. Амплитуда колебаний сложного сигнала обычно составляет около 50 мкВ, хотя амплитуда отдельных волн здорового мозга может достигать до 1 мВ. Паттерн Мозговых волн в человеке – это глобальная и довольно грубая мера функционирования головного мозга, однако до сих пор не прекращаются попытки связать – пусть не всегда убедительно – паттерны ЭЭГ с различными состояниями сознания, а также с аномалиями головного мозга.

У людей запись мозговых волн производится с помощью отводящих электродов, накладываемых на определенные участки кожного покрова черепа. Разности потенциалов между электродами усиливаются и записываются на движущуюся бумажную ленту в виде функции времени. Эти разности потенциалов образуются от функционирования нейронов коры больших полушарий и почти всегда связаны с полем действия синаптических потенциалов. К последним относятся возбуждающие и тормозные постсинаптические потенциалы (ВПСП и ТПСП соответственно), генерируемые в ответ на высвобождение нейромедиатора пресинаптическим нейроном. Нейроны, ориентированные перпендикулярно поверхности коры, вероятно, играют главную роль в формировании паттернов мозговых волн.

Мозговые волны (или, как их еще называют, ритмы ЭЭГ) были сгруппированы по частотам и обозначены греческими буквами. К наиболее известным относятся: альфа-ритм (8–12 Гц), бета-ритм (от 13 Гц и выше), тета-ритм (4–7 Гц) и дельта-ритм (от 3 Гц и ниже).

Определенные ритмические мозговые волны обнаруживаются в разных областях головного мозга.

Мозговые волны и сон

Записи мозговых волн оказались полезными при исследовании сна. Во время сна паттерн волновой активности мозга довольно точно отражает состояние сознания человека. Состояние бодрствования обычно характеризуется высокой степенью бета-активности. По мере погружения человека в сон мозговые волны начинают меняться в направлении увеличения амплитуды и понижения частоты, проходя в своем изменении через ряд стадий. Эти стадии постепенно переходят одна в другую и не являются четко выраженными. Стадия 0 – это непосредственно предшествующее сну бодрствующее состояние, которое характеризуется наличием альфа-ритма. Стадия 1 имеет сходные волновые паттерны, отличающиеся некоторым уменьшением амплитуды колебаний и исчезновением альфа-ритма. Стадия 2 определяется по появлению «сонных веретен» – кратковременных (0,5-2 с) всплесков волновой активности частотой 13-16 Гц. Для этой стадии также характерны «К-комплексы», или резкие колебания амплитуды сиг-

нала. Стадия 3 – это переходная фаза, в которой наряду с веретенами и К-комплексами появляются более медленные волны, преобладающие на следующей стадии. Стадия 4 – последняя и самая глубокая – содержит преимущественно дельта-волны, частота которых варьирует в диапазоне от 0,5 до 3 Гц.

Еще одна форма мозговых волн появляется на стадии *REM-сна* (БДГ-сна). *REM-nairepu* имеет сходство с волновым паттерном стадии 1, хотя в данном случае чел. явно спит. Эта стадия связана с быстрыми движениями глаз (*rapid eye movements*, сокращенно - *REM*) частотой 1-2 движения в секунду, которые происходят в виде коротких всплесков. Она также сопровождается полным расслаблением антигравитационных мышц, эрекцией пениса у мужчин и приростом спайковой активности нейронов моста, колленчатых тел и затылочной коры. По всей вероятности, *REM-сон* представляет собой периоды сновидений, поскольку о них сообщает большинство людей, когда их будят на этой стадии сна. В противоположность этому, только 20% людей, разбуженных во время других стадий сна, сообщают о сновидениях.

Мозговые волны и клиническая диагностика

Несмотря на свои ограничения в качестве меры функционирования головного мозга, мозговые волны имеют определенную ценность для клинической диагностики отклонений в его работе. Нет таких форм или частот волновой активности мозга, которые являются однозначно аномальными, и потому мозговые волны интерпретируются с учетом полного контекста поведенческих актов и других неврологических исследований. Анализ мозговых волн особенно полезен при диагностике и оценке таких заболеваний и состояний, как эпилепсия, опухоли мозга, церебральные инфекции, кома и прекращение деятельности головного мозга. Последовательные записи ЭЭГ используются при наблюдении за процессом восстановления мозговых функций после черепно-мозговых травм, инсультов или других повреждений мозга.

Компьютеризация существенно повысила полезность записей мозговых волн. Компьютер может отфильтровывать определенные частоты, анализировать длинные записи и усреднять их по разным параметрам. Одним из важных достижений в компьютеризации записей мозговых волн является регистрация и анализ вызванных потенциалов. Предъявление одиночного внешнего раздражителя импульсного характера (с крутыми передним и задним фронтами) не приводит к видимым изменениям ЭЭГ, поскольку электроды фиксируют суммарную активность огромной совокупности нейронов, тогда как нейрональный ответ на этот раздражитель может затрагивать лишь незначительную часть этой совокупности. Спонтанная активность всех остальных нейронов, чья электрическая активность влияет на формирование паттерна мозговых волн, маскирует потенциалы действия интересующих нас нейронов. Но если такой раздражитель предъявлять

множественно, то с помощью компьютера записи мозговых волн можно усреднить. Спонтанная и случайная активность в этих записях при их наложении друг на друга в конечном счете будет сведена к нулю, а значит – «стерта». Останется устойчивая реакция интересующей исследователей совокупности нейронов на многократное предъявление определенного раздражителя. Этот остаточный волновой паттерн и есть вызванный потенциал. Метод вызванных потенциалов широко используется в исследованиях слуховой и зрительной систем.

Электрическая активность головного мозга гораздо сложнее сигналов, вырабатываемых самыми современными компьютерами; лишь одну миллиардную часть этой информации можно считать с поверхности мозга и еще меньше – с поверхности черепа. Так как закрепленные на черепе электроды интегрируют электрическую активность значительной области мозговой коры, достаточно полную запись суммарной ЭЭГ можно получить примерно с 20 электродов, симметрично размещенных на голове. Определен набор стандартных схем размещения электродов (*International Ten-Twenty System*). Полный монтаж электродов обычно применяется клиницистами, ищущими ЭЭГ-подтвержения предположений о наличии опухолей или очагов эпилептической активности в головном мозге, тогда как исследователи чаще используют только одно или несколько отведений ЭЭГ. Наиболее часто запись спонтанной ЭЭГ используется в исследованиях сна; в сочетании с регистрацией латеральных движений глаз и мышечного напряжения, ЭЭГ дает возможность идентифицировать с достаточной надежностью 5 стадий сна.

Вызванные корковые потенциалы.

В сущности, любой стимул, воспринимаемый испытуемым, будет оказывать действие на ЭЭГ; на самом деле, предположительно спонтанная ЭЭГ может быть по большей части суммарным эффектом потока внешней и внутренней стимуляции, непрерывно бомбардирующей сенсориум. Для обнаружения эффекта любых, кроме самых интенсивных, стимулов среди фоновой активности ЭЭГ требуется многократное предъявление интересующего стимула, с тем, чтобы можно было суммировать и усреднить постстимульные участки записи ЭЭГ. Если случайно выбрать и усреднить 100 полусекундных участков записи ЭЭГ, среднее будет стремиться к прямой линии. Однако 100 полусекундных участков записи ЭЭГ, следующих сразу за 100 предъявлениями, скажем, звукового щелчка, будут всякий раз содержать потенциал, вызванный этим щелчком: сравнительно сложный пакет волн с временной привязкой к данному стимулу.

Более ранние компоненты вызванного коркового потенциала (ВКП), по видимому, отображают более ранние стадии обработки информации корой головного мозга. Полученные в последнее время данные свидетельствуют в пользу возможной связи между скоростью (латентным периодом) этих

компонентов и неким базовым измерением интеллекта. Более поздние компоненты, особенно положительная волна с постстимульной задержкой примерно в 300 мс (P-300), по всей вероятности, отражает завершение процесса идентификации или классификации стимула. Фактический латентный период этой волны меняется пропорционально времени реакции, а ее амплитуда – пропорционально объему информации в стимуле; внезапные, важные или, может быть, «незабываемые» стимулы вызывают более выраженные P-компоненты.

Изучение психологических коррелятов различных компонентов ВКП и использование этих данных при формулировании и проверке моделей обработки информации мозгом – одно из наиболее быстро развивающихся и перспективных направлений в психофизиологии.

Компьютерная томография (КТ)

КТ – метод лучевой диагностики, коренным образом изменивший медицинскую диагностику. В частности, КТ-сканирование головы избавило от необходимости широкого использования более инвазивных нейрорадиологических методик (например, ангиографии или пневмоэнцефалографии), сопряженных с риском осложнений и детальности. Технология КТ обещает изменить роль клинического нейропсихолога в том смысле, что умение обнаруживать и локализовать поражения структур головного мозга будет все больше обесцениваться по мере увеличения доступности КТ-диагностики.

Методика КТ, впервые внедренная в Великобритании лабораториями Европейских музыкальных инструментов, является великолепным примером применения компьютерной технологии в медицинской диагностике. Компьютерная томография измеряет ослабление рентгеновских лучей, проходящих через срез тела под сотнями различных углов, и затем объединяет эту информацию для реконструкции внутренней картины тела. При сканировании мозга можно определять небольшие различия в плотности мозговых структур и производить осмотр на удивление четкой картины нормальной анатомии головного мозга. Что еще важнее, можно легко выявить такую патологию мозга, как опухоли или кровоизлияния. Использование контрастных средств делает полученные изображения еще более качественными. Можно произвести множество «срезов» мозга, что дает возможность трехмерной визуализации мозговых структур. Каждый такой «срез» может быть сфотографирован и сохранен в истории болезни пациента; кроме этого, данные по всем пациентам могут быть сохранены в памяти компьютера и в дальнейшем восстановлены. Неоднократное сканирование дает возможность исследователю проследить морфологические изменения в головном мозге с течением времени; эта информация может иметь как диагностическое, так и терапевтическое значение.

КТ имеет большие перспективы и как исследовательский, и как диагностический инструмент. Эту технологию можно использовать для опреде-

ления структурных изменений, связанных со старением, слабоумием, алкоголизмом и любыми неврологическими заболеваниями. Помимо этого, появилась возможность изучать ранее не затрагиваемые области (например, новейшие исследования показали увеличение размера желудочков мозга у непропорционально большого числа больных шизофренией). И наконец, КТ-сканирование позволит уточнить корреляции в исследовании структурно-функциональных связей мозга, что в конечном счете приведет к созданию более адекватной функциональной географии мозга.

Когнитивная психофизиология

Когнитивная психофизиология – это междисциплинарная, возникшая благодаря частичному перекрытию психологии и физиологии, область исследований, в которой предпринимаются попытки разрешить классическую проблему «разумной души», делая ставку на использование современной электронной техники. Исходное допущение состоит в том, что ментальные (психические) процессы порождаются в процессе взаимодействия выборочных телесных (физических) систем и что их можно непосредственно исследовать с помощью достаточно чувствительного оборудования. К этим телесным системам относятся органы чувств (глаза, уши и т.д.), ЦНС (главным образом головной мозг), скелетная мускулатура, автономная система (желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистая система и т.д.), а также их нервные взаимосвязи. О междисциплинарном характере этой области свидетельствует работа в ней исследователей, представляющих психологию, физиологию, медицину и биохимическую инженерию.

Современная оценка проблемы разума

При рассмотрении вопроса о локализации психических процессов или, проще говоря, при определении места возникновения образов и мыслей в границах тела объективность требует от нас избегать предрасполагающих тенденций и считать любую телесную систему возможным кандидатом на обслуживание некой когнитивной функции, по крайней мере до тех пор, пока эмпирически не установлено обратное. Однако реакции этих систем зачастую бывают столь тонкими, что их стали называть *скрытыми* (в противоположность *открытым*). Скрытые реакции – это такие телесные микропроцессы, которые невозможно наблюдать невооруженным глазом, и поэтому они должны быть усилены с помощью специального лабораторного оборудования, чтобы их можно было изучать так же, как это делается в случае исследования мозговых волн или сердечной деятельности.

Когнитивные психофизиологи, специализирующиеся в области различных телесных систем и использующие высокочувствительные методы, к настоящему времени достигли серьезных успехов в измерении скрытых реакций *по всему* телу на протяжении изучаемой когнитивной деятельности. Кроме того, было установлено, что эти события происходят в тесной вре-

менной близости друг к другу и оказываются систематически (часто – каузально) связанными. Отсюда напрашивается неизбежный вывод, что широко распространенные скрытые реакции в органах чувств, головном мозге, мышцах и автономной системе связаны между собой через сложные нейромышечные цепи, обладающие кибернетическими характеристиками (контуров обратной связи или следящих контуров).

Лаборатория когнитивной психофизиологии для изучения скрытых телесных актов электрофизиологическими методами имеет четыре существенных признака: а) использование *датчиков*, обычно в виде электродов, помещаемых поверх головного мозга и на поверхности кожи для обнаружения электрических компонентов нейронных, мышечных и glandularных (железистых) эффектов; б) использование усилителей, которые усиливают амплитуду фиксируемых датчиками телесных сигналов; в) использование *считывающих устройств*, таких как катодные осциллографы или самописцы, которые наглядно отображают скрытые телесные сигналы; д) использование *систем квантификации* (или количественного представления данных), которые переводят эти сигналы в числовые значения.

Ряд наиболее часто измеряемых психофизиологических эффектов систематизирован и представлен в виде табл. 1. Основная демаркационная линия проходит между реакциями мышечной и glandularной систем и нейрофизиологическими процессами ЦНС.

Первые два класса реакций в табл. 1, а именно реакции скелетных мышц в речевой и соматической областях, лучше всего измерять методом электромиографии, регистрируя электрические компоненты мышечной деятельности. Скрытая глазодвигательная активность, третья категория реакций в табл. 2, обычно регистрируется с помощью электроокулографии.

Последний класс реакций, отражающих работу автономной системы, подразделяется на ряд подклассов. К измеряемым чаще всего компонентам функционирования автономной системы относятся: а) параметры сердечной деятельности, измеряемые методом электрокардиографии; б) деятельность кишечного отдела желудочно-кишечного тракта, которая, при ее регистрации электрофизиологическим методом, отображается на электрогастрограмме; в) кожно-электрические параметры активности кожи, чаще всего – кожно-гальваническая реакция, измеряемая с помощью психогальванометра.

Другая основная категория в табл. 2 предназначена для электрических сигналов головного мозга. К ним относятся такие известные эффекты, как альфа волны (высокоамплитудные циклические колебания) и бета-волны (имеющие меньшую амплитуду, но более высокую частоту; чем альфа-волны).

С появлением в лабораториях малых ЭВМ стало возможным усреднение мозговых волн для выявления внутренних сигналов, неразличимых в необработанных записях электрической активности мозга.

Таблица 2.

Скрытые психофизиологические эффекты у людей

I. Скрытые реакции (мышечные и glandулярные эффекты).

А. Скрытые речевые реакции: электромиографические показатели активности мышц языка, губ, подбородка, шеи, гортани и челюстей.

Б. Скрытые соматические реакции: электромиографические показатели активности скелетной мускулатуры пальцев рук, плеча с предплечьем, ног и т.д.

В. Скрытые реакции глаз, регистрируемые преимущественно с помощью электроокулографии.

Г. Скрытые реакции автономной системы.

1. Показатели сердечно-сосудистой деятельности, такие как сердечный ритм, ЭКГ, пульсовые колебания объема конечности (чаще всего – пальца) и артериальное давление

2. Активность висцеральных мышц, главным образом кишечника, в том виде, как она отображается на электрогастрограмме

3. Кожно-электрические показатели, снимаемые с поверхности кожи (кожно-гальваническая реакция, электропроводимость кожи и т.д.)

II. Нейрофизиологические процессы

Электрическая активность головного мозга, регистрируемая посредством электроэнцефалографии с усреднением сигналов, которая дает картину усредненных вызванных потенциалов и контингентной отрицательной вариации

Прямое электрическое измерение психических процессов

В отдельных экспериментах установлено, что каждый из перечисленных в табл. 1 эффектов имеет место во время переживания когнитивных событий, хотя так и не была предпринята попытка провести «общий эксперимент» с одновременной регистрацией всех этих эффектов. И все же можно сказать: разнообразные ментальные события *сходны* в том, что все они состоят из скрытой активности, возникающей во всех отделах тела, включая головной мозг.

Уникальные менталистские термины для ментальных событий существуют в силу того, что переживание когнитивного опыта происходит в различных средовых условиях и при различных состояниях организма. Ночные сновидения, грезы и направленное рациональное мышление, Например, различаются между собой вследствие того, что в разной степени подвержены влиянию внешних (средовых) входных сигналов. В продолжение «мыслей во сне» или образов ночных сновидений большая часть средовой стимуляции физиологически «выключается», предположительно, на уровне ретикулярной активирующей системы. В результате психическая активность сновидения становится хаотической, т.к. больше не направляется внешней реальностью, или, как это сформулировал один психиатр, сновидение дает всем нам возможность ничем не рискуя впасть в безумие на ко-

роткий период времени. Сходные психические процессы происходят в грезах, но они хотя бы частично подконтрольны влияниям внешней среды. Во время направленного решения задачи процессы рационального мышления почти полностью контролируются через многократное соотнесение с окружающей средой.

Галлюцинации – ложное восприятие несуществующих объектов, которые для больного носят характер реальных, действительно существующих, – сходны со сновидениями в том, что они контролируются внутренними стимулами, даже если они ошибочно приписываются действию внешних сил. Нейромышечные цепи, участвующие в порождении зрительных галлюцинаций, включают в себя затылочную долю головного мозга и глаза. Аналогично этому, слуховые галлюцинации предположительно вызываются в тех случаях, когда слуховые и лингвистические области мозга взаимодействуют с мышцами ушей и речевого аппарата. Например, слуховые галлюцинации, по-видимому, вызываются, когда больной издает подпороговые звуки, как это видно на аудиограмме и электромиографической записи внутренней речи (рис. 4).



Рис. 4. Образец записи прибора-самописца, фиксирующей сообщение о галлюцинации. Двухсекундные интервалы до и после сообщения отмечены на оси событий сверху рисунка. Далее по порядку: пневмограмма, электромиограмма предплечья, электромиограмма подбородка, электромиограмма языка и фонограмма. Увеличение электромиографической активности в области подбородка и подпороговой вокализации (нижняя запись) совпадают по времени с переживанием галлюцинации

Слуховые компоненты ночных сновидений, по-видимому, производятся нейромышечными цепями, подобными тем, которые участвуют в порожд-

дении слуховых галлюцинаций. На рис. 5 показан образец записи быстрой, низкоамплитудной скрытой мышечной активности губ и подбородка во время сновидений, в которых сновидец разговаривал с другими персонажами сновидения. Эти скрытые речевые реакции не наблюдаются в периодах зрительных сновидений или сна без сновидений.

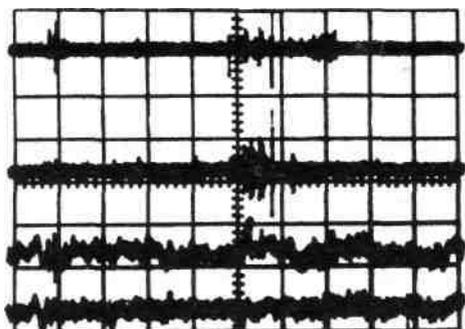


Рис. 5. Образцы сигналов во время разговорных сновидений. Сверху вниз: электромиограмма губ, электромиограмма подбородка, горизонтальное расположение глаз, электроэнцефалограмма (лобные доли). Масштаб амплитуды для трех верхних записей - 50 мВ на деление шкалы; для электроэнцефалограммы - 100 мВ на деление шкалы. Масштаб времени - 1 с на деление шкалы

Глухонемые, не владеющие устной речью, используют для общения дактильный («жестовый» или «ручной») язык. Поэтому у них локусом механизмов лингвистических реакций оказываются мышцы пальцев, а речевая мускулатура в мыслительных актах не задействуется. Вместо этого в процессе мышления они производят скрытые пальцевые реакции. Те же, кто достаточно хорошо владеет и устной и кинетической речью, обнаруживают во время решения мыслительных задач скрытые реакции мышц речевого аппарата и пальцев.

Как и все области научных исследований, когнитивная психофизиология имеет ряд практических приложений; наиболее важное из них связано с принципами саморегуляции. Когда человек непрерывно сталкивается со стрессами повседневной жизни, результатом этого зачастую становится нарушение функционирования организма. Первичная реакция тела на стресс квалифицируется как рефлекс испуга, важным компонентом которого является напряжение скелетной мускулатуры для нападения или бегства. Хронические состояния чрезмерного напряжения во всех отделах скелетной мускулатуры могут приводить к двум типам телесных дисфункций: а) психиатрическим затрудненностям, таким как тревожные состояния, фобии и депрессия; и б) психосоматическим расстройствам, таким как язвы, головные боли, спастическая толстая кишка и повышенное артериальное давление. Первым и, пожалуй, наиболее эффективным методом ослабления симптомов этих болезней напряжения является метод прогрессивной (мышечной) релаксации, предложенный Эдмундом Джекобсоном в 1908 г. и применяемый в различных модификациях до сих пор. При прогрессивной релаксации человек расслабляет скелетную мышечную систему, что, в свою очередь, вызывает состояние уравновешенности и покоя во всех отделах центральной и автономной нервной системы. Уже Джекобсон

показал, что привычная релаксация может в силу этого смягчать многие из вышеупомянутых психиатрических и психосоматических расстройств. Однако вполне возможно, что профилактическое применение прогрессивной релаксации дает еще более благоприятные результаты. Именно на этом основании Джекобсон пропагандировал идею всеобщего обучения детей в начальных классах контролировать свое напряжение.

Другим широко известным методом развития саморегуляции является метод биологической обратной связи, при использовании которого внутренние процессы преобразуются с помощью специальной аппаратуры в доступные для широкого наблюдения сигналы. Общая стратегия этого метода состоит в том, чтобы осуществлять текущее слежение – а значит, и контроль – за внутренними эффектами, такими как мозговые волны, мышечные сигналы и кожно-электрические реакции, визуально наблюдая их на экране осциллографа или осуществляя их аудиоконтроль через внешние динамики. Биологическая обратная связь включает в себе серьезную предпосылку для прогресса в понимании нами своего внутреннего мира, и многие проводящиеся в наше время исследования вносят ценный вклад в эту важную область. Однако клиническое применение биологической обратной связи сталкивается с определенными трудностями, такими как зависимость обучаемого от сигнала обратной связи. Поэтому даже если желаемые изменения поведения достигаются в условиях клиники, это отнюдь не означает, что они обязательно будут устойчивыми и распространяющимися на повседневную жизнь пациента. И все же революционные последствия применения биологической обратной связи и прогрессивной релаксации состоят в том, что эти методы дают возможность изучать внутренний мир человека, в то время как классическая психология сосредоточилась на изучении наших отношений с внешней средой.

Еще одно приложение когнитивной психофизиологии связано с пониманием читаемого текста и обучением чтению про себя. Представление о том, что произнесение слов про себя – или, используя специальную терминологию, скрытое речевое поведение – задерживает овладение навыками эффективного чтения, относится к области распространенных вымыслов. Популярные «курсы быстрого чтения», например, стремятся повысить скорость чтения за счет исключения активности речевой мускулатуры. Некоторые учителя пытались отвадить своих учеников проговаривать слова про себя в процессе чтения, заставляя их плотно сжимать губы или набирать полный рот шариков, прижимать язык карандашом и т.д. Однако такие усилия затормозить субвокализации оказываются бесплодными, ибо речевая мускулатура все равно реагирует во время чтения про себя, даже когда ее активность тормозится каким-либо из перечисленных выше способов. Эмпирическое обобщение заключается в том, что скрытое речевое поведение имеет место у всех читающих про себя и что оно необходимо для понимания читаемого текста. В действительности по мере увеличения скорости чтения уровень скрытого речевого поведения *не снижается*, а, наоборот,

повышается. Если же речевые мышцы оказываются достаточно хорошо расслабленными на момент чтения с помощью прогрессивной релаксации, читатели не в состоянии понять смысл текста. Вывод для учителей: не следует препятствовать скрытому речевому поведению ребенка, т.к. ему *совершенно необходимы* субвокализации во время чтения. Фактически с течением времени у детей происходит естественное сокращение субвокализаций, но они продолжают существовать у всех взрослых, хотя и на очень редуцированном уровне.

Обнаружение лжи или, точнее, выявление обмана психофизиологическими методами широко применяется в разведке, расследовании преступлений и даже в качестве испытания при найме на службу. Для этих целей чаще всего используется полиграф, регистрирующий в основном параметры сердечно-сосудистой деятельности. К сожалению, традиционный полиграф, как и более современные модификации детектора лжи – прибор для оценки психол. стресса и голосовой анализатор стресса, не обладают валидностью в той степени, чтобы можно было оправдать их нормативное использование. И все же в области когнитивной психофизиологии есть подходы и методики для успешной разработки систем обнаружения обмана, и нет сомнений, что такие системы будут созданы.

Вопросы для самоконтроля

1. Предмет и задачи психофизиологии.
2. Методы психофизиологии.
3. Основные подходы к исследованию головного мозга человека.
4. Основные взгляды на когнитивную психофизиологию.
5. Функции правого и левого полушария.
6. Структурная и системная организация головного мозга.

Учебная литература

1. Батуева.С. Высшая нервная деятельность. Л.: Высшая школа, 1991.
2. Введение в психофизиологию / Под ред. Т. М. Марютиной, О. Ю. Ермолаева, Псков, 1998.
3. Данилова Н.Н. Психофизиология: Учебник для вузов. М., Аспект Пресс. 2007.
4. Лекции по психофизиологии / Под ред. Е. Н. Соколова. М.: МГУ, 1981.
5. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М., 1984.
6. Основы психофизиологии / Под ред. А. И. Александрова. М., 1988.
7. Практикум по психофизиологии / Под ред. Е. Н. Соколова. М.: МГУ, 1984.
8. Пятин В. Ф., Лаврова О. В. Физиологические основы психической деятельности человека. Учебное пособие. Самара: СГМУ, 1994.

Дополнительная литература

1. Адам Д. Восприятие. Сознание. Память. Размышления биолога. М.: Мир, 1983.
2. Аракелов Г. Г. Интегральная деятельность нейрона // ВНД, 1977, Т.27. Вып. 4.
3. Бассин Ф. В. Проблема бессознательного. О неосознанных формах ВИД. М.: Наука, 1968.
4. Батуев А. С. и др. Нейронные объединения в коре больших полушарий // ВНД, 1977. Т.27. Вып. 4.
5. Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. М.: Наука, 1980.
6. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности. Л.: Медицина, 1971.
7. Винер Н. Кибернетика. М.: Наука, 1983.
8. Гальперин С. И., Татарский А. Э. Методики исследования ВИД человека и животных. М.: Высшая школа, 1973.
9. Гасанов У. Г. Системная деятельность корковых нейронов при обучении / Под ред. В.С. Русинова. М.: Наука, 1981.
10. Гусельников В. И. Электрофизиология головного мозга. М. Высшая школа. 1976.
11. Дерябин В. С. Психология личности и ВНД. М.: Наука, 1980.
12. Иваницкий А. М. Мозговые механизмы оценки сигналов. М., Наука, 1973.
13. Илюхина В. А. Медленные биоэлектрические процессы головного мозга человека. Л.: Наука, 1977.
14. Кануников Н. С., Дорошенко В. А. Условно-негативная волн (CNV) при выполнении задачи на время реакции. // Ф.н., 1982 Т.8. №5.
15. Коган А. Б. и др. Вероятностные механизмы нервной деятельности. Ростов: РГУ, 1980.
16. Ливанов М. Н. Пространственная синхронизация биопотенциалов головного мозга. Л.: Наука, 1973.
17. Матюшкин Д. П. Цитозитологический подход и психофизиологическая проблема. СПб: Наука, 1991.
18. Месарош Н. и др. Некоторые электрофизиологические корреляты гипнотического состояния. – Сб. «Функциональные состояния». М.: МГУ, 1978.
19. Методологические аспекты науки о мозге. М.: Медицина, 1983.
20. Механизмы интегративной деятельности мозга. – Сб. статей под ред. Русинова В. С. М.: Наука, 1981.
21. Миллер П. Физиологическая психология. М.: Мир, 1973.
22. Мозг. М.: Мир, 1982.
23. Нейрофизиологические основы психической деятельности // Итоги науки и техники. Серия ФЧЖ. Т.24. 1979.
24. Нейрофизиология человека – механизмы деятельности мозга человека. Руководство по физиологии / Под ред. Н. П. Бехтеревой.

25. Николис Г., Пригожий И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.
26. Свидерская Н. Е. Синхронная электрическая активность мозга и психические процессы. М.: Наука, 1987.
27. Системный подход к психофизиологической проблеме. М.: Наука, 1982.
28. Трубачев В. В. и др. Информация и проблемы ВИД. М.: Наука 1973.
29. Уолтер Г. Живой мозг. М., 1966.
30. Фукс-Китовский К. Проблемы детерминизма и кибернетики в биологии. М.: Прогресс, 1980.
31. Хессет Д. Введение в психофизиологию. М.: Мир, 1981.
32. Хомская Е. Д. Еще раз о проблеме факторов в нейропсихологии. - Сб. Актуальные проблемы психофизиологии и нейропсихологии. М., 1991.
33. Чиженкова Р.А. Диалектическое единство подходов в изучении мозга. – Сб. «Нейрофизиология и биокибернетика». Пущине, 1981.
34. Шагас Ч. Вызванные потенциалы мозга в норме и патологии М.: Мир, 1975.
35. Шеповальников А.Н. и др. Формирование биопотенциальног поля мозга человека. Л.: Наука, 1979.
36. Шерток Л. Непознанное в психике человека - М.: Прогресс, 1982.
37. Эделмен Дж., Маунткасл В. Разумный мозг. М.: Мир, 1981.
38. Электронная аппаратура для электрофизиологических исследований. М.: Наука, 1969.
39. Электронная аппаратура и методические вопросы нейрофизиологического эксперимента // Серия «Проблемы биокибернетики». М.: Наука, 1975.

МОДУЛЬ 2 - НОВЫЙ – ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

1.1. Нейронные механизмы восприятия.

В. Маунткасл (V. Mountcastle) – ученый из медицинской школы Университета Джонса Гопкинса – впервые в 60-х годах описал вертикальный принцип организации коры больших полушарий. Исследуя нейроны соматосенсорной коры у наркотизированной кошки, он нашел, что они по модальности сгруппированы в вертикальные колонки. Одни колонки реагируют на стимуляцию правой стороны тела, другие – левой, а два других типа колонок различались тем, что одни из них избирательно реагировали на прикосновение или на отклонение волосков на теле (т.е. на раздражение рецепторов, расположенных на верхних слоях кожи), другие – на давление или на движение в суставе (на стимуляцию рецепторов в глубоких слоях кожи).

Колонки имели вид трехмерных прямоугольных блоков разной величины и проходили через все клеточные слои. Со стороны поверхности коры

они выглядели как пластины размером от 20-50 мкм, 0,25-0,5 мм. Эти данные подтвердились и у наркотизированных обезьян и у ненаркотизированных животных.

В. Маунткасл (1981), формулируя основные положения своей теории о колончатой организации коры, отмечал, что «основной единицей активности в новой коре служит вертикально расположенная группа клеток с множеством связей между этими клетками по вертикальной оси и малым их числом в горизонтальном направлении».

Кортикальная колонка представляет собой обрабатывающее устройство со входом и выходом.

Расположение в виде колонок делает возможным картирование одновременно нескольких переменных на двухмерной матрице поверхности коры.

Под колончатой организацией подразумевают некоторое свойство клеток, которое остается постоянным во всей толще коры от ее поверхности до белого вещества, но изменяется в направлениях, параллельных поверхности коры. Структурная организация коры была уточнена гистохимическими методами.

Второй метод меченой дезоксирибозы (она накапливается в нейроне) и обнаружена была радиоавтографом. При стимуляции одного глаза меченая дезоксирибоза накапливается в колонках зрительной коры, связанных с этим глазом. Другой глаз закрыт. Делается срез.

На опыте стимулировался только один глаз, т.е. возбуждались колонки только одной глазодоминантности, связанные с правым глазом.

Кроме колонок глазодоминантности в зрительной коре обнаружены ориентационные колонки.

В коре обнаружены колонки, избирательно реагирующие на направление движения или на цвет.

Ширина цветочувствительных колонок в стриарной коре – 100-250 мкм. Колонки, настроенные на разные длины волн, чередуются.

В зависимости от степени сложности обрабатываемой информации в зрительной коре выделено три типа колонок.

Микроколонки – реагируют на отдельные градиенты выделяемого признака (стимул горизонтальный, вертикальный).

Макроколонки объединяют микроколонки, выделяющие общий признак (например, ориентацию, наклоны 0-180 градусов).

Гиперколонка, или модуль – представляет локальный участок зрительного поля и отвечает на все стимулы, попадающие на него.

Модуль – вертикально организованный участок коры, выполняющий обработку самых разнообразных характеристик стимула (ориентации, цвета, глазодоминантности).

Модули – это специализированные процессуальные мозговые единицы, получающие входную информацию и выдающие на выходе специфический ответ (см. [Fodor, 1983]). Выпадение какого-нибудь модуля ведет к ут-

рате соответствующей функции. Взаимосвязь модулей образует «функциональную карту» мозга, наложенную на его анатомическую карту.

Существует и горизонтальная (послойная) упорядоченность размещения нейронов.

Колончатая и слоистая организация нейронов коры (всей) свидетельствует, что обработка информации о признаках объекта, таких как форма, движение, цвет, протекает в параллельных нейронных каналах.

Вертикальные колонки в трехмерной структуре коры образуют аппарат многомерного отражения внешней среды.

1. Согласно В. Маунткастлу [по: Глезер, 1993], процесс построения форм следует привязать к теменной коре, которая создает нейронную конструкцию (модель) окружающего пространства описывает локализацию и перемещение объектов в этом пространстве по отношению к телу, положение и движение тела по отношению к окружающему пространству. Здесь происходит переработка информации, описывающей отношения между внутренними и наружными координатными системами. Запуск механизмов фронтально-окципитальной асимметрии позволяет получить метрику.

Модульная организация нервной системы

Крупные образования в нервной системе, известные под названием задний рог, ретикулярная формация, дорсальный таламус, базальные ганглии, новая кора и т.д., в свою очередь, состоят из локальных цепей. Эти цепи образуют модули, которые в разных местах различаются по числу клеток, структурной организации или способу обработки информации нейронами, но которые оказываются сходными в любом крупном образовании. Модули группируются в эти образования на основе преобладающей внешней связи, необходимости повторения общей функции в пределах топографического поля или на основе некоторых межмодульных взаимодействий [Эдельмен, Маунткасл, 1981]. Можно выделить несколько уровней сетевой организации и связать их с общими аспектами поведения человека.

Микросети. Нижний уровень организации нейронных сетей образуют отдельные синапсы с их пре- и постсинаптическими структурами. Синапс – это не только соединительный элемент в сети, но и сложная самостоятельная функциональная единица, в которой действуют регуляторные механизмы, зависящие от времени и интенсивности функционирования. Каждый синапс имеет с другим нейроном не одну, а много связей.

Первый уровень модулей – это синапсы.

Учитывая наличие аксо-аксонных и дендро-дендритных синапсов, можно ввести понятие локальных цепей (или сетей) обработки информации.

Локальные модули. Локальные сети обычно не распределены диффузно, а собраны в отдельные группы, или модули. В коре мозга имеются различные типы модулей. Они не являются статичными, неизменными структурами. Отдельные нейроны и синапсы конкурируют между собой за право на существование и выполнение определенных функций, такая же конкуренция существует и между группами нейронов внутри отдельных мо-

дулей.

Поля и доли коры. В каждой области коры многократно повторяются однотипные модули, благодаря которым данная область способна осуществлять специфические операции с участием определенных входных и выходных связей. При переходе к соседней области коры все эти три элемента – локальные сети, входы и выходы – изменяются. Такие области получили название полей. Каждое из них можно рассматривать как участок, приспособленный для выполнения определенных функций.

Каждая область мозга, модуль выполняют свою специфическую функцию при организации поведения. Их координация для организации поведения происходит по механизму работы функциональной системы. Синтез поступившей информации идет так, что постоянно имеет место процесс совмещения, пересечения потоков информации, выделения инвариантных, т.е. устойчивых, характеристик объекта.

1.2. Детекторная гипотеза.

Детектор – это элемент, максимально возбуждаемый только определенным значением параметра стимула, селективно настроенный именно на это его значение.

В соответствии с детекторной гипотезой типичный нейрон зрительной коры отвечает разрядом лишь на один из наклонов (ориентацию) световой полосы, расположенной в определенной части поля зрения. При других наклонах той же полосы реагируют другие нейроны. Такие нейроны называются детекторами первого порядка, так как они выделяют наиболее простые признаки сигнала. В высших отделах сенсорной системы сконцентрированы детекторы высших порядков, ответственные за выделение сложных признаков и целых образов. Примером могут служить детекторы лиц, найденные в нижневисочной коре обезьян. Многие детекторы формируются в раннем онтогенезе под влиянием внешней среды, а у части из них детекторные свойства заданы генетически [Шеперд, 1987; Соколов, Вайтквичус, 1989; Основы..., 1997].

Построение детекторов

Набор детекторов, служащий выходом системы выделения признаков, схематически можно представить формальными нейронами – элементами, выполняющими алгебраическое суммирование поступающих по их входам сигналов. Каждый вход характеризуется определенной эффективностью синаптической передачи, которую можно представить коэффициентом связи. Этот коэффициент определяет величину связи преддетектора (промежуточные нейроны между рецептивными нейронами и детекторами) или рецептора с детектором. Воздействие, поступающее по данному входу на детектор, определяется, с одной стороны, силой приходящего возбуждения, а с другой – коэффициентом синаптической связи. Построенные на описанных принципах детекторы образуют набор детекторов. Отдельные детекторы в этом наборе могут быть размещены произвольно. Совокупность таких детекторов называют *картой (полем) детекторов*.

Типы нейронов-детекторов

Можно говорить, по крайней мере, о фиксационных нейронах, нейронах зрительного прослеживания, саккадических, светочувствительных или зрительно-пассивных нейронах, сигнализирующих о пространственных преобразованиях, полимодальных нейронах, детекторах новизны и тождества, семантических нейронах, гностических единицах [Соколов, Вайткявичюс, 1989; Глезер, 1993]. М. Арбиб [1976] описал четыре типа детекторов в сетчатке. *Tun I* (детекторы границы). Реагируют на границу между светлым и темным участками, попадающую в рецептивное поле, независимо от ориентации границы, но при условии, что она достаточно резкая. *Tun II* (детекторы движущегося закругленного края, или детекторы насекомых). Реагируют лишь на резкую границу между светлым и темным, но только при дополнительных условиях: граница должна быть изогнута, и притом так, чтобы более темная область была выпуклой, и граница должна двигаться. *Tun III* (детекторы движущейся границы). Эти клетки в широком диапазоне изменения освещенности одинаково реагируют на один и тот же силуэт, движущийся с одной и той же скоростью на одинаковом фоне. Их реакция непродолжительна, и они возбуждаются лишь в том случае, если граница изменяется или перемещается. *Tun IV* (детекторы затемнения). Реагируют на любое снижение освещенности поля в целом с учетом расстояния до центра этого поля. Границы не оказывают на реакцию этих клеток никакого влияния.

Локальный анализатор

Система выделения и анализа признаков, включающая в себя рецепторы, преддетекторы и детекторы, образует модель локального анализатора заданного параметра сигнала. На первом этапе внешний стимул кодируется набором возбуждений рецепторов (или следующих за ними преддетекторов). На втором этапе вектор возбуждения (набор возбужденных преддетекторов) создает максимум возбуждения на одном из детекторов. С помощью детектора осуществляется операция скалярного произведения вектора возбуждения с вектором связей. Тем самым определяется коэффициент корреляции, и сигнал кодируется номером максимально возбужденного канала. В детекторной модели анализатора при изменении стимула меняется соотношение возбуждений в рецепторах или в первичных сенсорных нейронах, в результате чего максимум возбуждения перемещается с одного детектора на другой. Совокупность детекторов, образующих своего рода «мозговой экран», на котором отображается изменение стимула, можно назвать квазирецепторной поверхностью.

Т.е. рецептивные поля этих анализаторов перекрываются, а отдельные секторы отражаемого пространства одновременно «просматриваются» многими локальными анализаторами. Можно сказать, что окружающая среда состоит из «кусочков», а задача восприятия – собирать из них целостный образ. Такое резервирование обеспечивает стабильное восприятие внешнего мира. Так как размеры рецептивных полей могут меняться в за-

висимости от интенсивности внешнего воздействия, то перекрытие существенно необходимо. Если бы рецептивные поля не перекрывались, то уменьшение размеров рецептивных полей без увеличения числа локальных анализаторов привело бы к появлению не просматриваемых, «слепых» зон в поле зрения всего анализатора. Кроме того, перекрытие зон позволяет стабилизировать изображение при изменении положения глаз, головы и тела относительно объекта изображения. Видение мира «кусочками» – основа константности восприятия [Глезер, 1993].

Сенсорная система как фильтр

Рецептивные поля специализированных анализаторов – зрительных, слуховых, обонятельных – можно представить как специфически настроенные фильтры, отбирающие из окружающей среды определенные физические или химические сигналы. Так, рецепторы глаза отвечают только за узкую полосу электромагнитных (световых) колебаний, механорецепторы уха – за звуковые частоты, а кожи – за низкочастотную вибрацию, прикосновение, давление и т.п. Такого рода физиологические фильтры не просто пропускают определенную категорию сигналов, но и преобразуют их в нервный код. Это означает, что входы таких фильтров специфичны, имеют разную настройку, а выход универсален, настроен только на выпуск единой «продукции» – нервной импульсации. Таким образом, с того, что поступило на вход сенсорных систем, снимается «нервная» копия и в виде пространственно-временного распределения потенциалов действия передается в вышележащие центры. При этом специфика конкретного вида воздействия – модальность раздражителя – оказывается связанной со структурно-маркированными линиями передач – с пучками нервных волокон, идущих от данного вида рецептивных полей.

Поток нервных импульсов течет от рецептивных полей, неся информацию о внешнем воздействии, далее поступает в релейные ядра сенсорных систем и затем проецируется в кору. Часть потока ответвляется в другие образования мозга, из которых важнейшими являются неспецифические структуры ствола и таламуса, мозжечок, гипоталамус, базальные ядра. Такое ответвление имеет свой биологический смысл и в конечном счете служит материальной основой определенной психической сферы – эндопсихики.

Предполагается, что в подкорковых ядрах сенсорных трактов происходит оценка, своего рода измерение физических (вероятно, и химических) параметров раздражителей, тогда как импульсация, ответвленная в неспецифические образования, служит для неспецифической активации мозга, с одной стороны, и для проекции сенсорной информации на центры потребностей, центры координации двигательных реакций и, возможно, в аппарат памяти – с другой. Эта ответвленная импульсация играет, по-видимому, чрезвычайно важную роль в определении всего поведения организма, в регуляции его гомеостаза. Видимо, определенная оценка раздражителей по некоторым параметрам производится уже в субкортикальных релейных

центрах. Так, полагают, что в наружных коленчатых телах зрительной системы происходит оценка контрастности, интенсивности света и размеров предметов; в слуховой системе механизмы оценки локализации звука в пространстве относят к задним холмам и некоторым нижележащим отделам.

Считается, что кортикальный уровень является местом формирования сенсорных образов. В пользу этого говорят наличие там нейронов с наиболее сложно организованными рецептивными полями и возможность широкого взаимодействия между ними. Формирование сенсорного образа, по видимому, является конечным этапом работы специализированного канала. Этот образ можно представить как сложную матрицу распределенных во времени и пространстве возбужденных и заторможенных нейронов, тесно между собой взаимосвязанных, состояние которых непрерывно меняется синхронно с непрерывно поступающей сенсорной информацией [Кратин, 1982].

Таким образом, в нервной системе существуют определенные структуры, которые выполняют функцию выделения (детекции) признаков предметов окружающей среды. Указанные детекторы представляют собой некоторую иерархию: детекторы, выделяющие простые реакции (появление-исчезновение), и детекторы, выделяющие сложные реакции (детекторы лица, сложных звуков). Каждый детектор воспринимает множество раздражений, но передает в вышележащие отделы мозга только их суммарную характеристику. Детектор состоит из рецепторов, преддетектор?! и собственно детектора. Такая система называется локальным анализатором. Он выделяет отдельный признак объекта. Совокупность локальных анализаторов образует сенсорный анализатор. Модульный принцип организации нервной системы позволяет совмещать разнохарактерные потоки информации и выделять их инвариантные характеристики.

Общая схема отражения объектов и свойств окружающей среды с помощью детекции признаков

Внешний раздражитель, воздействуя на органы чувств и вызывая реакции отдельных рецепторов, создает картину в виде распределения возбуждений на выходах рецепторов. В дальнейшем нервная система имеет дело лишь с этим распределением возбуждений, которое используется для первичного анализа. В результате первичного анализа выделяются отдельные признаки действующего стимула, позже происходит организация целостного образа.

Выделение признаков осуществляется посредством нейронов-детекторов. Каждому параметру объекта соответствует набор рецепторов, преддетекторов и детекторов. Эта система, в совокупности называемая локальным анализатором, отражает отдельное качество объекта. Совокупность таких систем, отражающая предмет в целом, в сумме всех свойств, называется глобальным анализатором. Сенсорный анализатор состоит из множества локальных (анализаторов признаков), на вход которых посту-

пают сигналы только от определенной группы рецепторов [Соколов, Вайткявичюс, 1989]. Совокупность детекторов (карта или поле детекторов) образует своего рода мозговой экран, на котором отображаются параметры объекта. Есть соответственно локальные и глобальные экраны.

Таким образом, для отображения объекта необходимы: 1) рецепторные клетки; 2) набор детекторов признаков объекта; 3) место сборки информации, которое называется мозговым экраном, локальным или глобальным (здесь происходит совмещение информации, поступающей по разным каналам); 4) анатомически закрепленное перекрытие рецептивных зон нескольких локальных анализаторов.

Любой внешний раздражитель представлен в нервной системе определенной комбинацией возбуждений нейронного ансамбля – вектором возбуждения. Векторное кодирование означает, что в нейронных сетях внешнему сигналу ставится в соответствие комбинация возбуждений элементов нейронного ансамбля. Важнейшей операцией, реализуемой в векторном анализе, является нормировка вектора возбуждения, в результате чего сигналы кодируются разной ориентацией этого вектора. Смысл нормировки в том, что все множество сигналов в нервной системе может быть представлено на поверхности сферы, размерность которой определяется числом независимых элементов нейронного ансамбля. Различия между сигналами измеряются евклидовыми расстояниями между концами векторов возбуждения, представляющих эти сигналы, и кодируются абсолютной величиной разности тех векторов, которые соответствуют этим стимулам в нервной системе. Управление реакциями осуществляется также комбинациями возбуждений, генерируемых командными нейронами. Коэффициенты синаптических связей между нейронами изменяют нейроны-модуляторы, которые участвуют в обработке информации.

Векторный подход к кодированию внешних сигналов, обучению и управлению реакциями открывает возможности интеграции нейронных механизмов и психологических закономерностей в единую непротиворечивую модель.

Как мы видели выше, существует определенная иерархия систем анализа-синтеза свойств окружающей среды по механизму детекции признаков. На нижней ступени иерархии находятся рецепторные образования, которые производят селекцию свойств среды, реагируя только на сигналы определенной физической и химической природы. Над ними надстраиваются нейроны-детекторы признаков. В совокупности они представляют локальный анализатор признаков. Совокупность локальных анализаторов, в конечном счете, составляет сенсорный анализатор, который выделяет достаточно крупное сообщество признаков окружающей среды, что на психологическом уровне мы называем термином «ощущение». Одной из главных особенностей процесса отражения является постоянное совмещение, сопоставление, «обыгрывание» поступающей по разным каналам информации и выявление на основе этого инвариантных характеристик. Нам необ-

ходимо представить общую схему интеграции и получения инвариантных характеристик с тем, чтобы получить возможность впоследствии перейти к психологическим категориям.

Было сформулировано понятие «канал» – последовательно соединенные клетки, рецептивные поля которых отражают этапы выделения сложных и гиперсложных признаков.

Предложено большое количество нейрофизиологических моделей, призванных учесть, как прошлый опыт видоизменяет или дополняет процесс детекции основных признаков, обеспечивающийся врожденными механизмами. Накопленные в психологии восприятия факты (влияние контекста, роль установки, эффекты группировки, константность и позиционная стабильность, перцептивное обучение и адаптация к сенсорным искажениям) убеждают, однако, что воспринимаемый образ нельзя свести только к детектированию и логической обработке признаков воспринимаемого объекта. В моделях нового поколения больше внимания уделяется динамическим характеристикам нейрональной активности, их историчности и включенности в конкретный познавательный или поведенческий акт [Арбиб, 1976; Эделмен, Маункасл, 1981; Шевелев, 1977].

Вскоре после открытия условнорефлекторного научения были обнаружены и описаны иные пути приобретения живыми существами жизненного опыта – импринтинг, оперантное обусловливание, викарное научение, – которые существенно расширили и дополнили знания о механизмах научения, свойственных человеку. Но, тем не менее, идея условного рефлекса как одного из способов приобретения организмом нового опыта осталась и получила дальнейшую разработку в работах психофизиологов, в частности Е. Н. Соколова и Ч. А. Измайлова.

Существует ряд зрительных Р. В качестве примера можно назв. зрачковый рефлекс, проявляющийся в сужении зрачка в ответ на освещение глаза ярким светом. Для этого рефлекса необходимы интактные сетчатка, зрительный нерв, средний мозг и III пара черепных нервов, однако он не зависит от целостности ядер наружных коленчатых тел или зрительной коры.

Е. Н. Соколовым и Ч.А. Измайловым было предложено понятие концептуальной рефлекторной дуги (рис. 2). В блок-схеме концептуальной рефлекторной дуги выделяют три взаимосвязанные, но относительно автономно действующие системы нейронов: афферентную (сенсорный анализатор), эффекторную (исполнительную – органы движения) и модулирующую (управляющую связями между афферентной и эффекторной системами).

Афферентная система, начинающаяся с рецепторов, состоит из нейронов-преддетекторов, производящих общую предварительную обработку информации, поступающей на органы чувств, и нейронов-детекторов, выделяющих в ней стимулы определенного рода, избирательно настроенных, реагирующих только на такие стимулы. Эффекторная система включает командные нейроны, мотонейроны и эффекторы, т. е. нервные клетки, в

которых происходит выработка команд, идущих от центра к периферии, и части организма, ответственные за их исполнение. Модулирующая система содержит нервные клетки (модулирующие нейроны), связанные с переработкой информации, циркулирующей между нейронными сетями, составляющими афферентную и эффекторную подсистемы концептуальной рефлекторной дуги.

Ориентировочный рефлекс – комплекс реакций организма, основа непроизвольного внимания. Модулирующая система мозга – неспецифическая система, а нейрон этой системы – модуляторный нейрон, через него подаётся неспецифический сигнал. Может действовать (распространять своё влияние) синаптически (прямо на сом) и пресинаптически (на аксоны). Есть локальные и генерализованные модуляторы.

Концептуальная рефлекторная дуга Соколова.

Детектор – командный нейрон – модуляторный нейрон – моторный нейрон – эффекторы. Детектор получил сигнал и передал командному нейрону, который связан с группой моторных нейронов, далее эффекторы. Модуляторный нейрон может запускаться сенсорным сигналом, далее он держит под контролем и командный нейрон, и моторный нейрон.

Схему работы концептуальной рефлекторной дуги можно представить себе следующим образом. На рецепторы – специфические аппараты органов чувств, способные воспринимать и реагировать на определенные физические воздействия, – поступают сигналы-стимулы. Рецепторы в свою очередь связаны с селективными детекторами – нейронами, избирательно реагирующими на те или иные стимулы, причем эта связь может быть прямой или, как это показано на рисунке, осуществляться через преддетекторы. Селективные детекторы работают по следующему принципу: определенной комбинации возбуждения рецепторов соответствует максимум возбуждения на одном из селективных нейронов-детекторов.

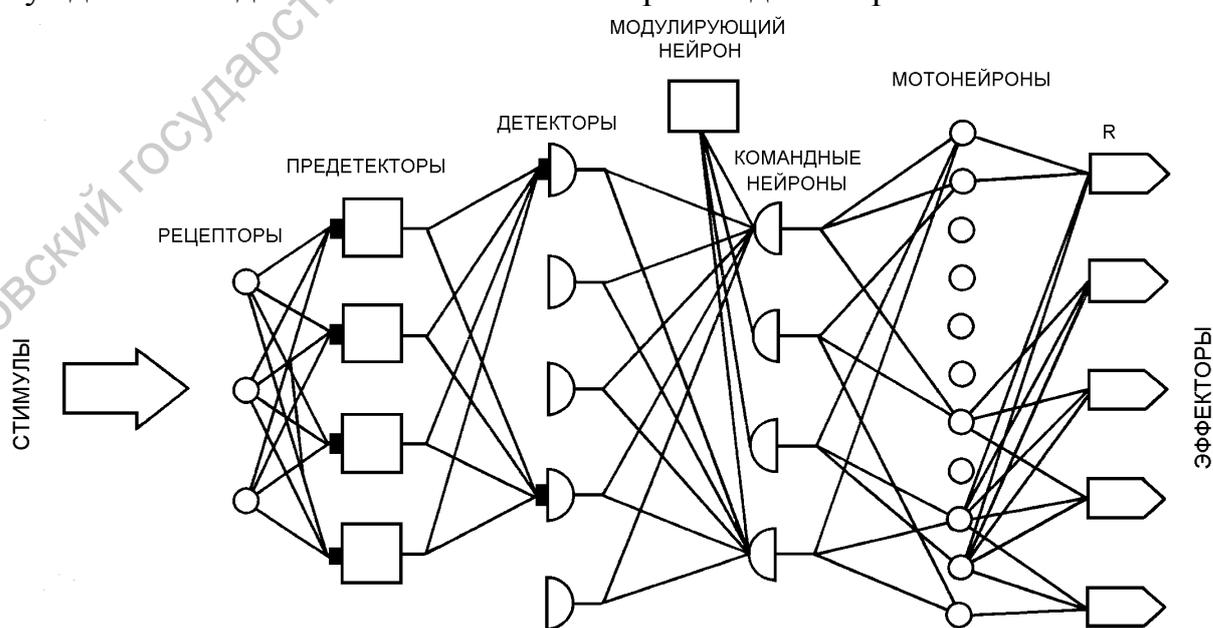


Рис. 2. Блок-схема концептуальной дуги, на выходе которой стоит

сенсорный анализатор (по Е. Н. Соколову, Ч. А. Измайлову)

От детекторов сигналы далее поступают на командные нейроны. Уровень возбуждения командных нейронов регулируется работой модулирующих нейронов. От командных нейронов возбуждение далее поступает на мотонейроны, связанные с органами движения и другими эффекторами.

В работу концептуальной рефлекторной дуги включен механизм обратной связи, который для упрощения рисунка на блок-схеме не представлен. Через механизм обратной связи регулируется возбудимость рецепторов, эффекторов и самих нейронов. Выделение основных элементов концептуальной дуги, пишет Е.Н. Соколов, явилось результатом обобщения данных о нейронных механизмах рефлексов у животных, стоящих на разных ступенях эволюционной лестницы.

Многие авторы называют командные нейроны «принимающими решение». Впервые этот термин был введен Т. Баллок в 1961 г. Согласно определению, данному И. Купферманном и К. Вейсом, командными следует называть нейроны, необходимые и достаточные для обеспечения поведенческого акта. Ими введены три критерия отнесения нейрона к классу командных: 1. Нейрон должен участвовать в поведенческом акте, вызванном адекватно нанесенным стимулом. 2. Внутриклеточно вызванный разряд нейрона должен вызывать тот же самый поведенческий акт. 3. Обратимое выключение нейрона с помощью гиперполяризации должно приводить к обратимому исчезновению данного поведенческого акта. Под поведенческим актом понимается любое целенаправленное проявление эффекторной деятельности животного. Если поведенческий акт вызывается системой клеток, то такую также следует называть командной системой [по: Максимова, Балабан, 1983].

Одной из основных характеристик концептуальной рефлекторной дуги является тип синаптической связи между ее различными звеньями.

Известны два типа синаптической связи – стабильный и пластичный.

Стабильный тип связи формируется в филогенезе и в раннем онтогенезе, сформировавшись, уже не меняется по своим характеристикам в дальнейшем.

Пластический тип связи определяется главным образом научением.

Механизм влияния мотивации, функционального состояния, внимания, а у человека и инструкции, необходимо выделить как отдельную функцию управления по принципу модуляции состояния командных нейронов.

В основе концептуальной рефлекторной дуги лежит предположение, что связи между отдельными звеньями внутри анализатора, а также связи внутри исполнительной системы (например, между командными нейронами и мотонейронами) являются жесткими, стабильными, а связи между анализаторной и исполнительной системами – пластичными.

Структура стабильных связей может быть выражена математически в форме уравнения сферы, название сферической модели: Сферическая мо-

дель сенсорного анализатора.

Системы обработки информации «Что» и «Где».

В зрительном анализаторе выделяют две системы обработки информации – «Что» и «Где».

«Что» – система – объект.

Сигналы в системе «Что» берут начало от ганглиозных клеток сетчатки типа X, которые проецируются в специфическое таламическое ядро – латеральное колленчатое тело (ЛКТ). Затем сигнал поступает в стриарную кору (V_1), а от нее – в V_2 (поле 18) и через экстрастриарную кору (V_3 , V_4 и V_5) достигает нижневисочной коры.

В V_1 локализованы детекторы, чувствительные к различной ориентации и их длине.

В V_3 нейроны реагируют на форму предмета.

В зоне V_4 локализованы константные детекторы цвета (избирательно отвечают на различные направления и скорости движения объекта). Локальное поражение одной из перечисленных зон коры нарушает восприятие цвета, только формы или движения объекта.

Система «Где» определяет локализацию объекта во внешнем зрительном поле. Оно берет свое начало от ганглиозных клеток сетчатки типа У, которое проецируется на верхнее двуххолмие. Его верхние слои реагируют на зрительные стимулы. А нижние – запускают движение глаз – саккаду, амплитуда и направление которой обеспечивают попадание стимула в центральное поле зрения.

Сигнал из двуххолмия через таламическое ядро – подушку – достигает париетальной коры. В париетальной коре сходятся два пути: сигналы от ретинопатической проекции в коре V_1 и от детекторов положения глаз.

Слияние терминальных и проприоцептивных потоков создает константный экран внешнего зрительного поля. В результате во время движения глаз, хотя зрительный сигнал и смещается по сетчатке, образ зрительного мира не меняется.

У нейронов париетальной коры рецептивного поля представлены участками зрительного поля, а не участками сетчатки. В париетальной коре зрительный образ дополнен сигналами о движении глаз.

Интеграция сигналов от изображения на сетчатке и от движений глаз на нейронах париетальной коры формируется в онтогенезе. Больные с поражением в париетальной коре теряют пространственное зрение.

Восприятие цвета с позиции векторной модели обработки информации.

Психофизический метод изучения восприятия цвета, включающий построение геометрической модели перцептивного пространства цвета по матрице речевых или поведенческих реакций, дает возможность охарактеризовать цвет в векторных понятиях. Таким образом, субъективное восприятие каждого цвета представлено четырехкомпонентным вектором.

Все детекторы цвета представлены точками на сферической поверхности (карте детекторов) четырехмерного пространства. Сферическая карта цветовых детекторов имеет дискретную структуру.

Порог различия цветов определяется расстояниями между сходными детекторами. Изменение цвета обнаруживается при смещении максимума возбуждения с одного детектора на соседний.

Для нейронной системы, обеспечивающей цветовосприятие, функцию преддетекторов выполняет ансамбль нейронов, представленный двумя типами клеток (R/G и B/Y), а также двумя типами ахроматический нейронов: яркости и темноты (Wh/Bi). Наука располагает значительно меньшими данными об интегративных механизмах мозга.

В системе гештальт-психологии был введен термин «гештальт» для обозначения целостности, формирование гештальта связано с участием гностических единиц (нейроны более высокого порядка, избирательно реагирующие на сложные изображения (лица, жесты)).

Возникновение целостного субъективного образа предмета связано с пирамидой последовательных нейронных преобразований, вершиной которой является операция, выполняемая гностической единицей. Отдельные зрительные гештальты соответствуют отдельным гностическим единицам.

В организации гештальтов восприятия играет роль память.

При рассмотрении объекта глаза последовательно фиксируют наиболее информационные точки. Цепочки таких фиксаций интегрируются в гештальт на основе иконической памяти.

Восприятие музыки – с звуковым гештальтом, «звуковым объектом».

Сами гностические единицы являются продуктом образования, обучения. После обучения в передней вентральной височной коре были найдены нейроны, избирательно реагирующие на стимулы (у обезьян). Для каждого стимула была сформирована своя гностическая единица, избирательно на него реагирующая.

Процесс формирования гностических единиц напоминает изменение свойств у нейронов-детекторов в сенситивный (чувствительный) период.

В передней вентральной височной коре имеется резервных нейронов, которые слабо реагируют на стимулы. Под влиянием сигнала новизны из гиппокампа они активизируются, включая механизмы перестроек пластических в синапсах. Это и создает у нейронов «сенситивный период». Сигнал, поступающий от детекторов к резервному нейрону, повышает синаптическую связь между ними. В результате нейрон становится селективно настроенным на восприятие данного стимула. Селективный период обрывается с завершением процесса обучения. Появление нового стимула активизирует очередной резервный нейрон.

Анализ отдельных зрительных характеристик стимула выполняют нейроны-детекторы. Выделенные элементарные признаки анализируются в долговременной памяти в переднее-вентральной височной коре на гностических нейронах. Выполняется принцип «один гештальт – один нейрон».

Осознание объекта в процессе его восприятия связано с дополнительной активацией гештальт-пирамиды, через механизм синхронизации электрической активности мозга в диапазоне гамма-частот.

Теории восприятия

Психофизиологические теории восприятия

Теория электрических полей. В своих поздних работах, выполненных в конце 40*х – начале 50-х гг., В. Келер попытался построить теорию *мозговых гештальтов* и получить экспериментальные подтверждения в ее пользу. Идея состояла в том, что отдельным гештальтам (образам) соответствуют определенные нейроэлектрические поля постоянного тока, мозговая локализация которых не имеет решающего значения. Однако полученные результаты оказались недостаточно убедительными и не выдержали критической проверки. Основная масса психофизиологических исследований восприятия более тяготела к идее организации целого из элементов, где центральная роль отводилась принципу ассоциации. Но это не было возрождением классической теории «ассоциации идей». Радикальное видоизменение ассоцианист-ского подхода заключалось в том, что научение и закрепление приобретенных связей относилось не к элементам сознания, а к стимулам и реакциям, а сами принципы объединения специфических элементов существенно усложнялись и дополнялись новыми переменными.

Клеточные ансамбли и фазовые последовательности. Примером такого подхода можно считать теорию канадского психофизиолога Д.О. Хебба (1949). Признавая важность конфигурационных связей, он считал, что существенные свойства восприятия не являются врожденными и нуждаются в научении. Опираясь на генетические, клинические, экспериментально-психологические и физиологические данные (этапы восприятия после снятия врожденной катаракты, тахистоскопическое изучение процесса чтения и др.), он пришел к выводу, что идентификации фигуры как целого необходимо предшествует процесс избирательного внимания к отдельным частям фигуры, их активного и последовательного сканирования. Важная роль в этом процессе отводилась моторике в форме движений глаз. Согласно Хеббу, заучиваются и воспроизводятся последовательные акты, включающие сенсорные и моторные компоненты. Физиологическими единицами восприятия признаются *клеточные ансамбли*, объединяющие сенсорно-сенсорные и сенсорно-моторные связи корковых нейронов. Более сложные восприятия формируются из простых ансамблей на тех же принципах взаимного облегчения нервного проведения и временной консолидации, но несводимы к их простой сумме. Этот процесс сложного, фигуративного восприятия, формирования ансамблей более высокого уровня Хебб назвал *фазовой последовательностью*.

Нейропсихологическая концепция Д. О. Хебба

Д. Хебб попытался создать такую теоретическую конструкцию, с помощью которой можно было бы объединить огромное число экс-

периментальных данных, накопленных клиницистами и физиологами, и объяснить некоторые или большинство психических явлений.

Функциональной единицей, системообразующим фактором в концепции Д. Хебба является понятие «клеточной ассамблеи», оно берет свое начало от гипотезы Лоренце де Но о происхождении спонтанной биоэлектрической активности мозга, согласно которой в ЦНС имеются нейронные цепи, «сохраняющие» некоторое время поступившее раздражение, циркулирующее по отросткам нервных клеток. Хебб выдвинул предположение, что поскольку явления в окружающей человека среде повторяются, то эти нервные структуры, или «клеточные ассамблеи», закрепляются, приобретают постоянный характер. Если образовалась некоторая сложная структура нервных клеток, то раздражение одной или нескольких из них активизирует всю структуру в целом. Поскольку один и тот же предмет редко вызывает одну и ту же систему реакций нервных клеток, в ЦНС в процессе тренировки восприятия (по мере накопления жизненного опыта) «нервные ассамблеи» объединяются друг с другом, образуют еще более общие «ассамблеи», и данный нервный код уже не зависит от конкретных условий восприятия (в определенных границах). Здесь мы имеем дело с константностью, инвариантностью восприятия. Свойства «нервных ассамблей» являются основой, на которой строится все здание психологии. Из них логически выводятся восприятие, представление, мышление, некоторые свойства личности.

«Нервные ассамблеи», которые автор сравнивает с «закрытой Целой клеткой», т.е. структурой, имеющей три измерения, характеризуют следующие свойства: 1. Интегративность. «Ассамблеи» низшего уровня могут объединяться в «ассамблеи» более высокого уровня, что в конечном счете может привести к образованию весьма обобщенных «клеточных ассамблей». На психологическом уровне все это выглядит как образование понятий из элементарных раздражений и ощущений. Следует заметить, что обобщенная клеточная ассамблея не есть простая сумма своих частей, она уже обладает новыми свойствами, каких не было у составляющих ее более частных структур. 2. Конвергентность. Указанная функциональная единица, сформировавшись, «притягивает» к себе вновь поступающие раздражения, подкрепляя свое возбужденное состояние за счет вновь приходящих сигналов. В то же время они, эти «ассамблеи», выполняют функцию фильтров, «отсеивая» сигналы, которые не могут быть включены в уже сформировавшуюся ассамблею. 3. Эквипотенциальность. Вследствие разрушения мозга могут быть удалены некоторые проводящие пути и клетки, т.е. элементы системы, но не нарушится ее функция, особенно если система уже давно установилась и имеет хорошо развитые синаптические передачи. 4. Статистический характер ассамблей. Данные функциональные единицы — это не жестко закрепленные совокупности клеток. Связи между ними носят статистический характер. В то же время чем с большим числом клеток мы имеем дело, тем с большим основанием мы можем гово-

речь о наличии «клеточных ассамблей». В качестве доказательства того, что элемент вероятности в деятельности «клеточных ассамблей» не простирается слишком далеко, Хебб приводит факты синхронизации деятельности двух или нескольких конвергирующих аксонов (в конечном счете приводящих к появлению спонтанной электрической активности), а также анатомический факт конвергенции тканей. 5. Инвариантность. Сформировавшаяся и закрепившаяся «клеточная ассамблея» является постоянной вопреки изменяющимся характеристикам стимула. Этот факт демонстрируется примером, когда крыса реагирует на большой треугольник после того, как ее научили реагировать на маленький [Hebb, 1961].

Таким образом, исходным элементом любого психического явления служит «клеточная ассамблея», обладающая некоторыми свойствами. Существующая иерархия этих ассамблей лежит в основе иерархии всех известных психических явлений.

Когнитивная нейропсихология восприятия

Изучение распада перцептивных функций дает важную информацию о структуре обслуживающих мозговых процессов и их локализации [Humphrey, Riddoch, 1987; Kosslyn et al., 1990]. В последнее время методика нейропсихологических исследований, традиционно использовавшая наблюдения и эксперименты на больных с локальными поражениями мозга, дополнилась техникой позитронно-эмиссионной томографии (PET) и магниторезонансного отображения (MRI), что дает возможность проводить строгие эксперименты на здоровых испытуемых. Первые результаты таких исследований дали впечатляющую объемную картину динамики мозговой активности в процессе выполнения перцептивных заданий [Posner, Raichle, 1994; Naatanen, 1992].

Основное допущение этого подхода – модулярность функций. Модули – это специализированные процессуальные мозговые единицы, получающие входную информацию и выдающие на выходе специфический ответ (см. [Fodor, 1983]). Выпадение какого-нибудь модуля ведет к утрате соответствующей функции. Взаимосвязь модулей образует «функциональную карту» мозга, наложенную на его анатомическую карту.

Нейропсихологические данные накладывают ограничения на «технологические» элементы, являющиеся базовыми для вычислительных моделей. Примером такого комбинированного подхода служит модель зрительного опознания и идентификации объектов, предложенная С. Косслиным и др. [Kosslyn et al., 1990]. Эта модель основывается на систематическом обследовании больных с агнозиями и постулирует существование ряда процессуальных подсистем («центров»), организованных в соответствии с полученными данными. Она описывает функционирование процессов опознания у здоровых людей и в случае внесения в нее каких-то нарушений хорошо имитирует клинические формы мозговых дефектов. Модель доказала свои возможности по дифференцировке дефектов разной этиологии и способна выдавать рекомендации по типу диагностического задания, необ-

ходимого для выявления комплексного нарушения опознания.

Поисковые исследования каналов первичной обработки сложных сенсорных признаков. У чел., долго смотрящего на водопад, снижается чувствительность к низвергающимся вниз потокам воды (адаптация), а неподвижные, торчащие из нее камни начинают казаться движущимися вверх (послеэффект). Такие феномены долгое время использовались в качестве доказательства существования нейронов-детекторов для обнаружения движения, – в данном случае детекторов нисходящего движения, чувствительность к-рых оказалась (вследствие утомления) сниженной, относительно детекторов восходящего движения. Сейчас мы располагаем надежными – прямыми и косвенными – доказательствами существования таких сенсорных механизмов.

В последние годы высказывались предположения о множестве др. типов каналов обработки сенсорной информации, каждый из них чувствителен к одному из сложных свойств стимуляции: от детекторов края и очертаний тени до детекторов решеток с определенным размером ячеек («пространственно-частотные каналы»), посредством к-рых зрительная система производит Фурье-анализ ретинального изображения. И все же на этом пути не было найдено никаких фактических доказательств конкретного вклада таких механизмов в наше восприятие мира; да и само открытие сенсорных детекторов не помогло упростить теорию В. за счет отказа от рассмотрения компонентов вывода, оложенных в основу классической теории, потому что эти компоненты тоже непосредственно доказуемы.

Внимание

В 20-30-е годы Н.Ф. Добрынин сформулировал основные положения своей теории внимания. Он рассматривал внимание как направленность и сосредоточенность сознания на деятельность с объектом.

К формам внимания относятся: а) сенсорное внимание (зрительное, слуховое, тактильное и др.); б) двигательное внимание, т.е. внимание, проявляющееся в моторных процессах, в их осознании и регуляции; в) эмоциональное внимание, т.е. внимание, привлекаемое эмоционально значимыми стимулами; т.е. особая закономерность протекания этой формы внимания, не тесная связь с памятью, с процессами запечатления информации (процессами импринтинга); г) интеллектуальное внимание, т.е. внимание, которое проявляется в интеллектуальной деятельности (внимание к предмету обдумывания, к интеллектуальным операциям, с помощью которых реализуется сам процесс мышления).

Избирательность (селективность) информации. Возможность активно воспринимать, запоминать, анализировать лишь некоторую часть поступающей информации, а также реагировать только на ограниченный круг внешних стимулов характеризуется как избирательность (селективность) информации.

Избирательность внимания – произвольное фокусирование на конкретной входящей сенсорной информации. Оно основано на способности различных структур мозга отбирать и отбрасывать поступающие сенсорные сообщения.

В экспериментах по научению животных часто обнаруживается, что поведение организма контролируется к.-л. одним элементом сложного раздражителя, состоящего из множества элементов. Такая демонстрация рассматривается как свидетельство существования избирательного внимания, поэтому мы рассматриваем избирательное внимание. Теории И. в. часто исходили из допущения, что вероятность уделения внимания одному раздражителю связана обратно пропорционально с вероятностью уделения внимания другому. Но открытие Леоном Камином феномена «блокировки» заставило теоретиков внести изменения в это исходное допущение. Исследования Камина побудили Н. Дж. Макинтоша предложить новую теорию внимания. Животные «научаются игнорировать» раздражители, если эти раздражители не предсказывают изменения вероятности безусловных раздражителей (БРЗ), предсказываемого др. раздражителями. Эту идею научения игнорировать раздражители впоследствии развили Пирс и Холл, которые высказали предположение о том, что УРЗ «теряет ассоциативную способность» по мере того, как его приобретенная путем обусловливания сила приближается к асимптоте рассматриваемого БРЗ.

Селективное внимание – процесс истончения информационного канала между ощущениями и восприятием.

Внимание также связано с контрастом или изменениями в стимуляции.

Люди в первую очередь и дольше всего способны фокусироваться на неожиданных объектах.

Чем интенсивнее раздражитель, тем больше он вызывает внимание к себе, например, повторяющиеся стимулы, различные повторяющиеся рекламные ролики, неожиданные события.

Произвольное внимание всегда бывает апперцептивным, сознательным, т.к. оно связано с интересом. Как указывает В. Джеймс, при **непроизвольном внимании**, направленном прямо на какой-нибудь объект восприятия, стимулом служит значительная интенсивность, объем и внезапность ощущения. Произвольное внимание служит для достижения заранее поставленной и принятой к исполнению цели. В случае непроизвольного внимания человек внимателен независимо от ближайших и отдаленных целей и даже вопреки им.

В работах, рассматривающих зрительное внимание, а также его связь с осознанием, описывается **фокальное и периферическое внимание**. Фокальное внимание обеспечивает нахождение объекта в области ясного видения в прямом и переносном смысле. Периферическое внимание распространяется на содержание краевой области сознания (рис.).

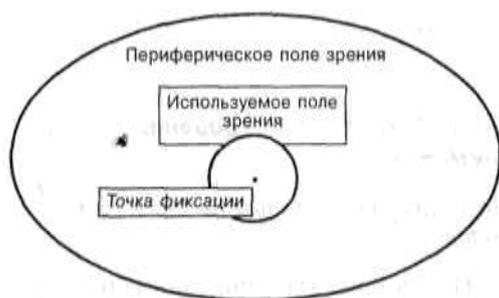


Рис. . Зрительное поле – основной фактор зрительного внимания. Зрительное внимание является наиболее распространенной областью изучения внимания, а зрительное поле – наиболее распространенной моделью для описания внимания [Дружинин. Современная психология].

Выделяют также **направленность внимания** на те или иные объекты, **степень** и **объем внимания**. Степень внимания – это характеристика его интенсивности. В плане субъективных переживаний оно оценивается как степень ясности и отчетливости переживаний. Под степенью внимания подразумевают количество ресурсов, вкладываемых в переработку информации, и оценивают ее по уровню или глубине этой переработки. Объем внимания определяют как число простых впечатлений или стимулов, осознаваемых ясно и отчетливо. Степень и объем внимания находятся в обратной зависимости: увеличение объема воспринимаемых элементов приводит к уменьшению степени и наоборот. Изменения общей направленности и объема внимания называют отвлечениями, или **сдвигами внимания**. Оценки частоты колебаний и сдвигов характеризуют **устойчивость внимания** к данному объекту. Сдвиги внимания с одного объекта на другой называют **переключениями внимания**.

Физиологические концепции внимания.

Субстратом внимания следует считать подкорковые активирующие структуры – ретикулярную формацию, лимбическую кору, лобные зоны коры, гиппокамп, хвостатое ядро, называемые иногда неспецифическими отделами. По данным Л.В. Голубевой, полученным на здоровых и больных с различной патологией мозга, фронтальные, теменные и височные отделы неокортекса являются единым морфофункциональным комплексом, реализующим процессы селективного внимания. В пределах этого комплекса наблюдается определенная специализация его звеньев: теменная и фронтальная кора проекционного полушария (использовалась методика регистрации ВП) оказывает кортико-фугальное тормозное влияние на прохождении информации на уровне ствола мозга; функционально-доминантная теменная кора реализует этап синтеза; ассоциативная височная кора проекционного полушария при решении целевой задачи влияет на этап синтеза и перцептивного решения [Хомская, 1979; Голубева, 1995].

Понятие ориентировочного рефлекса (исследовательский рефлекс), введенное И.П. Павловым, связано с активной реакцией животного на каждое изменение обстановки, которое проявляется через общее оживление и ряд избирательных реакций. Ориентировочные реакции имеют вполне понятный биологический смысл и выражаются в отчетливых электрофизиологи-

ческих, сосудистых и двигательных реакциях: повороте глаз и головы в сторону нового объекта, изменении кожно-гальванической реакции, сосудистых реакций, дыхания, возникновении явлений «десинхронизации» в биоэлектрических реакциях мозга. Ориентировочные реакции можно рассматривать как аналог непроизвольного внимания. В качестве основы произвольного внимания рассматривают нейрофизиологические механизмы антиципации как ожидание стимула или подготовительного поведения [Люютинен, 1986].

Ориентировочный рефлекс, или ориентировочная реакция (исследовательский рефлекс) состоит из кластера физиологических изменений, происходящих в организме в ответ на изменения в его окружении. Считается, что эти изменения являются физиологическими коррелятами внимания. Эти корреляты включают изменения электрической активности мозга и электрической активности кожи, расширение зрачка, напряжение скелетных мышц, усиление мозгового кровотока и перемены позы. Ориентировочный рефлекс ведет к повышенной рецепции стимуляции и улучшенному научению. Объективными коррелятами процесса внимания могут быть, например, движения глаз [Гиппенрейтер, 1983] и другие компоненты ориентировочной реакции.

Непроизвольное внимание

Протекает автоматически, не требует специальных усилий. Основу непроизвольного внимания составляет ориентировочный рефлекс. Его проявление автоматически включает произвольное внимание, которое обеспечивает дальнейшую и контролируруемую обработку стимула.

В 1970 г. ориентировочный (исследовательский) рефлекс был назван Конорски соматической реакцией (рефлекс прицеливания), который проявляется в двигательных реакциях (поворот головы, глаз).

Так, в процессе восприятия нового стимула Конорски выделяет рефлекс нацеливания для лучшего анализа этого стимула и собственно ориентировочный рефлекс на его новизну. Подготовительный исследовательский рефлекс инициируется сенсорным голодом, потребностью в новых стимулах. Голод – это подготовительный пищевой безусловный рефлекс, проявляющийся двигательным беспокойством и активацией сенсорных систем, страх – подготовительный защитный безусловный рефлекс, ярость – наступательный.

Е.Н. Соколов (1960), а затем Р. Линн описали систему компонентов ориентировочного рефлекса (ОР). На уровне неокортекса ОР представлен ЭЭГ-реакцией активации (блокадой альфа-ритма, усилением высокочастотных колебаний ЭЭГ), коррелирующей с ростом возбудимости реактивности и мобильности у нейронной коры. К вегетативным компонентам ОР относятся расширение зрачков, увеличение кожной проводимости, снижение ЧСС, изменение дыхания, расширение сосудов головы и сужение сосудов рук. В моторной сфере ориентировочный рефлекс представлен поворотом головы, движением глаз, настораживанием ушей в направлении но-

вого стимула, увеличением мышечного тонуса.

Выделен сенсорный компонент ОР. Который состоит в увеличении чувствительности анализатора. Новый стимул вызывает генерализованный ОР, связанный с возбуждением ретикулярной формации ствола мозга. Он характеризуется ЭЭГ-активацией, которая охватывает всю кору (тоническая форма ОР, часто возникающая параллельно генерализованному ОР).

Генерализованный ОР быстро угасает (после 10-15 применений индифферентного стимула). Это позволяет выявить локальный ориентировочный рефлекс (который более устойчив к угасанию после 30 и более применений стимула). Его генерализацию связывают с активацией неспецифического таламуса.

Отличительной особенностью ОР является его угасание, развивающееся с повторением стимула. Однако любое изменение в повторяющемся стимуле восстанавливает ОР. Величина его восстановления пропорциональна числу одновременно измененных параметров и степени их изменения.

Специфическим стимулом, на который всякий раз возникает ОР, является его абсолютная или относительная новизна.

Безусловный ОР (удивление, неопределенность, сложность, необычность, разные формы новизны). ОР обладает свойством безусловного рефлекса, возникающего на новизну, обнаруживает сходство и с условным рефлексом. Оно проявляется в его способности к угасанию. Угасание – это особая форма обучения, получившая название негативного научения, ведущего к потере способности данного стимула вызывать ОР.

Соколовым была предложена теория «нервной модели стимула». В его концепции ключевая роль принадлежит блоку нервной модели, которая формируется в мозге за счет повторения стимула и без специального подкрепления. В ней отражаются все параметры повторяющегося стимула.

«Нервная модель стимула» многомерна. Во многих работах доказана восстановление ОР при разных физических характеристиках стимула.

Концепция Е.Н. Соколова о нервной модели стимула и экспериментальные данные подтверждают ее согласованность с теориями внимания – ранней и поздней селекции.

Виноградова (1975) открыла в гиппокампе два типа нейронов, связанных с ОР, Соколов стал подчеркивать роль гиппокампа в формировании нейронной модели стимула.

О.С. Виноградова в гиппокампе обнаружила две группы нейронов, реакции которых обнаруживают характеристики ориентировочный рефлекс (Т- и В-нейроны). Е.Н. Соколов эти две группы нейронов гиппокампа назвал «нейроны новизны» и «нейроны тождества». Совместное действие данных нейронов подчеркивает новизну раздражителя и ослабляет действие привычных стимулов за счет противоположного влияния на активирующие и инактивирующие части модулирующей системы мозга.

ОР – конечное звено серии операций, представляющих автоматическую обработку информации.

Модели внимания

Д. Бродбент (1958) сравнивал функционирование внимания с работой электромеханического фильтра, осуществляющего отбор (селекцию) информации и предохраняющего канал передачи от перегрузки. Все модели такого рода можно условно разделить на модели ранней и поздней селекции. Были предложены и различные компромиссные варианты. Модели ранней селекции предполагают, что информация отбирается на основе сенсорных признаков «фильтром», работающим по принципу «все или ничего». Согласно моделям поздней селекции, вся поступающая информация параллельно обрабатывается и опознается, после чего отобранное сохраняется в памяти, а оставшееся очень быстро забывается.

Ранняя модель основывалась на предположении, что центральная нервная система человека представляет собой канал передачи информации с ограниченной пропускной способностью. Для того чтобы иметь возможность обрабатывать некоторую информацию, нужно отказаться от остальной. Селекция должна происходить очень рано, уже на стадии сенсорного анализа стимуляции. Механизмом селекции является устройство типа фильтра, блокирующее нерелевантные источники информации. Механизм селективного внимания, или фильтр, может быстро переключаться с одного канала входной информации на другой.

Критика модели ранней селекции развивалась в направлении преодоления трактовки человека как пассивного канала связи. В частности, трудно было объяснить, почему испытуемый может не замечать, что некоторое слово повторяется по игнорируемому (нерелевантному) каналу до 35 раз, но обычно сразу реагирует, когда произносится его имя. Или почему если испытуемому предлагают сосредоточить свое внимание на информации, которая подается в одно ухо, например на последовательности слов «мышь», «пять», «сыр», а параллельно в другое ухо подаются слова «три», «ест», «четыре», то по окончании прослушивания он часто воспроизводит «мышь ест» или «ест сыр». Такие данные свидетельствовали о роли личностной значимости и смысловой связанности информации в процессе ее селекции и о том, что информация, поступающая по нерелевантному каналу, тоже обрабатывается.

Модификация модели ранней селекции была предложена Э. Трейсмэн. Согласно этой модели, после анализа всей поступающей информации на первой сенсорной стадии оба сообщения проходят через фильтр. Основываясь на определенном физическом признаке, фильтр ослабляет интенсивность нерелевантных сигналов и свободно пропускает сигналы релевантного канала. Таким образом сохраняется мысль о различных способах обработки отбираемых и игнорируемых стимулов уже на самых ранних этапах. При дальнейшей обработке как релевантная, так и нерелевантная (значительно ослабленная) информация может быть переработана. Релевантное сообщение активизирует «словарные единицы», которые оказывают обратное влияние на селективные свойства фильтра, ужесточая или ослаб-

ляя критерии пропуска сигналов по отдельным каналам. Акцентирование отдельных словарных единиц способствует распространению волны активации на связанные с ними элементы и тормозящего влияния на остальные элементы словарного запаса. Это облегчает понимание последующей информации. Если слова, поступающие по нерелевантному каналу (значительно ослабленные), связаны по смыслу со словами релевантного канала, они также могут быть восприняты. Кроме того, предполагается, что пороги восприятия некоторых слов или групп слов могут быть постоянно низкими. К таким группам относятся прежде всего аффективно окрашенные или субъективно значимые для испытуемого слова. Таким образом объяснялось влияние семантических факторов на процесс селекции информации.

Д. Бродбент модифицировал свою раннюю модель, в частности отказавшись от жесткого игнорирования всей нерелевантной информации на ранних стадиях. Модель была дополнена им на основе представлений о возможности настройки системы в пользу определенных ответов [Дормашев, Романов, 1995, с. 49-82]).

Д. Норман предложил модель поздней селекции. Он исходил из существования центральных детекторов структур памяти, активация которых служит механизмом восприятия. По мнению Нормана, эти структуры постоянно находятся под влиянием двух потоков информации – сенсорной и центральной. Происходит как бы встречное течение двух информационных потоков: сверху вниз и снизу вверх. Сначала вся поступающая информация обрабатывается параллельно, затем отобранная продолжает обрабатываться, а остальная забывается. Селекция, приводящая к переходу от параллельной к последовательной обработке, считается поздним процессом, поэтому знакомые стимулы успевают активировать соответствующие структуры памяти. Центральная информация определяется интегральной характеристикой значимости и актуальности данного сообщения или объекта. Главное достоинство своей модели Норман видел в гибкости настройки предполагаемого механизма селекции.

Модели поздней селекции могут объяснить равную эффективность селекции по физическим и семантическим признакам.

О. Нейман в 1990 г. попытался найти очередной компромисс между ранней и поздней селекцией. Так как вся доступная информация зрительного окружения перерабатывается, поскольку происходит актуализация соответствующих внутренних репрезентаций памяти, и любые изменения в репрезентации необходимы для точного и адекватного отражения ситуации. При этом требуется как ранняя, так и поздняя селекция информации.

Кроме того, он предполагает, что на ранних этапах преимущественное значение приобретают процессы усиления, а не торможения сенсорных входов и следов в памяти, что снимает многие критические доводы по поводу ранней селекции.

По теории ранней селекции (фильтрации) семантическая информация требует произвольного внимания, в то время как теория поздней селекции

допускает, что значительная часть семантической информации может обрабатываться автоматически. Обе теории (Соколова и теории внимания ранней и поздней селекции) связывают начальный этап обработки сенсорной информации с параллельно и автоматически протекающими процессами. В теории Соколова и в теории внимания имеются различия, которые представлены в обработке семантической информации. В модели Е.Н. Соколова есть еще одна стадия обработки информации, проявляющаяся в оценке «значимости» стимула. Значимость также является характеристикой, вызывающей ОР, и она представлена условным ориентировочным рефлексом.

Внимание в этих моделях понимается как активное предвосхищение результатов восприятия, ведущее к синтезу сенсорных данных на основе внутренних схем. Так, Найссер разделил все познавательные процессы на два уровня: грубые быстрые параллельные процессы предвнимательной обработки и детальные медленные последовательные процессы фокального внимания. Он подчеркивает циклический разворачивающийся во времени характер познавательной активности. По его мнению, бессмысленно локализовать «воронку» ближе к стимулу или к ответу, так как восприятие активно и стимулы неразрывно связаны с ответами. Избирательность – один из аспектов восприятия, обеспечиваемый предвосхищением необходимой информации и непрерывной настройкой перцептивной схемы.

Эксперименты Найссера наглядно показали, что даже младенцы могут с успехом отслеживать информацию при сложном наложении двух видеозаписей друг на друга. Отвлекаемость детей объясняется слабой мотивацией к выполнению многих заданий, которые дают им взрослые в экспериментах, а не тем, что у них несовершенны механизмы фильтрации.

Непредвосхищенная информация также может быть воспринята, но при соблюдении некоторых условий. Во-первых, некоторые стимулы (например, громкие звуки или яркие вспышки) автоматически «запускают» ориентировочные реакции, дающие начало новым перцептивным циклам. Информация такого рода «навязывает» себя воспринимающему. О таком снятии информации можно сказать, что оно осуществлено на стадии «предвнимания» с тем, чтобы отличить ее от истинного внимания. Во-вторых, тип снятия информации на стадии предвнимания происходит скорее как следствие индивидуального опыта, нежели врожденной способности. Может случиться так, что человек окажется готовым к восприятию тех видов информации, которые при своем появлении запускают ориентировочные реакции. Здесь речь идет об индивидуально значимых стимулах, связанных с личными именами, с профессионально важной информацией и т. д. Информация, получаемая «до внимания», более скудна и фрагментарна, смысл ее в том, что она запускает перцептивный цикл.

Холберг считает, что восприятие является подтверждением меняющегося набора предвосхищений сенсорной стимуляции. На хранение в память переводится информация, подтвердившая наши ожидания. Стимулы,

которые не оправдали эти ожидания, почти сразу же забываются, если только они не обладают какими-либо особенно заметными свойствами. Поскольку в задаче на селективное внимание мы пытаемся предвосхитить характеристики сообщения, поступающего по релевантному каналу, иррелевантная информация, как правило, не соответствует нашим ожиданиям и не запоминается. Главное различие двух теорий состоит в понимании соотношения детального перцептивного анализа и сознания. По мнению Хохберга, возможно генерирование и подтверждение очень тонких и специализированных перцептивных гипотез без какого-либо участия сознания.

Д. Канеман рассматривал внимание как умственное усилие. Он вводит понятие ресурса, а также связал умственное усилие с активацией организма. Количество ресурсов, лимитирующих умственные усилия, в каждый момент времени оказывается величиной постоянной, хотя оно и может изменяться в ограниченных пределах под влиянием активации. По мере усложнения задач происходит некоторый рост активации, а также увеличение количества ресурсов внимания, выделяемых на решение задачи. Но количество выделяемых ресурсов постепенно отстает от растущей сложности задачи, что приводит к возникновению ошибок. Степень изменения ресурсоемкости основной задачи можно тестировать с помощью простой двигательной реакции на неожиданный сигнал другой модальности.

Экспериментальное обоснование теории внимания как умственного усилия Канеман проводит на материале исследований одновременного выполнения двух деятельностей (трудности выполнения двух заданий). Подавляющее большинство полученных результатов говорит о значительной трудности решения двух задач. Оценку результатов деятельностей в ситуации совместного выполнения сравнивают с продуктивностью, которая достигается в ходе отдельного решения. Были выявлены следующие закономерности: степень интерференции (отрицательного влияния решения одной задачи на другую) тем больше, чем сложнее задачи и чем они более сходны друг с другом. Канеман полагает, что существует единый ресурс внимания для любых задач, и интерферирует не только задачи, заданные в одной модальности или аналогичные по сути, но и такие совершенно различные деятельности, как ходьба и счет в уме.

Д. Навон и Д. Гофер предложили модель составных ресурсов переработки информации. В отличие от Канемана они считают, что существует несколько разных энергетических ресурсов для решения разноплановых задач.

Общая активация организма зависит от многих факторов: эмоции (тревога, страх, гнев и др.), мышечного напряжения, сенсорных воздействий.

Центральным в модели является блок распределения ресурсов.

Текущие побуждения, намерения (мотивация) определяют направленность произвольного внимания и потребляют соответствующие энергетические ресурсы.

Постоянно действующие факторы – значимые и новые стимулы – вызывают произвольное внимание и соответствующие затраты ресурсов.

Отношения между эффективностью деятельности и вниманием представлены законом Йеркса-Додсона.

Оптимальное выполнение задания требует определенного количества внимания (усилия). Разные виды деятельности потребляют разное количество внимания.

Д. Канеман рассматривает факторы новизны и значимости как главные источники ОР. Он разделяет точку зрения Соколова. Важной составляющей ОР является короткоживущее усилие, направленное на обработку и анализ каждого нового стимула. Если результаты предварительного анализа стимула, выполненного с помощью ОР, оказываются в конфликте с ожиданием (блок оценки новизны и значимости), выделяются дополнительные ресурсы для более детального анализа этого нового стимула.

Канеман определил три положения, определяющие взаимоотношения ОР и произвольного внимания: ОР выполняет функцию запуска произвольного внимания (усилия), обращение произвольного внимания в новый стимул возникает ступенчато и рекурсивно, после того, как стимул уже вызывал ОР. Реакция расширения зрачка и возрастание кожной проводимости рассматриваются как объективные показатели ориентировочного рефлекса.

В 1989 году Д. Навон предлагает нейрональную модель, рассматривая психику как систему, состоящую из множества единиц, занимающихся сбором информации, ее интерпретацией, прогнозированием и запуском действия, необходимым для существования системы в целом.

Специальный механизм обеспечивает связи релевантных модулей и перекрывает связи других модулей. Функциональная сущность внимания в модели Навона заключается в работе этого механизма, который образно можно назвать регулятором сцепления (или расцепления). Работа регулятора сцепления переживается как усилие. Он активизирует связи релевантных модулей, вероятность воздействия которых на другие модули повышается. Одновременно возрастает «видимость» их сообщений на устройстве (табло) общей коммуникации, через которое осуществляется большинство связей в системе. Видимость или доступность выходной информации модуля отождествляется с ее осознанием.

Эта модель позволяет учитывать возможности параллельной переработки релевантной и нерелевантной информации, зависимости внимания от предшествующей информации (преднастройки) и сознательного регулирования действий по достижению целей, а также легко объясняет быструю реакцию на стимулы высокой интенсивности или появляющиеся неожиданно.

Исследователь А. Фридман со своей стороны полагает, что существует не множество ресурсов, а всего два: правого и левого полушарий. Их ресурсы недифференцированы в том смысле, что используются любыми

(сенсорными, когнитивными, моторными) процессами, происходящими в данном полушарии. Специализация полушарий выражается в более легком выполнении одного вида задач, чем другого (например, заданных в вербальной форме или, наоборот, в образной). Так, каждое полушарие может, затрачивая собственные ресурсы, выполнять автономно большинство задач, но на решение неспецифических задач оно тратит больше усилий.

Остановимся подробнее на данных исследования. Экспериментально-теоретическое обоснование было получено как техника построения образов функционирования мозга (в основном это ПЭТ) широко используется в современных исследованиях внимания. Суть метода ПЭТ мы объясняли выше, в приложении, но вкратце повторим, что она состоит в измерении величины кровотока в мозге, интенсивность которого оценивается по наличию радиоактивного "красителя". Поскольку метаболизм работающего мозга требует подпитки, он потребляет больше крови. За этими процессами следят датчики радиоактивности, данные от которых преобразуются компьютером в "географическую" карту коры мозга, по которой можно определить "горячие точки" его отделов, где сосредоточено больше крови.

В эксперименте Петерсена и его коллег в 1990 г. испытуемым показывали слова, неслова, сочетания букв, напоминающие слова, а также последовательности согласных букв. При предъявлении слов и регулярных неслов (но не сочетаний согласных) активировались области, показанные на рис. А2 незакрашенным эллипсом (левая часть рисунка). Любопытно, что пациенты с обратимыми повреждениями этих зон часто не способны читать слова целиком, но могут прочесть их буква за буквой. В случае, когда пациентам показывали слово "опера", они не могли прочесть его но, могли назвать буквы по одной и таким образом (вероятно) это сочетание букв представлялось в слуховом коде. Другие зоны мозга "перехватывали" эту активность и тогда эти пациенты могли сказать, что это за слово. Исследования мозга при помощи ПЭТ указывают также на то, что в определенных типах внимания задействованы также другие зоны, что отражено на рис. А2.

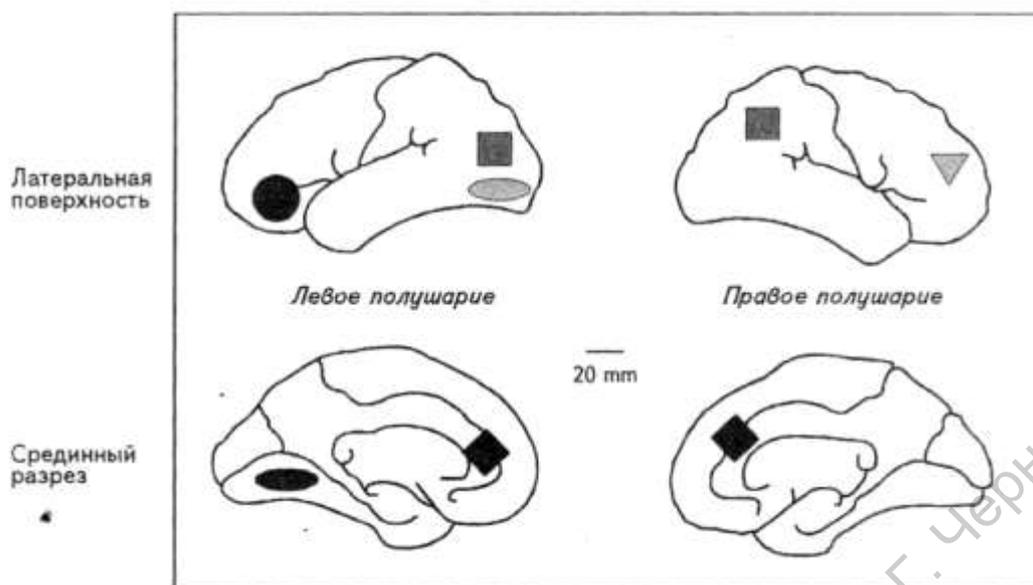


Рис. А2. Зоны коры мозга человека, активируемые при внимании. Зоны внимания изображены в виде закрашенных фигур на латеральной (снаружи) и медиальной (поперечное сечение) поверхностях левого и правого полушария. Видно, что теменные доли (закрашенный квадрат) входят в зону внимания, правые передние доли связаны с состоянием бодрствования; ромбы показывают переднюю часть зоны внимания. Овал и круг указывают зоны обработки слова, связанной с его зрительной формой (эллипс) и семантическими ассоциациями (круг) [Солсо]

Другую попытку установить прямую связь между когнитивными процессами и активностью зон мозга предприняли Познер совместно с Петерсеном; они провели ряд важных экспериментов по обработке слов нормальным здоровым мозгом. При помощи ПЭТ-сканеров Петерсен и др. (1988) изучали кровоток в мозге испытуемых, которым впрыскивали радиоактивные изотопы с коротким периодом полураспада. В одном из экспериментов этой группы было четыре этапа: (1) стадия покоя; (2) появление отдельного слова на экране; (3) чтение этого слова вслух и (4) генерация примера употребления каждого слова. У каждого из этих этапов была своя собственная визуальная "ропись".

«Когда испытуемый в этих экспериментах глядел на слово на экране, активировалась затылочная зона коры; когда он слышал слово, активировалась центральная часть коры, когда произносил – активировались моторные зоны, а когда его просили назвать слово, связанное с данным (например, если появлялось слово *пирожное*, испытуемый должен был назвать подходящий глагол, например, *есть*), наиболее активной была ассоциативная зона, но наблюдалась также и общая активность коры». (Книга Солсо).

Локальная специфичность свойственна на удивление многим видам активности, связанным со сложными когнитивными задачами (некоторыми видами языковой обработки или процессами внимания). Обнаружилось, например, что когда мы направляем внимание на реальные слова, такие как читаемый вами сейчас текст, активируются определенные задние области мозга. Однако, бессмысленные слова эти центры не активируют.

Кроме того, когда испытуемых просят проиллюстрировать употребление существительного например, молоток – ударять) или отнести его к определенному классу, у них активируются определенные передние или височные зоны (см. McCarthy et al., 1993; Petersen et al., 1990; Petersen and Fiez, 1993; Posner, 1992; Posner et al., 1994).

М. Познер и К. Снайдер (1975) выделили три основных критерия отличия автоматических процессов от контролируемых, которые нашли экспериментальное подтверждение.

Познер выделил различные уровни переработки информации и временные стадии активации этих уровней. Активацию уровней переработки обеспечивает система внимания, которая является автономной когнитивной системой, хотя тесно связана с системами автоматической переработки.

Свои взгляды Познер аргументирует тщательно поставленными экспериментами по «умственному хронометрированию». Например, один из экспериментов состоял в следующем. Испытуемому давали предупреждающий сигнал, через полсекунды предъявляли первую букву, а затем через секунду – вторую. Испытуемый должен был решить, какие буквы предъявлялись ему: одинаковые или нет. В части проб по ходу решения основной задачи в одном из восьми непредсказуемых моментов предъявлялся кратковременный звуковой сигнал, в ответ на который испытуемый должен был немедленно нажимать на ключ. Время реакции на слуховой зонд зависело от момента его предъявления по ходу решения основной задачи. Такие результаты свидетельствовали о том, что процесс обработки состоит из нескольких (по крайней мере двух) фаз, которые неравнозначны по возможностям распределения внимания между решением двух задач.

Три основных критерия отличия автоматических процессов от контролируемых:

- автоматические процессы характеризуются произвольностью и протекают без усилия субъекта, не требующих обращения к ресурсам организма;
- не достигают уровня сознания;
- не взаимодействуют (не интерферируют) с какой-либо текущей психической (интеллектуальной) деятельностью, т.е. не нарушают её.

Обработка сенсорной и семантической информации может протекать параллельно и автоматически.

Деление когнитивных операций на автоматические и контролируемые согласуют с разделением внимания на произвольное и произвольное.

Произвольное внимание обладает всеми свойствами контролируемых процессов; оно требует усилий для распределения ресурсов, интерферирует с другими видами психической деятельности.

Большое количество сложных, но привычных мыслительных процессов протекает автоматически. Эффект Струпа показывает, что обработка сенсорной и семантической информации может протекать параллельно и ав-

томатически.

Испытуемому предъявляют слова – названия цветов, написанные чернилами разного цвета. Его задача – назвать цвет чернил. При несовпадении одновременно инициируемых речевых реакций возникает задержка в исполнении. Семантическая информация обрабатывается независимо от установки субъекта, параллельно анализу перцептивных свойств стимула.

П.Я. Гальпериным внимание трактуется как функция внутреннего контроля за выполнением исполнительных и интериори-зированных действий [Гальперин, 1958].

Теория П.Я. Гальперина предполагала не просто рассмотрение внимания как процесса контроля за действиями, но и развитие этого контроля – от сознательных к автоматизированным формам. Никто не подвергает сомнению существование автоматизированной и неавтоматизированной обработки информации как автоматизированных и неавтоматизированных действий. Опыт самонаблюдения, казалось бы, не согласуется с данными экспериментов, которые показывают, насколько сложной является задача совмещения двух действий. Однако большинство совмещений становится возможным благодаря автоматизации или изменению уровня контроля.

Теории, различающие два процесса информационной обработки или управления действием, продолжают активно разрабатываться (см. [Дормашев, Романов, 1995, с. 82–109]). Однако практически во всех зарубежных теориях автоматические действия рассматриваются как не связанные с вниманием или связанные со стадией «предвнимания». Тем самым внимание приравнивается к сознанию или сознательному контролю.

Методы исследования внимания

Методики, основанные на селекции информации

Методика избирательного слушания была предложена Д. Кимурой [Kimura, 1973], она свидетельствует о том, что слуховое внимание имеет латеральные особенности. Здоровые люди-правши имеют определенную симметрию слухового внимания к вербальным стимулам. В среднем нормальный человек-правша слышит слова на 10-14% лучше правым ухом, чем левым. Этот феномен получил название «эффект правого уха».

Методики поиска – одни из самых распространенных при исследовании внимания. Знаменитые таблицы Бурдона, таблицы Шульте, так же как и тест корректурной пробы, являются, в сущности, задачей на зрительный поиск. Они широко применяются в качестве диагностических методик (см. [Воронин, 1993]).

Методики полного воспроизведения позволяют исследовать объем внимания путем анализа числа одновременно предъявляемых элементов, которые могут быть с ясностью восприняты субъектом. Использование тахистоскопа показало, что, если предъявляемые стимулы достаточно просты и разбросаны по демонстрируемому полю в беспорядке, объем внимания обычно не превышает 5-7 элементов. Дж. Сперлинг предложил методику частичного воспроизведения, которая используется в экспериментах

на селективное внимание.

Методики регистрации движений глаз направлены прежде всего на исследования направления внимания при выполнении различных деятельностей. Кроме этого, анализируя движения глаз, можно сделать вывод о степени напряженности внимания и включенности в деятельность [Гиппенрейтер, 1978].

Методики, использующие физиологические корреляты внимания. Одним из методов, который широко используется в исследованиях внимания в настоящее время, является метод регистрации *вызванных потенциалов* (ВП). Именно благодаря регистрации ВП произошел существенный сдвиг в представлениях о физиологических механизмах избирательного внимания и открылись новые возможности для их исследования (суть метода представлена в Приложении).

Нарушения внимания при локальных поражениях мозга

В нейропсихологии существуют два самостоятельных типа нарушения внимания.

1. Модально-неспецифические нарушения.

Эти нарушения внимания распространяются на любые формы и уровни внимания (Больной не может сосредоточиться на стимулах любой модальности – зрительных, слуховых, тактильных). Подобного рода нарушения внимания характерны для больных с поражениями неспецифических срединных структур мозга разных уровней.

При поражении нижних отделов неспецифических структур (уровня продолговатого и среднего мозга) у больных наблюдается быстрая истощаемость, резкое сужение объема и нарушение концентрации внимания. Эти симптомы нарушения внимания проявляются в любом виде деятельности (сенсомоторной, гностической, интеллектуальной) из-за слабости тех механизмов, которые поддерживают внимание (Наблюдения над больными показывают, что принципиально счетная деятельность таким больным доступна, однако требует напряжения произвольного внимания и при этом больные сталкиваются с большими трудностями).

Существуют два самостоятельных уровня внимания: произвольный и непроизвольный. Первичное, непроизвольное внимание – это то внимание, с которым ребенок рождается; вторичное, произвольное внимание формируется по мере становления всех других психических функций и является прежде всего социально опосредованным типом внимания.

Произвольное внимание у взрослого человека связано прежде всего с речевыми стимулами.

У больных с поражением нижних отделов неспецифических структур мозга в большей степени страдают непроизвольные формы внимания. Таким больным легче сосредоточиться на каком-либо задании, если оно их лично интересует, если велика заинтересованность в результатах его выполнения. Это говорит о том, что произвольный уровень регуляции внимания относительно сохранён, в то время как первичные непроизвольные

формы внимания страдают существенно больше.

К этой категории больных относятся многочисленные больные с травмами мозга, т.к. сотрясение мозга, как правило, вызывает кровоизлияние в нижних отделах ствола, а также больные с опухолями в области задней черепной ямки, больные с поражениями мозжечка.

2. Поражение уровня диэнцефальных отделов мозга и лимбической системы

При поражении этих неспецифических структур нарушения внимания, как правило, проявляются в существенно более грубых формах.

Такие больные часто вообще не могут сосредоточиться ни на какой деятельности, их внимание неустойчиво. Эти трудности проявляются при решении задач, при выполнении двигательных актов, вербальных заданий.

К этой группе больных относятся больные с опухолями в области таламуса, гипоталамических структур, с поражением в области третьего желудочка, в области лимбической коры, гиппокампа, что приводит к нарушению внимания, а также к нарушению сознания и памяти).

3. «Лобные» или «лобно-височные» больные. Поражение медиабазальных отделов лобных и височных долей.

У этой группы больных страдают произвольные формы внимания в самых различных видах психической деятельности. Одновременно у них патологически усилены непроизвольные формы внимания.

«Лобные» или «лобно-височные» больные характеризуются «полевым поведением», т.е. они крайне реактивны на все стимулы, проявляется бесконтрольная реактивность, при этом происходит растормаживание элементарных форм ориентировочной деятельности (оборачиваются на любой звук, вступают в разговоры, которые ведут между собой соседи и др.). Данные больные не могут по словесной инструкции переводить взор. Однако они переводят его вслед за реально движущимся зрительным объектом. «Психический паралич взора» – крайняя степень нарушения произвольных форм контроля за собственными действиями и патологии усиленно пассивных «полевых» непосредственных форм регуляции.

Второй тип патологии внимания – это модально-специфические нарушения внимания. Модально-специфические нарушения внимания проявляются только в одной сфере (т.е. по отношению к стимулам одной модальности), например, только в зрительной, слуховой, тактильной, или в сфере движений.

Эти нарушения внимания не имеют ничего общего с нарушениями восприятия. Их не расценивают как какие-то интеллектуальные нарушения или непонимание инструкций.

Метод предъявления двойных стимулов, т.е. при предъявлении двух зрительных, двух слуховых или двух тактильных стимулов позволяет определить феномен неосознания определенных стимулов.

Зрительное невнимание.

Изучались у больных поля зрения, когда больному, который концентрировал внимание на центральной точке, одновременно предъявлялись не один стимул (с левой или с правой стороны), а сразу два стимула. Больному предлагалось отвечать, какой из стимулов он заметил. Было обнаружено нарушение в виде «необращения внимания» на зрительные стимулы (игнорирование), которые показываются в одном поле зрения (чаще в левом).

Симптом игнорирования зрительных стимулов часто отражает лёгкую (или начальную) стадию поражения зрительных анализаторных структур и по мере дальнейшего развития заболевания может перейти в гностические расстройства или в одностороннее нарушение полей зрения (гемиопсию).

Этот симптом связан со спецификой работы правого полушария вообще, с его отношением к такому явлению, как неосознание стимулов, или анозогнозия.

При обычной процедуре изучения полей зрения с помощью периметра Д. Ферстера, а больному предъявляется только один стимул (слева или справа) и определяется сохранность отдельно левой или правой половины полей зрения.

Слуховое невнимание.

Если предъявлять одновременно на два уха два разных звука или два разных слова и просить больного точно сказать, что именно он слышит, то часто оказывается, что больной слышит только те звуки (слова), которые подаются в одно ухо, и полностью игнорирует информацию, поступающую в другое ухо.

Методика одновременного предъявления звуковых стимулов в оба уха (или методика дихотического прослушивания), предложенная Д. Кимурой, оказалась эффективно для оценки латеральных особенностей слухового внимания.

У больных с локальным поражением мозга проценты асимметрии резко возрастают (до 50-60% и больше), иногда звуки, которые подаются с одной стороны, вообще не воспринимаются, хотя те же звуки (слова), предъявленные отдельно на одно правое или на одно левое ухо, воспринимаются относительно равномерно.

Этот симптом получил название «симптом игнорирования звуков, поступающих с одной стороны».

Слуховое невнимание связано с поражением слуховой анализаторной системы. Оно может наблюдаться и при более широкой локализации очагов поражения внутри полушария.

Тактильное невнимание.

Г.Л. Тойбер разработал методику двойной тактильной стимуляции, направленную на оценку тактильного внимания. Опыт состоит в том, что экспериментатор одновременно касается одних и тех же участков кистей

рук (левой и правой) с одинаковой интенсивностью. От больного требуется, чтобы он, закрыв глаза, определил, сколько было прикосновений – одно или два. Прикосновение наносится локально двумя одинаково острыми предметами (кончиками двух карандашей). Прикосновения к кистям двух рук одновременно перемежаются двумя прикосновениями к одной и той же руке с одним прикосновением к одной руке для контроля. В этих условиях часто можно видеть, что больной как бы «не замечает» прикосновения к одной руке, когда даются два прикосновения одновременно. Чаще он «не замечает» прикосновения к левой руке или ошибается при двойном прикосновении к левой руке, что является симптомом поражения правого полушария головного мозга (преимущественно правой теменной доли).

Если прикоснуться отдельно только к левой или только к правой руке, то явления игнорирования стимула не обнаруживается. Этот симптом свидетельствует о существовании специальной формы внимания к тактильным стимулам и возможности изолированного нарушения этой формы внимания.

Двигательное невнимание.

Оно проявляется в том случае, когда больному предлагается одновременно выполнять движения двумя руками. При выполнении двуручных двигательных заданий, как правило. Больные начинают выполнять движения правильно, затем одна рука замедляет движение, потом как бы отключается, и больной продолжает совершать движения только одной рукой. На вопрос «Правильно ли Вы делаете?» он отвечает: «Правильно».

При повторении «чаще левая рука» вновь отключается.

Это игнорирование собственных ошибок отражает нарушение внимания в двигательной сфере. Симптом игнорирования исчезает, если попросить больного делать те же движения отдельно левой и правой рукой.

Симптом игнорирования носит строго односторонний характер. Нарушения двигательного внимания характерны для больных с поражением передних отделов больших полушарий (чаще правого) – премоторных, префронтальных, глубоких – с вовлечением базальных ядер.

Психофизиологические исследования модально-неспецифических нарушений произвольного и непроизвольного внимания у больных с поражением различных уровней неспецифических структур (методом оценки изменения спектра ЭЭГ и др.), показывают, что непроизвольное внимание связано преимущественно с нижними отделами ствола и со средним мозгом.

Произвольные формы внимания являются бесспорно корковой функцией.

У больных с поражением нижних отделов ствола и феноменологией нарушения преимущественно непроизвольных форм внимания введение сигнального значения стимулов с помощью инструкции ведет к усилению и неугасимости ориентировочных реакций, как это наблюдается и в норме, что указывает на сохранность у них механизмов произвольного (сенсорно-

го) внимания.

У больных с поражением лобных (преимущественно медиальных) отделов мозга введение сигнального значения раздражителя не отражается на динамике процессов активации, что коррелирует у них с грубыми нарушениями произвольного внимания.

Результаты психологического изучения интеллектуального внимания свидетельствуют, что с интеллектуальным вниманием связана кора лобных долей мозга. Физиологическая основа интеллектуального внимания отсутствует (или грубо нарушена) у больных с поражением лобных отделов мозга и сохранна в целом у больных с другой локализацией поражения.

Психофизиологические исследования модально-специфических нарушений внимания (зрительного) методов вызванных потенциалов в клинике локальных поражений мозга показало, что в основе лежат изменения неспецифических активационных процессов, которые развиваются в корковых зонах определенных анализаторных систем, что связано с патологией таламо-кортикальных связей в пределах данной анализаторной системы.

1.3. Память

Память – это способность живой системы фиксировать факт взаимодействия со средой (внешней или внутренней), сохранять результат этого взаимодействия в форме опыта и использовать его в поведении.

Виды памяти

Биологическая память – это фундаментальное свойство живой материи приобретать, сохранять и воспроизводить информацию.

Три вида биологической памяти – генетическая, иммунологическая и неврологическая (нервная).

Память о структурно-функциональной организации живой системы как представителя определенного биологического вида получила название генетической (генетическая память ДНК, РНК).

Иммунологическая память – это способность иммунной системы усиливать защитную реакцию организма на повторное проникновение в него генетически инородных тел.

Нервная или неврологическая память определяется как совокупность сложных процессов, обеспечивающих формирование адаптивного поведения организма (субъекта). В неврологической памяти выделяют: генотипическую (врожденную) память, обеспечивающую становление безусловных рефлексов, импринтинга, инстинктов (врожденного поведения), обеспечивающих роль в приспособлении и выживаемости вида.

Фенотипическая память (индивидуального поведения) формируется в результате научения. Ее механизм обеспечивает хранение и извлечение информации.

Фонд памяти любой живой системы отражает всю историю (индивидуальную и видовую) ее взаимоотношений со средой и является основой каче-

ственной определенности организма.

Врожденная филогенетическая память – основа для индивидуальной онтогенетической памяти.

Основу элементов памяти, равно как и программы активного поведения, составляют «нервные следы памяти» – энграммы. Кругликов в своей гипотезе о структурно-функциональных основах организации процессов памяти предположил, что исходная избыточность энграмм обусловлена явлениями так называемой афферентной и эфферентной генерализации (наблюдаемыми на ранних стадиях доминанты и условного рефлекса), когда организм поразительно восприимчив к самым разным воздействиям. Это имеет глубокий биологический смысл: формируя целостный, многокомпонентный (избыточный в принципе) образ реальной среды, организм получает возможность использования накопленной информации во всех более или менее подобных ситуациях. Следовательно, исходная избыточность энграмм и есть своеобразный механизм вероятностного программирования [Соколова, 1995].

Энграмма – след памяти, сформированный в результате обучения.

Транспорт памяти

Энграмма, имея в своей основе определенный молекулярный субстрат, актуализируется только при переводе молекулярного кода на уровень электрической активности. Многие факты доказывают возможность функционального разделения этих двух способов существования энграммы: амнестический электрошок, не затрагивая молекулярной базы следа памяти, временно блокирует его воспроизведение, нарушая перевод молекулярного носителя на уровень электрической активности. опыты по трансформации памяти показывают, что молекулярная составляющая энграммы может передаваться от донора к реципиенту.

Предполагается, что носителем памяти в данном случае могли быть только специфические молекулярные соединения, воздействовавшие на двигательные элементы, которые трансформировали пришедшее воздействие на уровень электрической активности. В результате происходило увеличение или уменьшение локомоций.

Дж. Мак-Коннел и его коллеги на планариях открыли феномен транспорта памяти.

Механизмы генетической, индивидуальной и иммунологической памяти являются общими, разнообразие форм памяти – это способы проявления одной и той же биологической сущности.

Опыты Дж. Мак-Коннела заставляли предполагать, что при обучении происходит синтез определенных молекул, которые и являются молекулярными носителями памяти». На основании полученных данных было сделано предположение, что передающим химическим фактором является РНК. Однако многочисленные опыты не подтвердили этой идеи, и она сыграла отрицательную роль в первых исследованиях транспорта памяти на позвоночных животных. Но, несмотря на непрекращающуюся критику

данных методов обучения, большинство экспериментаторов подтвердили результаты, полученные Дж. Мак-Коннелом, и согласились с его выводами, которые имели большое значение для начала опытов по транспорту памяти у позвоночных и беспозвоночных животных.

При рассмотрении различных экспериментальных работ по транспорту памяти можно сделать следующие выводы.

1) Пептиды как агенты, несущие информацию, принимают участие во многих регуляторных процессах от клеточного до системного уровней также в поведенческих и физиологических явлениях;

2) Транспорт памяти, обуславливающий перенос навыка донора или увеличение скорости его выработки у реципиента, существует. Получить однозначные ответы исключительно трудно как по причине многофакторности вырабатываемых видов поведения, так и по причине сложности идентификации и выделения веществ, отвечающих за перенос конкретной информации.

Временная организация памяти

Механизм персеверации нервных процессов, лежащем в основе запоминания и воспоминаний, впервые была выдвинута в исследованиях Дж. Мюллера и А. Пильцекера, В опытах по изучению запоминания нескольких рядов слов они обнаружили, что заучивание компонентов последующего ряда слов ухудшает запоминание предыдущего. Такое тормозящее влияние одного обучения на другое они объясняли нарушением персеверации процессов, которые развились во время заучивания слов нового ряда, так как после обучения нервные процессы, составляющие его физиологический механизм, не прекращаются сразу, а в течение некоторого времени продолжают, или персеверировать. Постепенно сила персеверации ослабевает, и она прекращается. Во время персевераций происходит закрепление ассоциативных связей, возникших в результате обучения. Дж. Мюллер и А. Пильцекер применили эту идею для объяснения ретроактивного торможения, а позже она стала основой гипотезы консолидации следа памяти.

Предполагают, что физиологический механизм существования следа в кратковременной памяти – это реверберация электрической активности по замкнутым цепям нейронов. Для существования реверберации необходимы замкнутые нейронные цепи. Принципиальная возможность такого нейроанатомического образования была продемонстрирована в исследованиях Л. де Но, в окончательном виде, с учетом нейрофизиологических данных, гипотеза консолидации следа памяти была сформулирована Я. Хеббом. Согласно его представлению, стимулы/действующие в определенной ситуации, возбуждают соответствующие им, клетки, которые выполняют функцию нейронных «представителей» внешних условий в центральной нервной системе. Если полученный сигнал больше не повторяется, то постепенно возбуждение, вызванное его первым предъявлением, исчезает.

При многократном действии одного и того же стимула происходит формирование «клеточного ансамбля», отражающего определенные свой-

ства сигнала «(Ансамбль» образован из элементов, составляющих замкнутую нейронную цепь. По цепи реверберирует возбуждение, вызванное многократным действием стимула. Продолжаясь определенное время, реверберация электрических импульсов приводит к изменениям нервных структур. Происшедшие в синапсах морфофункциональные изменения составляют основу долговременной памяти. Предполагается, что многократное использование одних и тех же синаптических контактов не только улучшает проведение импульсов, но и приводит к формированию специфических белков, адекватных данному виду стимуляции. В дальнейшем исследователи уточнили основные положения гипотезы консолидации следа памяти которой существование следа памяти в виде реверберующих импульсов является необходимым условием перевода энграммы в устойчивую форму, которая может сохраняться в течение длительного времени. Из этого предположения следует, что прерывание или предотвращение реверберации должно приводить к физическому разрушению следа памяти и его исчезновению.

Временная организация следа подразумевает последовательность развития во времени качественно разных процессов, приводящих к фиксации приобретенного опыта. Консолидация – процесс, приводящий к физическому закреплению энграммы; реверберация – механизм консолидации, основанный на многократном пробегании нервных импульсов по замкнутым цепям нейронов; длительность консолидации – интервал времени, необходимый для перехода следа из кратковременного хранения, в котором он находится в виде реверберующей импульсной активности, в долговременное, обеспечивающее длительное существование энграммы.

В концепцию временной организации входят понятия о кратковременной и долговременной памяти. Подразумевается что при фиксации происходит смена одной формы существования энграммы на другую. Данный подход базируется на предположении о разных нейрофизиологических, молекулярных, биохимических, морфофункциональных основах энграммы на разных стадиях ее жизни, которые будут обсуждаться ниже.

Важным в концепции временной организации памяти является длительность периода консолидации энграммы, число этапов становления энграммы.

Два этапа формирования энграммы в течение длительного времени определяли развитие экспериментальных исследований механизмов памяти. Животное обучали, а затем наносили раздражение, прерывающее реверберацию. Через определенное время производили повторное обучение, которое показывало степень сохранения навыка. Раздражение, вызывающее нарушение памяти, получило название амнестический агент, а само нарушение – экспериментальная ретроградная амнезия.

Мозг и память

Карл Лешли, пионер в исследовании мозга, ещё в 1920-х годах решил найти *энграмму*, или отпечаток воспоминания в мозге. Лешли учил живот-

ных бегать по лабиринту и затем отделял у них часть мозга, чтобы проверить, как изменилось у них воспоминание о лабиринте.

Результаты экспериментов, послужившие основой для создания данной концепции, основные положения концепции К. Лешли можно сформулировать так: «1. Процесс выучки и прочность заучивания навыков не зависят от строго локализованных структурных изменений коры головного мозга, т.е. результаты не согласуются с теориями, объясняющими процесс выучки изменениями структуры синапсов, или со всякими теориями, допускающими, что определенные нервные интеграции зависят от определенных анатомических путей, специально для них предназначенных. Интеграция не может быть выражена в виде связей между специфическими нейронами. 2. Роль различных частей одного и того же специализированного поля или даже всей коры (в случае с нелокализованными функциями) качественно одинакова (принцип эквипотенциальности). Дело не в суммации различных функций, а в неспециализированной динамической функции всей ткани как целого. 3. Механизмы интеграции следует искать в динамических отношениях частей нервной системы, а не в деталях структурной дифференциации. 4. Эксперименты позволяют предполагать, что поведение животных в своей основе принципиально ничем не отличается от такового у человека, поэтому выводы, полученные из экспериментов на животных, справедливы и для человека. В частности, анализ процесса образования лабиринтного навыка указывает на то, что он происходит при необходимом участии процессов, характерных для разумного поведения. С другой стороны, данные о деменции человека указывают на наличие сходства с теми процессами, которые возникают при поражении головного мозга у крысы» [Лешли, 1933].

Исходя из экспериментов Лешли, можно сделать вывод, что не имело значения, какая часть коры головного мозга удалялась. Только количество удалённого мозга коррелирует с утратой памяти. Тем не менее, заключение Лешли верно для конкретных воспоминаний, хотя некоторые части коры тесно связаны с памятью. Так, фронтальный отдел коры связан с эпизодической памятью, а затылочная область – с семантической памятью. Гиппокамп же формирует консолидацию памяти. Как только долговременные воспоминания сформировались, они тут же сохраняются в коре мозга.

Гиппокамп, по-видимому, действует как своего рода «переключающая станция» между кратковременной и долговременной памятью. Гиппокамп отчасти выполняет эту функцию благодаря росту новых нейронов. Новые нейроны, вероятно, сохраняют информацию путём установления новых связей в мозге. Люди, у которых повреждён гиппокамп, проявляют парадоксальную неспособность сохранять новые воспоминания.

Консолидация – совокупность биохимических процессов, опосредующих электрические реакции нейронов на определенные воздействия и приводящих к эффекту обучения при контроле по электрофизиологическим показателям. Активность нейронов, участвующих в обучении, отражает

достигнутый уровень биохимических превращений, которые развиваются в процессе обучения.

Так, работа В.В. Ашапкина и Н.А. Тушмаловой показывает, что при формировании условных ответов у крысы происходит повышение синтеза ДНК в неокортексе. Индукция синтеза ДНК связана с выработкой условного ответа и первыми часами его хранения. Авторы определили ли, что повышение синтеза связано с деятельностью нейронов. Индуцированный обучением синтез ДНК в неокортексе избирательно связан с последовательностями ДНК, повторенными в геноме 10-20 раз. Предполагается, что этот синтез связан с активацией экспрессии генов. Обратим внимание на то, что повышение синтеза ДНК происходит во время обучения и после него. Р.И. Салганик и другие ученые в своих экспериментах, связанных с изучением роли обратной транскрипции в процессах обучения, установили, что повышение уровня содержания РНК-зависимой ДНК-полимеразы (показателя процесса обратной транскрипции) развивается в гиппокампе крыс во время обучения и достигает максимума после его завершения. Аналогичные результаты о продолжающемся синтезе определенных белков, достигающем максимума после обучения, сообщают и другие исследователи. Можно предположить, что завершение некоторых «базовых» изменений, составляющих основу для выраженных электрофизиологических модификаций, завершается во время обучения, но процессы, связанные с внедрением нового опыта в индивидуальную память данного нейрона, продолжаются и после завершения обучения на уровне электрофизиологических явлений. Ашапкин и Тушмалова установили, что максимальный уровень синтеза ДНК достигается через несколько часов после обучения, но электрошок, примененный через такое длительное время, уже не вызывает ретроградной амнезии. Аналогично, в опытах Салганика обнаружено, что процесс обратной транскрипции достигает максимума через 40 мин после завершения обучения, но электрошок в это время также теряет свою эффективность. Возможны и другие объяснения этих результатов.

К концу обучения энграмма уже консолидирована. Проблема консолидации в данном контексте исчезает – электрофизиологическая активность развивается как результат процессов интеграции на субмолекулярном и молекулярном уровнях.

Повреждение головы может вызвать «пробел» в воспоминаниях о событиях, предшествующих несчастному случаю.

Градиент ретроградной амнезии показывает эффективность данного воздействия по отношению к сохранению энграммы. Было установлено, что интервал времени, в течение которого след памяти уязвим для действия амнестических агентов, меняется в зависимости от условий эксперимента и вида используемого воздействия (при одном и том же виде обучения). Нарушение памяти зависит от места приложения стимула, от его интенсивности и от интервала времени, прошедшего после обучения.

Из исследований градиента ретроградной амнезии можно сделать вы-

вод: эффективность определенного амнестического воздействия изменяется обратно пропорционально интервалу времени, прошедшего от момента применения данного агента, и прямо пропорционально его силе. Каждый параметр амнестического воздействия и каждый вид амнестических агентов демонстрирует наличие своего «градиента» ретроградной амнезии. Поэтому амнестический градиент демонстрирует только уязвимость определенной фазы существования энграммы для качеств влияющего на память воздействия. Результаты опытов показывают множество амнестических градиентов для одной и той же энграммы.

Интервал времени после обучения, в течение которого действие амнестического стимула вызывает ретроградную амнезию, называется временем консолидации. За пределами этого интервала действие амнестических агентов становится неэффективным, так как след памяти уже зафиксирован и перешёл в долговременное хранение. Зависимость степени нарушения памяти от интервалов времени между обучением и применением амнестического агента называется амнестическим градиентом.

Другая гипотеза, объясняющая феномен экспериментальной ретроградной амнезии, связана с представлением о диссоциированном обучении. Основное предположение следующее: если обучение выполняется на определенном функциональном фоне мозга, то правильное воспроизведение навыка, приобретенного в процессе обучения, возможно только на таком же функциональном фоне. В применении к ситуации с экспериментальной ретроградной амнезией предполагается, что электрошок изменяет функциональное состояние мозга. Это новое функциональное состояние сохраняется в течение длительного времени, и тестирование, выполняемое через 24 часа, совершается на фоне нового функционального состояния и поэтому воспроизведение навыка нарушается. В изменении функционального состояния мозга заключается основная причина памяти, вызываемая действием амнестических агентов.

Изменение энграммы при использовании электрической стимуляции мозга или при действии какого-либо другого агента оценивается по ухудшению памяти. Исключения составляют немногочисленные работы, в которых показано, что с течением времени, прошедшего после обучения, повышается точность воспроизведения и уменьшается количество ошибок.

Работы по изучению фасилитирующего влияния электрической стимуляции на память при раздражении определенных областей мозга опираются на представление об исключительной роли нейронов определенных структур мозга в процессах запоминания. Установлено, что эффективность фасилитирующего стимула снижается при увеличении интервала времени между моментом завершения обучения и моментом применения электрической стимуляции. Обнаружено, что посттренировочная стимуляция ретикулярной формации среднего мозга улучшает сохранение последнего из недавно приобретенных навыков. Во всех опытах показана зависимость фасилитирующего воздействия от интервала времени между обучением и

его применением. Фасилитирующая электростимуляция модулирует зависящие от времени процессы памяти. Фасилитацию памяти получили не только при электрическом раздражении ретикулярной формации среднего мозга, но и при гиппокампальной локализации стимулирующих электродов при использовании навыка пробегания лабиринта и активного избегания. Кроме фасилитирующего влияния электрической стимуляции определенных областей мозга, известно аналогичное действие на память некоторых фармакологических препаратов и биологически активных веществ.

Эксперименты по изучению фасилитирующего влияния на память показали, что большое значение имеет локализация электродов, через которые подается воздействие, исключительно важное значение имеет сила применяемого воздействия – в некоторых опытах показано, что в зависимости от силы электрического воздействия при одной и той же локализации стимулирующих электродов может развиваться противоположный эффект – ретроградная амнезия.

Стадии фиксации памяти

Фиксация энграммы осуществляется при помощи процесса консолидации. Консолидация начинает развиваться во время пребывания следа в фазе кратковременного хранения. Последовательная смена состояний следа является необходимым условием для фиксации энграммы. В завершеном виде гипотеза о двух последовательных этапах формирования следа памяти была сформулирована Д. Хеббом, Р. Джерардом, Дж. Конорски. На основе экспериментальных фактов и клинических наблюдений были сформулированы основные положения теории консолидации энграммы:

1. фиксацию следа памяти обеспечивает процесс консолидации;
2. след памяти тем устойчивее, чем больший интервал времени проходит от момента завершения обучения до момента предъявления амнестического агента;
3. след памяти можно разрушить, если он еще не консолидировался или консолидировался частично;
4. прерывание процесса консолидации приводит к физическому уничтожению энграммы;
5. разрушенный след памяти не восстанавливается, так как действие амнестических агентов необратимо.

Кратковременная и долговременная память

В рамках временного подхода критериями являются «времена жизни» энграммы в определенной форме хранения. Но оказывается, что во временном критерии принадлежности следа к кратковременному или долговременному этапу формирования нет четкости. По мнению одних исследователей, в кратковременной памяти след удерживается от нескольких секунд до нескольких часов, а в долговременной – от нескольких часов до нескольких дней, после чего переходит в постоянное хранение. Согласно другим представлениям, в кратковременной памяти след находится несколько секунд, а в долговременной – от нескольких секунд до нескольких

лет. Основные характеристики кратковременной памяти:

1) кратковременная память является необходимым этапом для перехода следа в долговременную память;

2) содержимое кратковременной памяти быстро угасает, может быть разрушено различными амнестическими воздействиями, легко передается в долговременную память;

3) объем кратковременной памяти ограничен, долговременная память характеризуется постоянным и неисчерпаемым объемом.

Из состава КП выделяют самостоятельную иконическую (сенсорную) память (в виде сенсорных следов, емкость 9 элементов при удержании следа от зрительного стимула – 250 мс – и эхоническую (эхоническое хранилище удерживает след звукового стимула 12 с).

Сенсорная память – это первая стадия памяти, в которой в течение нескольких секунд или меньше удерживается поступающая информация.

Кратковременные воспоминания могут сохраняться в форме образов (чаще в виде звукового образа), особенно при припоминании слов и букв.

Информация, которую мы слышим, удерживается в сенсорной памяти в форме эха в течение 2 сек. (Эхо – это краткий период возбуждения слуховой системы).

Гипотеза одного следа и двух процессов. В основе ее лежит предположение о том, что при обучении развиваются два процесса: один – специфический, инициируемый приобретенным опытом, другой – неспецифический. След памяти нестабилен до тех пор, пока неспецифический физиологический ответ на приобретенный опыт не закрепит состояние мозга, которое способствует обучению и хранению следа.

Особенностью этой модели является гипотеза о независимой кратковременной памяти. Согласно гипотезе, то, что обычно называют кратковременной памятью, является особым случаем существования следа, когда действие неспецифического компонента обучения ослаблено или заблокировано. Так как проявление энграммы связано с деятельностью многих структур мозга, то «чистый след» может оказаться за порогом воспроизведения.

Процесс образования энграммы и ее воспроизведение ставится в зависимость от общего состояния ЦНС. Следообразование рассматривается как специфический процесс, остальные, выполняющие регуляторную функцию, рассматриваются как неспецифические процессы.

Гипотеза о трех последовательных этапах фиксации энграммы. В основе такого «трехкомпонентного» подхода лежат результаты о действии ингибиторов синтеза протеинов через разное время после обучения и предположение о том, что каждая стадия фиксации имеет особое метаболическое обеспечение. Был сделан вывод о существовании трех стадий развития энграммы. К аналогичному заключению пришел исследователь Р. Марк на основании результатов экспериментов о влиянии на обучение инъекций суабайна и этаноловой кислоты. Это была попытка углубить

анализ до уровня тонких метаболических процессов. Очевидно, что количество фаз фиксации определяется специфичностью применяемых воздействий, что доказано в более поздних исследованиях взаимоотношений биохимических процессов, развивающихся при обучении с динамикой формирования следа памяти.

Р. Марк (1979 г.) пришел к выводу о сохранении следа в каждом хранилище памяти (опыты с фармакологическими препаратами, была выделена промежуточная память). След в КП угасает уже через 10 минут после обучения.

В промежуточной памяти он хранится до 30 минут. В долговременную память энграммы попадают через 45 минут и хранятся долго.

Для каждой из выделенных систем памяти существуют химически различные ингибиторы синтеза белка, специфически блокируют различные стадии формирования следа памяти.

Основные положения теории активной памяти

Т.Н. Греченко вводит понятие состояние энграммы, которое определяет степень ее готовности к воспроизведению.

Активная память – совокупность активированных «старых» и «новых» энграмм. Активность энграммы представлена в электрической активности нейронов.

Только след памяти, находящийся в активном состоянии, доступен для реализации в поведении. Энграммы, недоступные для использования, находятся в латентном, или неактивном состоянии.

Повторная активация энграммы может происходить как спонтанно, так и под влиянием различных внутренних и внешних факторов. Согласно данной теории память является постоянно и долговременной. Только след в активном состоянии доступен для реализации в поведении.

Кратковременная память с позиции концепции активной памяти, в которой доминирует вновь приобретенный опыт. Характерные для кратковременной памяти законы (быстрое угасание следа, подверженность разрушению под влиянием разнообразных факторов, ограниченность объема хранения) действует и в отношении «новой» части активной памяти.

Содержание активной памяти может определяться не только вновь приобретенными следами памяти («новой частью» активной памяти), но и знаниями, приобретенными ранее и переведенными из латентного состояния в активную форму.

Взаимосвязь состояния электрической активности нейронов с развитием ретроградной амнезии подтверждена фактами ее возникновения для генетически закрепленных форм поведения – инстинктов, импринтинга. В этих случаях амнезия также оказывается временной. Следовательно, амнестические агенты, не разрушая молекулярной основы конкретной формы поведения (в данном случае инстинктов и импринтинга), временно блокируют ее воспроизведение.

Электрическая активность и воспроизведение следа. Воспроизводи-

мость энграммы при постоянстве ее молекулярного носителя зависит от состояния электрических процессов, которые являются средством актуализации следа памяти. Амнестические агенты приводят к ретроградной амнезии благодаря значительным изменениям электрической активности тех элементов, которые опосредуют актуализацию энграммы.

Свойственная памяти динамичность, с которой постоянно сталкиваются исследователи в экспериментах на поведенческом и на нейронном уровнях – от человека до одноклеточных – определяется модификациями электрических процессов, которые обеспечивают актуализацию данной энграммы. Экспериментальные данные о зависимости воспроизведения от уровня бодрствования, мотивации, общего состояния человека и животных имеют в своей основе вариабельность электрической активности.

Декларативная и процедурная память

Эксплицитная память – память о том, что человек осознаёт, память, которая сознательно восстанавливается.

Имплицитная память – память о том, что человек не знает. Этот вид памяти восстанавливается бессознательно.

Эксплицитные воспоминания – это опыт прошлого, который сознательно держится в памяти. Припоминание, узнавание и тесты, которые вы проходили в школе, основаны на эксплицитных воспоминаниях. Зато **имплицитные воспоминания** находятся за пределами сознания (Roediger, 1990). То есть мы не осознаём, что у нас сохраняются воспоминания – например, бессознательное понимание того, как расположены буквы на клавиатуре пишущей машинки, – в значительной степени определяют наше поведение (Neath, 1998).

Грузинский физиолог Иван Соломон Бериташвили (Беритов), в 30-е годы.

В его концепции нервно-психической деятельности декларативную память назвал образной памятью.

Процедурная (имплицитная) память (память на действия) представлена моторными навыками, классическими условными и инструментальными рефлексам.

Беритов показал принципиальное различие между образной и условно-рефлекторной (процедурной) памятью, исследовав становление обеих систем памяти в филогенезе. Условно-рефлекторная память в филогенезе появилась раньше, чем декларативная.

Кратковременная память относится к кратковременному сохранению следов сенсорных импульсов, оставшихся после их восприятия.

Декларативная память является сознательной, так как предполагает осведомленность субъекта об объекте или событии, образы которых извлекаются из памяти.

Декларативная (эксплицитная) память – запоминание объектов, событий, эпизодов, память на лица, места событий, предметы – основана на ассоциа-

ции одновременно действующих раздражителей (след хранится годами).

И.С. Бериташвили выделяет краткосрочную и долгосрочную образную память, которые различаются временем хранения и условиями формирования следа памяти.

Краткосрочный след в образной памяти возникает после показа значимого объекта, долгосрочный след – после показа и частичного подкрепления, когда животное может попробовать немного пищи, которую затем на его глазах прячут за какой-либо предмет.

В психологии сами термины декларативной и процедурной памяти были введены в 80-х годах Л. Сквайром (1983) и Н. Коеном (1984). Их заключение о двух типах памяти основывается на результатах изучения пациентов с амнезией. Пациенты с корсаковским синдромом (у них наблюдается явление антероградная амнезия, а также пациенты, получавшие конвульсивные электрошоковые воздействия, могут, как и здоровые люди, приобретать и сохранять (в течение по крайней мере 3-х месяцев) навык зеркального чтения, но они не в состоянии вспомнить слова, которые только что прочитали.

Современные исследования памяти 'занимаются вычерчиванием кривых топографии мозга, прослеживанием "следов" памяти и определением нервных изменений в мозге, связанных с формированием и изменением памяти. В этих исследованиях используются описанные выше технологии построения образов работы мозга (например, ПЭТ, ЯМР, ЭЭГ), а также электрическое зондирование мозга (например, минутная электрическая стимуляция с целью вызова воспоминаний), введение химических веществ и препаратов, влияющих на передачу нервных импульсов в синапсах (например, фармакологических средств лечения и изучения памяти, способных ее улучшать или ухудшать) и изучение патологических случаев необычных расстройств памяти, например, энцефалит (воспаление мозга) – заболевание приводит к частичной потере памяти, так что содержимое кратковременной памяти сохраняется несколько секунд, его воспоминание об обычных событиях исчезает вскоре после события.

Когда составляется карта областей мозга, связанных с теми или иными видами и функциями памяти, учитывается непосредственная роль трех отделов мозга, хотя следует подчеркнуть, что функции памяти разбросаны по всему мозгу. Как показано на Рис. А3, такими отделами являются: кора – наружная поверхность мозга, которая предположительно участвует в познавательной деятельности высшего порядка (мышлении, решении задач и запоминании); мозжечок – структура, похожая на цветную капусту, находящаяся у основания мозга и регулирующая моторные функции и моторную память, и гиппокамп – S-образное образование глубоко внутри обоих мозговых полушарий, которое, как полагают, обрабатывает новую информацию и направляет ее к частям коры на постоянное хранение. (Вероятно, в случае с К.В. был поврежден гиппокамп, поскольку память на прошлые события осталась ненарушенной, но образовать новые воспоминания было

очень трудно.) Исследования мозга указывают на то, что два типа памяти – **процедурная и декларативная** – связаны с этими главными структурами. Процедурная память хранит моторные навыки, такие как письмо от руки или на машинке или (возможно) способность водить машину, велосипед; она содержит сведения и знания о мире, такие как имена любимых родственников, значения слов, и все это хранится в коре мозга.

Сенсорная информация направляется в кору вскоре после ее получения. Здесь среди нейронов образуются временные связи, сохраняющиеся только короткое время, но достаточное для совершения таких несложных действий, как запоминание телефонного номера обычной длины. Чтобы эти впечатления стали постоянными, должен произойти процесс **долговременного потенцирования** (ДП).

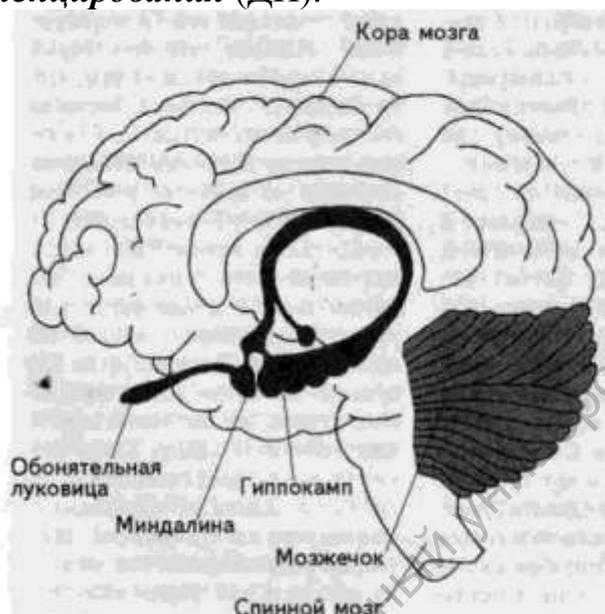


Рис. А3. Гиппокамп, находящийся под двумя главными мозговыми полушариями, видимо, занимается обработкой и распределением поступающей информации, которая хранится затем в коре мозга и мозжечке.

У нервных клеток, подвергнутых быстро повторяющейся стимуляции, способность реагирования расширяется на продолжительное время. Процесс ДП наблюдался в синапсах гиппокампа у млекопитающих. Одна из теорий предполагает, что стимулированные таким образом дендриты пускают новые ростки, что способствует долговременному запоминанию. Полагают, что долговременные декларативные воспоминания начинают свою жизнь тогда, когда кора мозга посылает информацию в гиппокамп; при этом память усиливается благодаря наличию быстрого и непрерывно повторяющегося возбуждения этой нервной цепи в коре. Усиление долговременной памяти может достигаться волевым актом, таким как повторение телефонного номера снова и снова, или в некоторых случаях через произвольные действия, как например в случае травматического или эмоционального переживания. Так, мы можем очень живо вспомнить подробности автомобильной аварии без сознательного повторения этого события.

Физические события внешнего мира, такие как энергия света или звука, обнаруживаются сенсорной системой, преобразуются в нервные импульсы и передаются в мозг. Там они проходят начальный анализ и одновременно направляются в другие центры, включая область гиппокампа, где, кроме прочих функций, оценивается их эмоциональное содержание. Этот след (его называют *энграммой*) направляется далее в кору и другие места, где происходит активация нейрохимических соединений, приводящая иногда к образованию следа постоянной памяти, так что при восприятии того же самого или сходного сенсорного впечатления этот след может быть активирован.

Нейрональная модель организации двух типов памяти принадлежит М. Мишкину. Один класс памяти он назвал памятью на узнавание, требующей высокого уровня организации многих ассоциативных областей коры. Другой класс – памятью привычек, базирующийся на ассоциативной связи стимул-реакция. Обе системы памяти рассматриваются как независимые друг от друга.

По своему содержанию память на узнавание и память привычек соответствуют декларативной и процедурной памяти. Обе системы памяти обеспечиваются разными структурами мозга.

В качестве мозгового субстрата декларативной памяти любого содержания многие исследователи рассматривают медиальные части височных долей (MTL – medial temporal lobe), включающие гиппокампальную формуляцию, энториальную, парагиппокампальную кору и структуру таламуса, расположенные по средней линии. Экспериментальное разрушение MTL у обезьян и грызунов воспроизводит диссоциацию форм памяти (в виде нарушения у пациентов декларативной памяти).

М. Мишкин исследовал влияние раздельного разрушения височной коры, задней височной коры, амигдаллярного комплекса и гиппокампальной формации у обезьян на сохранность декларативной памяти и способность к ее формированию.

По его данным, память на узнавание наиболее сильно страдала при удалении передней височной коры и в меньшей степени – при разрушении задней височной коры. Разрушение гиппокампа и амигдаллярного комплекса ее почти не нарушали.

Процедурная память требует участия других структур. В зависимости от вида процедурной памяти вовлекаются сенсорные и моторные системы мозга, обеспечивающие специфичность выполнения действий и навыков.

В составе декларативной памяти выделяют эпизодическую и семантическую память (канадский психолог. Э. Тульвинг). Под эпизодической памятью он понимал память на датированные во времени эпизоды и события из индивидуальной жизни человека; под семантической – знание вещей, которые не зависят от нашего личного опыта. Это память на слова, понятия, правила и абстрактные идеи; она необходима, чтобы пользоваться языком.

Используя ПЭТ-сканеры, Тульвинг разработал теорию памяти, где постулируются два особых ее вида: эпизодическая и семантическая, или память на личные события и память на общие знания соответственно. В одном из экспериментов (Tulving, 1989a) испытуемого просили молча подумывать о некотором эпизодическом (личном) событии и затем подумать о чем-либо общем. Каждым детектором сканировалась зона примерно в 1 см^2 , и в результате получалась "цветная" двухмерная карта мозга, состоящая из 3000 элементов. Некоторые измерения проводились за период 2,1 сек и визуализировались с помощью соответствующих компьютерных преобразований.

На такой карте можно видеть общие различия паттернов кровотока, а именно – нервной активности различных областей мозга. Прежде всего заметно, что воспроизведение эпизодов (личных событий) сопровождается большей активацией передней доли коры мозга, а воспроизведение семантических (общих знаний) – большей активацией задних областей мозга. Это сырые данные и нужно еще поработать, прежде чем можно будет сделать определенные теоретические утверждения, однако мы можем смело сказать, что в эпизодической и семантической системах памяти действуют различные мозговые процессы, протекающие в различных участках мозга. Отсюда, в свою очередь, следует, что у нас может быть несколько систем памяти. Эти наблюдения согласуются с результатами изучения патологий при мозговых поражениях с последующей потерей эпизодической памяти (подробно см в: Milner, Petrides, and Smith, 1985; Schacter, 1987).

Рабочая память

Рабочая память – это временно актуализированная система следов памяти, которая оперативно используется во время выполнения различных когнитивных действий (перцептивных, мыслительных и др.) и реализации целенаправленного поведения.

Рабочая («оперативная») память (РП) позволяет обрабатывать информацию «на линии» (on-line) во время мыслительной и исполнительной деятельности.

Кратковременная память (КП) относится к кратковременному сохранению следов сенсорных стимулов, оставшихся после их восприятия.

«Рабочая память» применяется исключительно для следов, извлеченных из памяти.

Нейроны, сохраняющие информацию о пространственном положении цели, получили название нейронов памяти. Их совокупность образует ядро системы пространственной рабочей памяти. Если в период отсрочки работа нейрона памяти нарушалась, это вело к появлению ошибочной глазодвигательной реакции.

Нейроны памяти префронтальной коры организованы в колонки. Каждая колонка специализируется на запоминании определенного участка зрительного поля, если там появился значимый объект.

Модульная организация префронтальной коры, обрабатывающей зри-

тельно-пространственную информацию [Goldman-Rakic P., 1996].

В процессе программирования поведения и двигательных актов информация, хранящаяся в теменной и нижневисочной коре, считывается на нейроны префронтальной коры через их прямые связи. Косвенное подтверждение обмена информацией между теменной и фронтальной корой содержится в результатах опытов, полученных А.С. Батуевым на обезьянах.

Между префронтальной корой и височно-теменными областями неокортекса существуют не только прямые, но и обратные связи. Наличие обратных связей из префронтальной коры в теменную и нижневисочную области подтверждаются появлением в них ответов на электрическую стимуляцию префронтальной коры. Существование обратных связей от префронтальной коры к основным хранилищам памяти позволяет по-новому взглянуть на механизм ретроградной амнезии.

Префронтальная кора тесно взаимодействует с основным хранилищем информации (экстрастриарной коры – височной и теменной). Химическая архитектура префронтальной коры [Goldman-Rakic P., 1996] – главный модулятор префронтальной коры – ДА – ергическая система.

ДА – модуляция нейронов РП осуществляется через особый тип дофаминовых рецепторов – D1R, локализованных на дендритах и шипах пирамидных нейронов и на нейронах префронтальной коры.

Существует оптимальный уровень ДА-модуляции для успешной когнитивной деятельности. Больше или меньше содержание ДА относительно оптимального значения ухудшает рабочую память. Зрительная РП (на лица, объекты) использует нижнюю часть префронтальной коры (пространственная зрительная рабочая память) игра в шахматы, запоминание места. Удержание в памяти местоположения целевого стимула обеспечивается дорзолатеральной префронтальной корой.

Дезорганизация мышления у больных шизофренией – нарушение рабочей памяти. Следовательно, префронтальная кора создаёт программу действия, мозжечок дополняет ее функции, контролируя точное исполнение во времени.

Множественность систем памяти

Актуализация следов памяти требует одновременной активации многих структур мозга. Процессы памяти связывают с фронтальной, височной, парриентальной корой, мозжечком, базальными ганглиями, миндалиной, гиппокампом, неспецифической системой мозга.

«Плавание» энграммы по структурам мозга (нейронным ансамблям) рассматривается как принцип организации памяти.

Процесс формирования следа памяти характеризуется перемещением локусов активности по структурам мозга. Вновь формируемая энграмма, в отличие от старого следа памяти, представлена в мозге широкой зоной активации.

Активация в префронтальной коре следа памяти, которая в режиме рабочей памяти обеспечивает считывание информации из основного хранилища памяти – височной и теменной коры – и интеграцию ее на нейронах префронтальной коры.

«Синдром Кловера-Бьюси» – комплекс нарушений, наблюдался у больных с повреждением височных долей мозга. В 1937 г. Г. Кловер и П. Бьюси опубликовали результаты опытов с удалением у обезьян обеих височных долей мозга вместе с миндалиной и гиппокампом (У обезьян пропала всякая агрессивность, обезьяны стали доверчивее, у них возникла психическая слепота (забирали в рот опасные объекты).

Исчезновение эмоций страха прежде всего связано с нарушением функции миндалины и ее связи с нижневисочной корой, где локализованы гностические единицы, реагирующие на эмоциональную экспрессию.

Электрическая стимуляция миндалины вызывает эмоцию страха и оборонительные поведенческие реакции.

Особая эмоциональная память определяет эмоциональное состояние воспроизведения без отображения в образах или словесных символах. Это состояние осуществляется в воспроизведении эмоционального состояния и регистрируется с помощью условнорефлекторного механизма. Нервными импульсами из неокортекса, но сама эмоциональная память обеспечивается соответствующими пластичными изменениями в структурах лимбической системы, которая и составляет интегративный механизм эмоционального поведения. Миндалина отвечает за эмоциональную память.

Гипоталамус выполняет функцию интеграции вегетативных, соматических и гуморальных механизмов. Электрическое раздражение малых участков гипоталамуса вызывает у животного различные типы поведенческих реакций (реакции страха, агрессии, бегства, пищевые, половые, терморегуляционные расстройства).

Кодирование – преобразование информации в форму, в которой она может сохраняться в памяти.

Хранение – удержание информации в памяти для дальнейшего использования.

Воспроизведение – восстановление информации из памяти.

Фонетическое хранение – хранение в памяти слова на основании его звучания.

Ретроградная амнезия – утрата воспоминаний о событиях, происшедших до повреждения головы или другого события, вызвавшего амнезию.

Антероградная амнезия – утрата способности формировать или восстанавливать воспоминания о событиях, которые происходят после телесного повреждения или травмы.

Консолидация – процесс, при котором в мозге формируются относительно постоянные воспоминания.

Электросудорожный шок – электрический ток, который пропускают

непосредственно через мозг, вызывая у человека судороги.

Гиппокамп – структура мозга, связанная с эмоциями и формированием долговременных воспоминаний.

Энграмма – «след памяти» в мозге.

Процедурная память – долговременные воспоминания об обусловленных реакциях и приобретённых навыках.

Декларативная память – часть долговременной памяти, содержащая конкретную фактическую информацию.

Семантическая память – составляющая декларативной памяти, в которой сохраняется знание о мире.

Эпизодическая память – составляющая декларативной памяти, которая сохраняет личные переживания, соединённые с конкретным местом и временем.

Вопросы для самоподготовки:

1. Анализ модели кодирования признаков зрительной сенсорной системе. Зрительная кора и ее детекторный состав. Простые и сложные детекторы.
2. Нейрофизиологические модели создания зрительных образов. Экранные структуры мозга.
3. Психофизиология цветового приятия.
4. Регуляция движений глаз в зрительном восприятии. Нейронные механизмы фиксации взора.
5. Детекторные механизмы кодирования громкости, высоты и звуковой последовательности. Бинауральный и фонематический слух.
6. Виды памяти. Энграммы памяти. Теория консолидации энграмм. Нейрофизиологические механизмы КП.
7. Проактивное и ретроактивное забывание. Амнезии. Влияние электрошока на память.
8. Нейрофизиологический механизм произвольного внимания.
9. Виды, функции и компоненты ориентировочного рефлекса.
10. Нейрофизиологические механизмы селекции информации. Произвольное внимание и осознание. ЭЭГ-корреляты произвольного внимания.
11. Межполушарная асимметрия: речь и мышление.
12. Мозговое обеспечение речемыслительных процессов. Функции префронтального неокортекса.

Учебная литература

1. Батуев А. С. Высшая нервная деятельность. Л.: Высшая школа, 1991.
2. Введение в психофизиологию / Под ред. Т. М. Марютиной, О. Ю. Ермаолаева, Псков, 1998.
3. Данилова Н.Н. Психофизиология: Учебник для вузов. М., Аспект Пресс. 2007.

4. Лекции по психофизиологии / Под ред. Е. Н. Соколова. М.: МГУ. 1981.
5. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М., 1984.
6. Основы психофизиологии / Под ред. А. И. Александрова. М., 1988.
7. Практикум по психофизиологии / Под ред. Е. Н. Соколова. М.: МГУ, 1984.
8. Пятин В. Ф., Лаврова О. В. Физиологические основы психической деятельности человека. Учебное пособие. Самара: СГМУ, 1994.

Дополнительная литература

1. Авдеев Л.В., Иванов П.Б. Математическая модель восприятия звуков. Дубна, 1990.
2. Адам Д. Восприятие. Сознание. Память. Размышления биолога. М.: Мир, 1983.
3. Аминев Т.А. Вероятностная организация центральных механизмов речи. Казань, 1972.
4. Аракелов Г. Г. Интегральная деятельность нейрона // ВНД, 1977, Т.27. Вып. 4.
5. Аршавский В.В., Ротенберг В.С. Некоторые психофизиологические характеристики функциональной межполушарной асимметрии. // ВНД, Т.39, №1, 1989.
6. Бассин Ф. В. Проблема бессознательного. О неосознанных формах ВИД. М.: Наука, 1968.
7. Батуев А.С. и др. Нейронные объединения в коре больших полушарий // ВНД, 1977. Т.27. Вып. 4.
8. Батуев А.С., Таиров О.П. Мозг и организация движений. Концептуальные модели. Л.: Наука, 1978.
9. Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. М.: Наука, 1980.
10. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности. Л.: Медицина, 1971.
11. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988.
- 12.Брайтенберг В. Кора головного мозга – интегратор информации сенсорных входов // Вестник ЛГУ. №21.
13. Вартанян И.А., Галунов В.И., Дмитриева Е.С., Зайцева К.А., Королева И.В. и др. Восприятие речи: Вопросы функциональной асимметрии мозга. Л.: Наука, 1988.
14. Винер Н. Кибернетика. М.: Наука, 1983.
15. Власкина Л.А. Физиология и биофизика сенсорных систем. Л.: ЛГУ, 1990.
16. Восприятие речи. Вопросы функциональной асимметрии мозга. М.: Наука, 1988.
17. Восприятие. Механизмы и модели. М.: Мир, 1974.
18. Гавриков Л.В., Орудфев Я.С., Ивашев С.П. Роль мотивации в последовательном и иерархическом квантовании мыслительной и поведенческой

- ской деятельности человека. М., 1992.
19. Газанига М. Расщепленный человеческий мозг. – Сб. «Восприятие. Механизмы и модели», М.: Мир, 1974.
 20. Галунов В.И., Родионов В.Д. Моделирование процессов передачи информации в звуковом диапазоне. Л., 1988.
 21. Гальперин С. И., Татарский А. Э. Методики исследования ВИД человека и животных. М.: Высшая школа, 1973.
 22. Гасанов У. Г. Системная деятельность корковых нейронов при обучении / Под ред. В.С. Русинова. М.: Наука, 1981.
 23. Гасимов Ф.М. К проблеме связи когнитивного стиля с типами межполушарной асимметрии мозга. – Сб. «Актуальные проблемы психофизиологии и нейропсихологии», М., 1991.
 24. Глезер В.Д. Зрение и мышление. Л.: Наука, 1985.
 25. Грегори Р. Разумный глаз. М.: Мир, 1972.
 26. Гусельников В. И. Электрофизиология головного мозга. М. Высшая школа. 1976.
 27. Деглин В.Л., Балонов Л.Я., Долинина И.Б. Язык и функциональная асимметрия мозга. – Сб. «Текст и культура», Тарту; ТГУ, 1983.
 28. Демьянов В.З. Модульность и параллельные процессы в интеллектуальной деятельности человека. – Сб. «Мышление, когнитивные науки, искусственный интеллект». М., 1988.
 29. Дерябин В. С. Психология личности и ВНД. М.: Наука, 1980.
 30. Иваницкий А.М. Поиск мозговых основ сознания. М., 1992.
 31. Иваницкий А. М. Мозговые механизмы оценки сигналов. М., Наука, 1973.
 32. Иванов В.В. Естественный язык – мозг, искусственный язык - машина.-Сб. «Кибернетическая лингвистика». М.: Наука, 1983.
 33. Иванов В.В. Чет и нечет. Асимметрия мозга и знаковых систем М, 1978.
 34. Ильюченко Р.Ю., Ильюченко И.Р. и др. Взаимодействие полушарий мозга у человека: установка, обработка информации, память. Новосибирск: Наука, 1989.
 35. Илюхина В. А. Медленные биоэлектрические процессы головного мозга человека. Л.: Наука, 1977.
 36. Кануников Н. С., Дорошенко В. А. Условно-негативная волн (CNV) при выполнении задачи на время реакции. // Ф.н., 1982 Т.8. №5.
 37. Клацки Р. Память человека. М.: Мир, 1978.
 38. Коган А. Б. и др. Вероятностные механизмы нервной деятельности. Ростов: РГУ, 1980.
 39. Костандов Э.А. Функциональная асимметрия полушарий мозга и неосознаваемое восприятие. М.: Наука, 1983.
 40. Костюк А.Г. Восприятие музыки как перцептивное действие. - Сб. «Проблемы музыкального мышления и восприятия». Ташкент, 1972.
 41. Лебедев А.Н. Гипотеза о нейронных кодах памяти. -Сб. «Актуальные

- проблемы психофизиологии и нейропсихологии», М. 1991.
42. Ливанов М. Н. Пространственная синхронизация биопотенциалов головного мозга. Л.: Наука, 1973.
 43. Логвиненко А. Д. Зрительное восприятие пространства. М.: МГУ, 1981.
 44. Лурия А. Р. Язык и сознание. М.: МГУ, 1979.
 45. Матюшкин Д. П. Цитозтологический подход и психофизиологическая проблема. СПб: Наука, 1991.
 46. Месарош Н. и др. Некоторые электрофизиологические корреляты гипнотического состояния. – Сб. «Функциональные состояния». М.: МГУ, 1978.
 47. Методологические аспекты науки о мозге. М.: Медицина, 1983.
 48. Механизмы интегративной деятельности мозга. – Сб. статей под ред. Русинова В. С. М.: Наука, 1981.
 49. Механизмы речеобразования и восприятия сложных звуков. М.- Л.: Наука, 1966.
 50. Миллер П. Физиологическая психология. М.: Мир, 1973.
 51. Милнер Д., Галантер Ю., Прибрам К. Планы и структура поведения. М.: Прогресс, 1965.
 52. Мозг. М.: Мир, 1982.
 53. Мышление, когнитивные науки, искусственный интеллект. М.: АН СССР, 1988.
 54. Найссер У. Познание и реальность. М.: Прогресс, 1981.
 55. Налимов В. В. Вероятностная модель языка. М.: Наука, 1979.
 56. Нейрофизиологические механизмы поведения. Материалы сов.-амер. симп. М.: Наука, 1982.
 57. Нейрофизиологические основы психической деятельности // Итоги науки и техники. Серия ФЧЖ. Т.24. 1979.
 58. Нейрофизиология человека – механизмы деятельности мозга человека. Руководство по физиологии / Под ред. Н. П. Бехтеревой.
 59. Николис Г., Пригожий И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.
 60. Отмахова Н. А. Отражение специфики межполушарных отношений в ЭЭГ взрослых испытуемых. Пушино, 1983.
 61. Поколюхина О. А., Кайгородова Н. Э. ЭЭГ-исследование коры головного мозга человека при овладении навыком решения зрительно-моторной задачи. // Вестник МГУ, №15. Вып.3. 1982.
 62. Пратусевич Ю. М., Сербиненко М. В., Орбачевская Т. Н. Системный анализ процесса мышления. - М., 1989.
 63. Психологические и психофизиологические исследования речи / Под ред. Т. Н. Ушаковой. М., 1985.
 64. Психофизиологические исследования интеллектуальной саморегуляции и активности. М.: Наука, 1980.
 65. Розенфельд Ю. В. «Молчаливый» обитатель правой части мозга: особенности право полушарных специализации психических функций. –

- Сб. «Текст и культура». Тарту: ТГУ, 1983.
66. Свидерская Н. Е. Синхронная электрическая активность мозга и психические процессы. М.: Наука, 1987.
 67. Сенсорные системы. Вопросы теории и методов исследования восприятия речевых механизмов. – Сб.ст. Вып.3. Л., 1972.
 68. Сепп Е.К. Структура речевых функций в коре больших полушарий // европатология и психиатрия. – 1957. – № 6.
 69. Системный подход к психофизиологической проблеме. М.: Наука, 1982.
 70. Сомьен Д. Кодирование сенсорной информации. М.: Мир, 1985.
 71. Сперри Р. Глаз и мозг. – Сб. «Восприятие. Механизмы и модели». М.: Мир, 1976.
 72. Спивак Д.Л. Лингвистика измененных состояний сознания. М.: Наука, 1986.
 73. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. М.: Мир, 1983.
 74. Траченко О.П. О факторах, определяющих латерализацию восприятия слов. – Сб. «Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга». М., 1986.
 75. Трубачев В. В. и др. Информация и проблемы ВИД. М.: Наука 1973.
 76. Уолтер Г. Живой мозг. М., 1966.
 77. Ушакова Т.Н. Функциональные структуры 2-ой сигнальной системы. М.: Наука, 1979.
 78. Фукс-Китовский К. Проблемы детерминизма и кибернетики в биологии. М.: Прогресс, 1980.
 79. Хессет Д. Введение в психофизиологию. М.: Мир, 1981.
 80. Хомская Е. Д. Еще раз о проблеме факторов в нейропсихологии. - Сб. Актуальные проблемы психофизиологии и нейропсихологии. М., 1991.
 81. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М.: Мир, 1990.
 82. Хьюбель Д. Зрительная кора мозга. – Сб. «Восприятие. Механизмы и модели». М.: Мир, 1974.
 83. Чиженкова Р.А. Диалектическое единство подходов в изучении мозга. – Сб. «Нейрофизиология и биокибернетика». Пущине, 1981.
 84. Шагас Ч. Вызванные потенциалы мозга в норме и патологии М.: Мир, 1975.
 85. Швырков В. Б. Нейрофизиологическое изучение системных механизмов поведения. М.: Наука, 1978.
 86. Шеповальников А.Н. и др. Формирование биопотенциального поля мозга человека. Л.: Наука, 1979.
 87. Шерток Л. Непознанное в психике человека - М.: Прогресс, 1982.
 88. Эделмен Дж., Маунткасл В. Разумный мозг. М.: Мир, 1981.
 89. Электронная аппаратура для электрофизиологических исследований. М.: Наука, 1969.
 90. Электронная аппаратура и методические вопросы нейрофизиологического эксперимента // Серия «Проблемы биокибернетики». М.: Наука,

1975.

Модуль № 3

3.1. Управление движениями

Общие сведения о нервно-мышечной системе

Механизмы управления движениями человека локализируются в границах ЦНС, состоящей из головного и спинного мозга. За исключением самых простых рефлекторных движений, нейронные импульсы, вызывающие движения, генерируются в коре головного мозга. Область коры, в которой возникают эти импульсы, называется сенсомоторной областью; она локализуется, в основном, между двумя извилинами по обе стороны центральной борозды. Сенсомоторная область правого полушария контролирует левую сторону тела, а сенсомоторная область левого полушария – правую сторону тела.

Передняя часть сенсомоторной области отвечает преимущественно за отправку моторных импульсов, а ее задняя часть – за получение сенсорной обратной связи. Так как ни той, ни другой функции в отдельности недостаточно для порождения целенаправленного движения, они объединяются в сенсомоторной области для согласованной работы. При повреждении моторной зоны сенсомоторной области нарушается инициирование движений и наступает паралич. Когда разрушается сенсорная зона сенсомоторной области, нарушается правильное выполнение движений и они приобретают атактический или спастический характер.

Так как рефлексы – это наименее сложная моторная реакция Ц. н. с. на сенсорный входной сигнал, осуществляемая с минимальной задержкой. Выражение Р. – произвольный, стереотипный акт, определяемый локусом и характером вызывающего его раздражителя. Тем не менее, над мн. Р. может осуществляться сознательный контроль. Р. могут вызываться стимуляцией любой сенсорной модальности. Р. очень много, и мы в приложении приведём вам полный перечень рефлексов.

Простейшим рефлексом является миотатический рефлекс, или рефлекс растяжения мышцы. Этот рефлекс можно вызвать у любой скелетной мышцы, хотя самый известный его пример – коленный рефлекс.

Скелетные мышцы представляют собой очень своеобразные двигатели, которые преобразуют химическую энергию непосредственно в механическую работу и тепло. Кроме того, напряжение волокна зависит от его длины (угла в суставе) и от скорости его удлинения или укорочения. Один двигательный нейрон (**мотонейрон**) иннервирует не всю мышцу, а лишь небольшую часть составляющих ее волокон. Эти волокна не обязательно

соседствуют друг с другом, они рассредоточены по мышце, и между ними, как правило, расположены волокна, управляемые другими мотонейронами. Мотонейрон и группа иннервируемых им мышечных волокон образуют **двигательную единицу (ДЕ)**.

В ДЕ может входить от 10-15 (в наружных глазных мышцах) до многих сот мышечных волокон в крупных мышцах конечностей. Мелкие мышцы кисти могут насчитывать всего 30-40 ДЕ, а в двуглавой мышце плеча более 700 ДЕ. Силу мышцы можно увеличивать двумя способами: повышением частоты нервных импульсов, поступающих к каждой из ДЕ, и вовлечением новых двигательных единиц (**рекрутированием**). Двигательные единицы одной мышцы неодинаковы. В зависимости от скорости сокращения и устойчивости к утомлению различают медленные (S) и быстрые (F) двигательные единицы, которые, в свою очередь, подразделяются на устойчивые к утомлению (FR) и быстроутомляемые (FF). Порядок рекрутирования ДЕ в обычных условиях определяется размерами их мотонейронов. Первыми вовлекаются мотонейроны меньших размеров, т. е. активируются медленные ДЕ, развивающие небольшую силу. При увеличении уровня возбуждения рекрутируются быстрые ДЕ, развивающие большую силу. Все это дает возможность очень точной градации двигательного ответа, но одновременно усложняет управление.

Анат. основу миотатического рефлекса составляет моносинаптическая (с одним синапсом) рефлекторная дуга. Она включает сенсорный концевой орган, сенсорное нервное волокно с его клеточным телом в ганглии заднего корешка, сс-мото-нейрон, на к-ром сенсорный аксон образует синапс, и аксон этого ос-мотонейрона, возвращающийся к мышце, от которой приходит сенсорное волокно. Сенсорным концевым органом в рефлексе растяжения мышцы служит мышечное веретено. Мышечное веретено имеет мышечные окончания, наз. интрафузальными волокнами, и центральную, неммышечную область, связанную с окончанием афферентного нерва. Интрафузальные волокна иннервируются у-мотонейронами передних корешков спинного мозга. Высшие центры головного мозга могут оказывать влияние на рефлекс растяжения мышцы посредством модуляции активности у-мотонейронов. Этот рефлекс вызывается растяжением мышцы, что приводит к увеличению длины мышечного веретена и, вследствие этого, к повышению частоты генерирования потенциала действия в сенсорном (афферентном) нервном волокне. Повышенная активность в афферентном волокне усиливает разряд целевого у-мотонейрона, что вызывает сокращение экстрафузальных волокон мышцы, от крой приходит афферентный сигнал. Когда экстрафузальные волокна сокращаются, мышца укорачивается и активность в афферентных волокнах понижается.

Существуют и более сложные рефлекторные дуги, включающие один или неск. вставочных нейронов между афферентной и эфферентной частями рефлекса. Примером простейшего полиси-наптического (более чем с одним синапсом) рефлекса может служить сухожильный рефлекс. Сенсор-

ный концевой орган – тельца Гольджи – находится в сухожилиях. Увеличение нагрузки на сухожилие, вызываемое обычно сокращением прикрепленной к нему мышцы, и есть возбуждающий раздражитель, к-рый приводит к растяжению телец Гольджи и возникновению в них импульсной активности, распротр. по соотв. афферентному волокну. Идущий от сухожильного сенсорного концевой органа аф-ферент заканчивается на вставочном нейроне в спинном мозге. Этот вставочный нейрон оказывает тормозящее действие на сс-мотоней-рон, понижая активность в его эфферентном аксоне. Поскольку этот аксон возвращается к мышце, прикрепленной к растянутому сухожилию, мышца расслабляется и нагрузка на сухожилие снижается.

В суставных капсулах, внутрисуставных и внесуставных связках имеются ме-ханорецепторы типа Руффини, активирующиеся при движениях в суставе, главным образом вблизи его крайних положений. В мышце также очень много свободных нервных окончаний (группы III и IV). Все перечисленные ранее типы рецепторов обеспечивают так называемую «проприоцептивную чувствительность», снабжая ЦНС информацией о состоянии опорно-двигательного аппарата. Информацию о состоянии собственного тела могут давать также и другие виды рецепторов, формально не относящихся к проприоцептивным (рецепторы глубокой чувствительности, кожные рецепторы в области суставов и т.д.).

Рефлекс растяжения мышцы и сухожильный рефлекс работают во взаимодействии, обеспечивая базисный механизм быстрого регулирования степени сокращения мышцы. Эти Р. Полезны для быстрых приспособлений к изменению положения ноги, когда чел. приходится идти по неровной почве. Разумеется, в локо-мощии участвуют и др. полисинаптические спинальные Р. Эти Р. включают гораздо больше вставочных нейронов в структуру рефлекторной дуги. Неврологическую основу этих сложных Р. образуют дивергентные (от одного нейрона к неск.) и конвергентные (от неск. нейронов к одному) связи вставочных нейронов.

Пример действия этих Р. нам дает чел., наступающий босой ступней на острый предмет и рефлекторно отдергивающий пораненную ногу. Сенсорным входным сигналом здесь является боль. Болевые афферентные волокна идут в спинной мозг и образуют синапсы на вставочных нейронах. Некоторые из этих вставочных нейронов возбуждают а-мотонейроны, к-рые заставляют мышцы-сгибатели поврежденной ноги сокращаться, подтягивая ногу вверх, однако др. вставочные нейроны способствуют торможению мотонейронов, обслуживающих мышцы-разгибатели той же ноги. Это позволяет ноге подниматься быстро и плавно. Др. нейроны, получающие болевой входной сигнал, направляют аксоны через срединную линию спинного мозга, возбуждают мотонейроны разгибателей противоположной ноги и тормозят мотонейроны, иннер-вирующие ее сгибатели. Это приводит к тому, что неповрежденная нога обретает жесткость и обеспечивает опору в тот момент, когда пораненная нога отдергивается вверх. Вдобавок ко

всему, вставочные нейроны тж ретранслируют информ. в верхние и нижние отделы спинного мозга, вызывая межсегментарные Р., к-рые координируют сокращение мышц туловища и верхних конечностей.

Моносинаптические и полисинаптические спинномозговые Р. образуют базовый механизм поддержания и приспособления позы. Моторные системы головного мозга влияют на спинномозговые Р. через входные цепи, идущие к вставочным нейронам и у-мотонейронам. Т. о., изменения спинномозговых Р. могут указывать на патологию в моторных системах головного мозга. Примером этого может служить гиперрефлексия, связанная с травмой латеральных спинномозговых двигательных путей или с повреждением моторных областей лобной доли.

Согласно Ч. Шеррингтону, у животных спинной мозг может осуществлять довольно обширный класс функций, вплоть до спинального шагания, однако у человека на спинальном уровне протекают лишь простейшие координации (реципрокное торможение мышц-антагонистов, флексорный рефлекс и др.). Нервные механизмы ствола мозга существенно обогащают двигательный репертуар, обеспечивая правильную установку тела в пространстве за счет шейных и лабиринтных рефлексов, как указывает Р. Магнус, и нормального распределения мышечного тонуса. Важная роль в координации движений принадлежит мозжечку. Такие качества движения, как плавность, точность и необходимая сила, реализуются с участием мозжечка путем регуляции временных, скоростных и пространственных характеристик движения.

Лобные и височные участки осуществляют функцию процесса самосознания личности. Но более убедительно выглядят данные В. Маунткастла, который в результате анализа активности нейронов париетальной коры обезьян пришел к выводу, что «париетальная кора является существенной частью широко распространенной мозговой системы, которая создает и поддерживает нейрональный образ формы тела, положения тела в ближайшем окружающем пространстве, связей частей тела друг с Другом и с полем тяготения, контролирует направление взора и зрительное внимание; эта кора одновременно связана еще и с потребностями и интересами и время от времени генерирует команды Для действий» [по: Швырков, 1995, с. 55]. Сходные данные получены в исследовании Л. В. Голубевой [1995]. Она показала, что при повреждении теменной коры страдают анализ и синтез соматосен-сорной информации, для восприятия которой необходимо удержание в кратковременной памяти нескольких источников стимуляции, распределенных в пространстве и времени, один из которых актуализирован.

В управление движениями человека включены высшие формы деятельности мозга, связанные с сознанием, что дало основание называть соответствующие движения «произвольными».

Результаты исследований разных классов движений позволили Н. А. Бернштейну [Бернштейн, 1947] сформулировать общие представления о

многоуровневой иерархической системе координации движений. В соответствии с ними система управления движениями состоит из следующих уровней: *A* – уровень палеоки-нетических регуляций, он же рубро-спинальный уровень центральной нервной системы; *B* – уровень синергии, он же таламо-паллидарный уровень; *C* – уровень пространственного поля, он же пирамидно-стриарный уровень; *D* – уровень действий (предметных действий, смысловых цепей и т. п.), он же теменно-премотор-ный уровень. Остановимся кратко на характеристике первых трех уровней.

Уровень А. Это довольно древний уровень, который управляет, главным образом, мускулатурой туловища и шеи. Управляемые им движения – плавные, выносливые, как бы смесь равновесия и движения. Уровень Л обеспечивает тонус всей мускулатуры. Он может довольно тонко управлять возбудимостью спинальных структур, обеспечивая, в частности, реципрокную иннервацию мышц-антагонистов. Действия этого уровня полностью произвольны.

Уровень В. Уровень синергии и штампов, или таламо-паллидарный уровень. Движения этого уровня отличаются обширностью вовлекаемых в синергию мышц и характеризуются склонностью к стереотипам, периодичности. Ведущая афферентация – проприоцепторика скоростей и положений, к которой присоединяется комплекс экстероцепторики – дифференцированная чувствительность прикосновения, укола, трения (болевая и температурная, с присущими этим рецепциям точными «местными знаками»). В обобщенном виде это афферентация собственного тела.

Уровень С. Уровень пространственного поля, пирамидно-стриарный. Ведущая афферентация этого уровня – синтетическое пространственное поле. Пространственное поле – это **восприятие и владение** внешним окружающим пространством. Это поле обширно, простирается вокруг нас на большие расстояния. Оно **однородно (гомогенно)** и, что очень существенно, – **несмещаемо**. Наряду с этими свойствами, Н. А. Бернштейн подчеркивал такое важнейшее свойство пространственного поля, как его **метричность и геометричность**, проявляющиеся в соблюдении геометрической формы и геометрического подобия. Пространство уровня С заполнено **объектами** (с их формой, размерами и массой) и **силами**, исходящими от этих объектов и действующими между ними.

Двигательные программы

Замысел движения формируется в ассоциативных зонах коры. Далее происходит формирование **программы движения** с участием базальных ганглиев и мозжечка, действующих на двигательную кору через ядра таламуса. За реализацию программы отвечает двигательная кора и нижележащие стволовые и спинальные двигательные центры.

Предполагается, что двигательная память содержит обобщенные классы **двигательных программ**, из числа которых в соответствии с двигательной задачей выбирается нужная. Программа модифицируется применительно к ситуации: однотипные движения могут выполняться быстрее или

медленнее, с большей или меньшей амплитудой. Интересно, что одна и та же программа может быть реализована разными наборами мышц. Так, почерк человека сохраняет характерные черты при письме правой и левой рукой и даже карандашом, зажатым в зубах или прикрепленным к носку ботинка.

Двигательная программа может быть реализована различными способами. В простейшем случае ЦНС посылает к мышцам заранее сформированную последовательность команд, не подвергающуюся во время реализации никакой коррекции. В этом случае говорят о **разомкнутой** системе управления. Подобное управление используется при осуществлении быстрых, так называемых «баллистических» движений. Чаще всего ход осуществления движения сравнивается с его планом на основе сигналов от многочисленных рецепторов, и в реализуемую программу вносятся нужные коррекции. Это замкнутая **система управления с обратными связями**. Однако и такое управление имеет недостатки. В связи с относительно малыми скоростями проведения сигналов, значительными задержками в центральном звене обратной связи и значительным временем, необходимым для развития усилия мышц, коррекция движения по сигналу обратной связи может запаздывать.

Такое управление называют **управлением по возмущению**.

Координация движений

Анатомическая классификация мышц (например, сгибатели и разгибатели, синергисты и антагонисты) не всегда соответствует их функциональной роли в движениях. Так, некоторые двухсуставные мышцы в одном суставе осуществляют сгибание, а в другом – разгибание. Антагонист может возбуждаться одновременно с агонистом для обеспечения точности движения, и его участие помогает выполнить двигательную задачу. В связи с этим в каждом конкретном двигательном акте можно выделить основную мышцу (основной двигатель), вспомогательные мышцы (синергисты), антагонисты и стабилизаторы (мышцы, которые фиксируют не участвующие в движении суставы).

Устойчивые сочетания одновременных движений в нескольких суставах, направленных на достижение единой цели, получили название **синергии**. Синергии чаще всего используются в относительно стереотипных, часто используемых движениях, таких как локомоция, некоторые трудовые движения и др. Вместе с тем двигательные синергии не являются синонимами двигательных стереотипов – для них характерна определенная степень адаптивности.

Безусловные рефлексy ребенка

Безусловные рефлексy проверяют у ребенка сразу после рождения и в течение первого года жизни [Бадалян, 1984]. Основные безусловные рефлексy грудного ребенка можно распределить на две группы: **I группа**: сегментарные двигательные автоматизмы, обеспечиваемые сегментом мозгового ствола (оральные автоматизмы) и спинного мозга (спинальные ав-

томатизмы); **II группа:** надсегментарные позотонические автоматизмы, обеспечивающие регуляцию мышечного тонуса в зависимости от положения тела и головы. Здесь выделяют миелэнцефальные (связаны с деятельностью продолговатого мозга) и мезэнцефальные (связаны с деятельностью среднего мозга) рефлексy. Сюда же, формально, можно отнести и реакции равновесия, имеющие, однако, более сложную природу.

I группа

Оральные сегментарные автоматизмы. Имеют огромное значение для новорожденного, поскольку обуславливают возможность сосания. Они появляются у доношенного новорожденного с первого дня жизни. Выделяют такие рефлексy: 1. Ладонно-ротовой (рефлекс Бабкина) – надавливание на ладонь вызывает открывание рта и наклон головы. Это филогенетически очень древний рефлекс. На его базе формируются разнообразные рукоротовые реакции. 2. Хоботковый – быстрый удар пальцем по губам вызывает вытягивание губ «хоботком». 3. Поисковый Куссмауля – поглаживание пальцем в углу рта (без касания губ) вызывает опускание угла рта и поворот головы в сторону раздражителя. Надавливание на середину нижней губы приводит к открыванию рта, опусканию нижней челюсти и наклону головы. Этот рефлекс является основой для формирования многих мимических (выразительных) движений: качание головы, улыбка. 4. Сосательный – возникает в ответ на раздражение полости рта. При вкладывании в рот соска появляются ритмические сосательные движения.

Спинальные двигательные автоматизмы. Описаны рефлексy: 1. Защитный новорожденного. Если ребенка положить на живот, то произойдет рефлексорный поворот головы в сторону. Выражен с первых часов жизни. Способствует нормальному дыханию. 2. Опоры и автоматической походки новорожденных. Если ребенка держать вертикально на весу, то он сгибает ноги во всех суставах. Поставленный на опору ребенок выпрямляет туловище и стоит на полусогнутых ногах на полной стопе. 3. Ползания (рефлекс Бауэра). Если новорожденного положить на живот, он будет совершать ползающее движение – спонтанное ползание. Если к подошвам приставить ладонь, то ребенок рефлексорно отталкивается от нее ногами и ползание усиливается. В положении на боку и на спине эти движения не возникают. 4. Хватательный. Появляется у новорожденного при надавливании на его ладони. Иногда ребенок так сильно обхватывает пальцы, что его можно приподнять вверх (рефлекс Робинзона). Этот рефлекс является филогенетически древним. Новорожденные обезьяны захватом кистей удерживаются на волосяном покрове матери. Такой же хватательный рефлекс можно вызвать и с нижних конечностей. Надавливание на подушечку стопы вызывает подошвенное сгибание пальцев. Если же пальцем нанести штриховое раздражение на подошву стопы, то происходит тыльное сгибание стопы и веерообразное расхождение пальцев (рефлекс Бабинского). Выделяют также рефлексy: 5. Таланта. 6. Переза. 7. Моро.

II группа

Миелэнцефальные позотонические автоматизмы. 1. Асимметричный шейный тонический. Если повернуть голову лежащего на спине ребенка так, чтобы нижняя челюсть находилась на уровне плеча, то происходит разгибание конечностей, к которым обращено лицо, и сгибание противоположных. 2. Симметричный шейный тонический. Наклон головы вызывает повышение флексорного тонуса в руках и экстензорного в ногах. 3. Тонический лабиринтный. В положении на спине отмечается максимальное повышение тонуса в разгибательных группах мышц, в положении на животе – в сгибательных.

Мезэнцефальные установочные рефлексy. Параллельно с редукцией миелэн-цефальных автоматизмов постепенно формируются мезэнцефальные, обеспечивающие выпрямление туловища. Описаны такие рефлексy: 1. Шейная выпрямляющая реакция. За поворотом головы в сторону, произведенным активно или пассивно, следует поворот туловища в ту же сторону. 2. Туловищная выпрямляющая реакция. При соприкосновении стоп ребенка с опорой происходит выпрямление головы. 3. Выпрямляющий рефлекс туловища. Становится выраженным к 6-8 месяцам жизни и видоизменяет примитивную шейную выпрямляющую реакцию, позволяя производить поворот туловища начиная с плеч и заканчивая тазом. Ребенок обычно сначала поворачивает голову, затем плечевой пояс и, наконец, поворачивается вокруг оси тела. Существует также: 4. Защитная реакция рук. 5. Рефлекс Ландау.

Реакции равновесия. Обеспечивают сохранение равновесия при сидении, стоянии, ходьбе. Механизм этих реакций сложный, они осуществляются при участии мозжечка, базальных ганглиев, коры больших полушарий. Реакции равновесия появляются и нарастают в тот период, когда реакции выпрямления уже полностью установились, и заканчивают свое формирование в общих чертах в период с 18 месяцев до 2 лет, их совершенствование продолжается до 5-6 лет.

Часть описанных рефлексов уже существует при рождении, другие формируются позже.

Выработка двигательных навыков

Как показал Н. А. Бернштейн, по мере обучения вырабатывается такая структура двигательного акта, при которой немышечные силы включаются в его динамику, становятся составной частью двигательной программы. Излишние мышечные напряжения при этом устраняются, движение становится более устойчивым к внешним возмущениям. На электромиограммах видна концентрация возбуждения мышц во времени и пространстве, периоды активности работающих мышц укорачиваются, а количество мышц, вовлеченных в работу, уменьшается. Это приводит к повышению экономичности мышечной деятельности, а движения становятся более плавными, точными и непринужденными.

Схема тела и система внутреннего представления

Необходимость внутренних моделей для управления движениями свя-

зана со спецификой сенсомоторной системы.

1. Большинство рецепторов расположено на подвижных звеньях тела – следовательно, они собирают информацию в собственных локальных системах координат. Для того чтобы воспользоваться этой информацией, ее нужно преобразовать в единую систему координат или, как минимум, обеспечить возможность двухсторонних переходов.

2. Для управления движениями мозга необходимы величины, которые не содержатся непосредственно в первичных сигналах рецепторов. К подобным величинам относятся такие, как длины кинематических звеньев, положения парциальных и общего центра масс. Кроме того, в первичных сенсорных сигналах не содержатся самые общие сведения о кинематической структуре тела: количестве и последовательности звеньев, числе степеней свободы и объеме движений в суставах.

3. Ход выполнения движения оценивается путем сравнения реальной афферентации с ожидаемой (возникает эфферентная копия). Для многозвенных кинематических цепей, оснащенных рецепторами разных модальностей, эфферентная копия оказывается достаточно сложной, и для ее построения также требуется внутренняя модель.

Фантом ампутированных наблюдается более чем в 90 % случаев. Описаны случаи фантома у детей и при врожденном отсутствии конечности. Это означает, что по меньшей мере некоторые элементы внутренней модели, или, как ее называют, «схемы тела», относятся к врожденным.

Характерные черты ампутированного фантома могут быть воспроизведены на здоровом человеке при выключенном зрении, в условиях блокады проведения импульсов, поступающих в мозг от кожных, суставных и мышечных рецепторов руки по чувствительным нервам. Блокировать чувствительность можно, вводя анестетик в плечевое сплетение или временно останавливая кровоток в руке (ишемическая деафферентация). Оказалось, что в этих условиях наблюдается своего рода «экспериментальный фантом», рассогласование реального и воспринимаемого положения конечности, достигающее порой значительных величин [Гурфинкель, Левик, 1991a]. Когда испытуемого просили совершить движение ишемизированной рукой, он планировал его, исходя из того, как в данный момент рука была представлена в системе внутреннего представления, а не из ее реального положения.

В условиях ишемической деафферентации, несмотря на отсутствие проприоцептивного притока, не возникает ощущения «исчезновения» руки либо ее дистальных звеньев. Это означает, что в ЦНС имеется своего рода список звеньев тела, составляющие которого обладают консерватизмом и устойчивостью к разного рода изменениям периферии. Сохранение кинематических ощущений можно объяснить тем, что осознание положения кинематических звеньев происходит не на основе «сырой» афферентации, а на базе сложной информационной структуры – «схемы конечности», ее внутренней модели. При изменении или резком снижении афферентации

нарушается «привязка» этой модели к физическому пространству, может наблюдаться и дрейф отдельных ее параметров, но сама модель сохраняется и служит базой для восприятия конечности и планирования ее движений.

Некоторые формы церебральной патологии, особенно поражения правой теменной доли, приводят к возникновению стойких искаженных представлений о собственном теле и окружающем пространстве. Среди этих нарушений встречаются одностороннее игнорирование одной конечности или половины тела на пораженной стороне (контралатеральной по отношению к пораженному полушарию); аллестезия – восприятие стимулов, приложенных к больной стороне, как приложенных к здоровой стороне, отрицание дефекта, иллюзорные движения пораженных конечностей, отрицание принадлежности больному пораженных конечностей; ослабление осознания частей тела (асхематия и гемиде-персонализация); фантомные дополнительные конечности.

Разнообразие клинических проявлений, обусловленных нарушениями схемы тела, указывает на сложность выполняемых ею функций. Кроме того, видно, что все многообразие нарушений распадается на три группы: а) нарушение представлений о принадлежности частей тела; б) нарушение правильных представлений о форме, размерах и положении частей тела и в) иллюзорные движения.

С точки зрения схемы тела представляют интерес и исследования так называемых «измененных состояний сознания», возникающих у здоровых людей под действием галлюциногенов, гипноза, сенсорной депривации, во сне и т. д.

Можно выделить нарушения, связанные с восприятием целостности тела и его границ, размеров отдельных звеньев и нарушениями двигательных возможностей организма. В сравнении с клиническими проявлениями, характерными для органических поражений мозга, здесь можно выделить еще одну сторону, связанную с нарушениями взаимоотношений между телом и внешним пространством: плавание, качающаяся опора и др. (т. е. с трудностями в формировании системы отсчета).

При поражениях определенных структур ЦНС нарушения восприятия пространства и собственного тела сопутствуют друг другу.

Подавляющая часть наших движений пространственно ориентированы, т. е. направлены на достижение определенной точки в пространстве. Пространственно ориентированной является и поза (относительно опоры, гравитационной вертикали и структуры зрительного окружения). Именно поэтому управление позой и движениями требует **системы отсчета**, в которой представлено как тело, так и окружающее пространство. Например, установлено, что можно мысленно манипулировать трехмерными объектами так же, как и их реальными физическими прототипами. Система внутреннего представления работает не просто с двухмерной проекцией предмета, аналогичной сетчаточному изображению, а с его трехмерной

моделью. Это следует из опытов, в которых на экране человеку предъявляли два идентичных или зеркальных предмета в разной ориентации (методика Шепарда). Для того чтобы установить, одинаковы ли показанные предметы, мозг конструировал необходимый мысленный путь для преобразования (поворот или перемещение). Выбирался не случайный, а простейший и кратчайший путь. Время мысленного манипулирования линейно зависело от угла поворота, необходимого для того, чтобы привести объекты к одной ориентации. Индикатором процессов внутреннего моделирования двигательных актов может быть усиление локального мозгового кровотока в двигательных центрах мозга, обнаруженное при многих типах мысленных движений. Так, избирательная активация кровотока в области классических речевых центров левого полушария наблюдается при невокализованной речи, например счете про себя.

В зависимости от того, выполняются ли движения относительно собственного тела или относительно системы координат, связанной с экстраперсональным пространством, изменяется активность нейронов в различных областях мозга.

Своеобразным клиническим подтверждением существования системы внутреннего представления служит «геминеглект», т. е. игнорирование пациентом половины своего тела и внешнего пространства (обычно левой) при поражениях правой теменной доли, несмотря на сохранность элементарных сенсорных и моторных функций. Геминеглект связывали с дефицитом внимания и нарушениями программирования движений, однако многие данные свидетельствуют о том, что дефект затрагивает именно систему внутреннего представления.

Известные способы изучения системы внутреннего представления ориентированы главным образом на ее роль в восприятии. Однако в последнее время появились новые экспериментальные подходы, базирующиеся на традиционных методах физиологии движений, а не ориентированные исключительно на перцепцию и словесные отчеты. На осознаваемом уровне отражается лишь небольшая часть работы нервной системы при выполнении пространственно ориентированных действий. Поэтому можно полагать, что большинство интегративных действий, выполняемых внутренней моделью тела, протекает на подсознательном уровне.

Вибрация сухожилия или брюшка мышцы с частотой, вызывающей активацию мышечных рецепторов растяжения, может приводить к возникновению локального тонического вибрационного рефлекса – сокращению мышцы, подвергающейся вибрации. Возникает движение соответствующего звена. Если его предотвратить с помощью жесткой фиксации, то тонический вибрационный рефлекс, как правило, не развивается, зато появляется иллюзия движения звена в направлении, противоположном тому, в котором происходило бы реальное движение в отсутствие фиксации. Так, вибрацией соответствующих шейных мышц можно вызвать поворот головы, а при ее фиксации в среднем положении при той же вибрации у испы-

туемых создавалась иллюзия поворота головы в противоположную сторону.

При иллюзорном повороте асимметрия движения ног имела знак, соответствующий направлению иллюзии, причем она была выражена даже сильнее, чем при реальном повороте головы. Это показывает, что вибрационная стимуляция одних и тех же афферентов может оказывать прямо противоположное модулирующее влияние на тоническую активность мышц ног в зависимости от состояния системы внутреннего представления [Гурфинкель и др., 19916].

Известен феномен изменения направления отклонения тела при гальванической вестибулярной пробе в зависимости от ориентации (поворота) головы. Оказалось, что сходный эффект можно получить и в том случае, когда вместо реального поворота головы вызывалась иллюзия такого поворота. Таким образом, «позные» автоматизмы модулируются внутренним представлением о конфигурации тела. Кроме того, система внутреннего представления должна включать также систему координат, в которой описываются ориентация и движение тела относительно внешнего пространства. В зависимости от ситуации и двигательной задачи организм может использовать систему отсчета, связанную с корпусом, с головой, с внешним пространством или с каким-либо подвижным объектом. Переход от одной системы координат к другой влияет не только на восприятие, но и на двигательные реакции, обычно относимые к автоматическим.

Медленные повороты корпуса относительно фиксированной в пространстве головы вызывают иллюзию движения головы относительно неподвижного корпуса. Это показывает, что система внутреннего представления склонна использовать систему координат, связанную с корпусом, и интерпретировать взаимный поворот головы и корпуса как вращение головы относительно неподвижного корпуса.

Система внутреннего представления играет ведущую роль в задачах переработки сенсорной информации и реализации пространственно ориентированных движений. Реакции, которые у животных считаются классическими примерами рефлекторных «позных» автоматизмов, у человека в сильной степени определяются тем, как описывается взаимное положение головы, туловища и конечностей в этой системе.

Возрастные аспекты формирования понятия «образ тела»

«Терминологические границы понятий «схема тела», «образ тела» и физическое Я» – обсуждается соотношение понятий в психологических и физиологических исследованиях (Д. Беннет, Е.В. Лисина, Г.Е. Рупчев, Г. Хэд) и вводятся их операциональные определения.

Схема тела – это ощущение о положении тела и его частей в пространстве. Формирование схемы тела связано с закладкой определенных мозговых структур, а именно постцентральных областей теменной доли правого полушария. Функция схемы тела – коррекция двигательных актов в реаль-

ном мысленно-образном пространстве.

Физическое Я – это совокупность всех представлений человека о собственном теле, сопряженных с эмоциональной оценкой и поведенческим рисунком. Физическое Я включает в себя три составляющие: когнитивную (совокупность представлений о собственном теле), эмоциональную (совокупность отношений к своему телу), операционально-действенную (совокупность всего двигательного арсенала). Физическое Я аккумулирует в себе схему тела как модально-специфический (кинестетико-пространственно-моторный) опыт, и образ тела как культурно-опосредованный и вербально-оцениваемый, транслируемый и самостоятельно-приобретаемый опыт.

Уровни физического Я разворачиваются в онтогенетическом развитии постепенно и имеют свои сензитивные периоды: интрацепция – ранний возраст, границы – дошкольный возраст, экспрессия – старший дошкольный возраст, самоконтроль – школьный период, осознанность и самопринятие сопровождают все уровни (Ж. Пиаже, *Theorie of mind*).

Младенческий возраст является периодом манифестации уровня физического Я – ощущений, получаемых ребенком посредством телесного контакта с миром и с матерью. Мать занимается значением телесных действий и ощущений ребенка, формируя тем самым переход от схемы тела к образу тела ребенка и активно участвуя в формировании его физического Я. Возраст 2-3-х лет – ребенок отделяется от матери и устанавливает границы физического Я. Преддошкольный возраст – это возраст окончательного установления собственных границ и начала формирования половозрастной идентификации. В дошкольном возрасте развиваются представления о границах своего физического Я и физического Я Другого, экспрессия. Младший школьный возраст – это возраст формирования самоконтроля своей двигательной активности и начала оценки себя и других с точки зрения их внешности, физической привлекательности. Подростковый возраст – это возраст изменений в образе физического Я, физическое и психическое различие полов. В этом возрасте на первый план выходит эстетическая функция: сравнение себя, своей внешности с неким эталоном, а также функция самовыражения, которая в этот кризисный период заостряется в виде демонстративности. Юность — это время самовоплощения и переживания себя, своего Я, развития самопринятия.

«Идентификация в контексте формирования физического Я и самосознания в целом» – представлены взгляды на формирование половозрастной идентификации в детском возрасте. Н. Ходороу отмечает, что половая идентичность есть неизменное ядро формирования личности. У детей в дошкольном возрасте складывается представление о смене физического облика человека его половых и социальных ролей в связи с возрастом: в 5-6 лет формируете) некая рациональная структура, внутри которой связывается образ себя и образ Другого.

Базовый пласт физического Я – ощущения, которые ребенок получает в раннем возрасте в общении с физическим миром и с матерью. Дети с ран-

ней телесной и эмоциональной депривацией в старшем возрасте не умеют выражать чувства любви, эмпатии; у них высок риск нарушений поведения. В результате в сензитивный для этого период не происходит формирования следующего уровня физического Я – границ. Границы физического Я не формируются и при явлениях эмоционального симбиоза (на что указывают М.Бернс и Кливленд). В будущем, у ребенка с «сформированными границами физического Я обнаруживается нарушение межличностных отношений и дезадаптация.

Третьему уровню физического Я соответствует процесс экстериоризации внутренних ощущений и самопрезентация.

Физическое Я аккумулирует в себе схему тела как модально-специфический (кинестетико-пространственно-моторный) опыт, и образ тела как культурно-опосредованный и вербально-оцениваемый, транслируемый и самостоятельно-приобретаемый опыт (Лисина Е.В.).

Научение

Научение/обучение/учение – процесс приобретения субъектом новых способов осуществления поведения и деятельности, их фиксации и/или модификации. Изменение психологических структур, происходящее в результате этого процесса, обеспечивает возможность дальнейшего совершенствования деятельности.

Сохранение результатов научения позволяет модифицировать накопленный ранее опыт, обеспечивает *латентное научение*, феномены генерализации и дифференциации приобретенного опыта и знаний. Согласно современным концепциям, различные виды научения связаны с формированием специализированных систем памяти.

Уже в ранних работах бихевиористов была установлена зависимость эффективности научения от мотивационных характеристик поведения (*закон готовности*). Показано также, что на успешность научения оказывают существенное влияние общий интеллект, установки и другие свойства личности [Дружинин, 1995].

В.Д. Шадриков (1994) отмечает тенденцию к построению таких схем, объясняющих феномены научения, «которые охватывали бы различные аспекты деятельности психики: отражательную, программирующую, регулирующую» [там же, с. 128], и предлагает применить концепцию *системогенеза* (т.е. формирования функциональных систем). Действительно, представление о функциональной системе как компоненте индивидуального опыта, в котором зафиксировано реализованное ранее соотношение субъекта с окружающим миром, включая мотивацию, цель акта, условия, в которых эта цель достигалась, специфику действий по ее достижению и параметры полученного результата, позволяет подойти к описанию системного, целостного характера процесса приобретения опыта, знаний, навыков, личностных особенностей и структур, формирующихся при этом [Александров и др., 1997; см. подразд. 2.2].

Метод формирования условных связей разработан Б.Ф. Скиннером.

Применяя оперантное обусловливание, можно обучить животное совершать поведение, которое не было представлено в видовом или индивидуальном репертуаре. Такая процедура, называемая «шейпинг» (*shaping*), состоит в подкреплении форм поведения, составляющих последовательный ряд приближений (*successive approximations*) к желаемому поведению.

Научение как формирование структуры знания

Разделение на декларативное/процедурное знание соответствует противопоставлению произвольного–непроизвольного, осознаваемого– / неосознаваемого (в традициях школы И.П. Павлова – первосигнального–второсигнального). В рамках такого противопоставления декларативная память лежит в основе эксплицитных форм обучения и / соответственно эксплицитного знания, доступного осознанию. Эксплицитное обучение происходит быстро, иногда в форме инсайта, под контролем сознания. Процедурная память обеспечивает имплицитное обучение, которое* протекает медленно, требует многочисленных повторений материала, основано на формировании ассоциаций между событиями, фиксирует причинно-следственные отношения между ними. Результаты имплицитного обучения труднодоступны для рефлексии, так что субъект может не знать, чему именно он научился [Кэндел, Хокинс, 1992].

Типология и феноменология научения

Латентное научение: происходит непреднамеренно, без феномен латентного научения состоит в том, что даже если субъект не получает подкрепления, при последующем тестировании он демонстрирует либо ускоренное научение, либо сформированные действия. Приобретенные таким образом навыки, знания и т. п. могут быть использованы в процессах принятия решения, разрешении проблемных ситуаций, даже если они не осознаются субъектом. Феномен латентного научения позволил сторонникам «когнитивного бихевиоризма» (Э. Толмен) подвергнуть сомнению представление о научении как выработке связи стимула и реакции под действием подкрепления.

Согласно представлениям Э.Ч. Толмена, поведение (как связь с окружающей средой в целях приспособления) всегда осуществляется целым организмом.

Э.Ч. Толменом была сформулирована также теория когнитивного научения: в процессе научения в мозгу животного образуется что-то вроде карты (*когнитивная карта*), на которой пространственное расположение компонентов окружающей обстановки тесно связано с их «смысловыми» значениями для организма. Именно когнитивная карта определяет направленность поведения животного при решении актуальной задачи. Несмотря на то, что поведение животных целенаправленно, психический образ у них не является движущей силой и регулятором поведения. В то же время в процессе освоения организмом среды обитания «объем» исходной когнитивной карты постепенно расширяется, вбирая в себя весь спектр изменений

окружающей обстановки. Толменом выявлены определенные закономерности пространственной ориентации животных, получившие название стратегий поведения или гипотез. Выделены три основные стратегий решения животными задач пространственной ориентации, каждая из которых опирается на свой ведущий формообразующий фактор: 1. Стратегия места как пространственная топология среды, составление и использование когнитивных карт местности. 2. Стратегия места как поиск опорных внешних ориентиров (в принятой нами терминологии – доминант). 3. Стратегия ответа. Состоит в поиске отношений между элементами пространства и положением (или перемещением) животного в этом пространстве, что ведет к выработке последовательности собственных двигательных реакций. В целостном поведении животного проявляется теснейшая взаимосвязь трех стратегий, постоянно сменяющих друг друга в контексте решения поведенческой задачи [Соколова, 1995].

Толмен сформулировал представление о том, что в процессе научения фЭффекты латентного научения играют важную роль в развитии речи у детей, в использовании побочных продуктов деятельности при решении субъектом задач.

Привыкание: «негативное научение», постепенное снижение реактивности при многократном предъявлении или продолжительном действии определенного стимула. Привыкание рассматривают как наиболее универсальную форму научения, поскольку оно наблюдается у животных разного филогенетического уровня. При этом некоторые формы привыкания могут наблюдаться у организмов, не обладающих нервной системой, например у простейших [Тушмалова, 1986].

Основные характерные черты привыкания (см. обзор [Котляр, 1989]):

1) повторение предъявления раздражителя приводит к снижению исходного уровня реакции;

2) прекращение стимуляции приводит к постепенному восстановлению исходного уровня реакции;

3) при повторении серий предъявления стимула и последующего спонтанного восстановления реакции привыкание развивается быстрее и становится прочнее;

4) выраженность привыкания и скорость его развития увеличиваются при возрастании частоты предъявления стимула;

5) при меньшей интенсивности стимула привыкание более выражено и развивается быстрее, для сильных стимулов привыкание либо не происходит, либо выражено слабо;

6) предъявление другого (по каким-либо характеристикам) раздражителя восстанавливает исходный уровень реакции (дехабитуация);

7) повторные предъявления другого раздражителя, вызвавшего дехабитуацию, т.е. восстанавливающие исходный уровень реакции, менее эффективны (*habituation of dehabituation, хабитуация дехабитуации*).

Основные характеристики привыкания, которые позволяют отличить

это явление от утомления или адаптации, состоит в следующем: реакция, «исчезнувшая» в ходе привыкания, может быть восстановлена при изменении временных, пространственных, энергетических или иных свойств стимула (см. п. 6), привыкание не развивается при применении сильных стимулов (см. п. 5). Привыкание – одно из важных проявлений ориентировочного рефлекса. Концепция нервной модели стимула, разработанная Е.Н. Соколовым, объясняет явление привыкания и его свойства через функционирование многомерного самонастраивающегося фильтра, определяющего амплитуду реакции в зависимости от вариаций характеристик стимула и вероятности его предъявления [Соколов, 1969].

Научение «с одной попытки». Концепция разработана Э. Газри, который полагал, что любое научение происходит одномоментно.

Представления о научении как о дискретном единичном событии противопоставляются континуальной теории (*continuity theory*), описывающим научение как непрерывный процесс. В рамках концепций дискретного научения следует различать, например, собственно оперантное научение (дискретное событие) и оперантное регулирование уже усвоенного поведения (длящийся непрерывный процесс).

Подражание, имитация – форма приобретения знаний, умений и навыков, основанная на воспроизведении субъектом действий другого.

Такое научение реализуется как ценностно-ориентированное поведение; у человека наиболее эффективно оно происходит при подражании «значимому другому». Показано, что шимпанзе имитируют поведение только особей высокого ранга. Научение лидера достаточно для распространения нового поведения на всю группу [Симонов, 1986]. Научение через подражание более продуктивно при имитации именно наблюдаемого поведения, внешних действий, чем при следовании вербальным указаниям.

Особую роль подражание играет в формировании интеллекта, личности ребенка, его Я-концепции, в освоении им социальных норм [Обухова, 1995].

Имитация не позволяет объяснить эти явления, поскольку ребенок овладевает не набором высказываний, а системой правил, с помощью которых формируются и понимаются высказывания. Д. Слобин (1976) приводит результаты исследований, показывающие, что дети не способны имитировать речевые структуры, которые они не могут воспроизвести сами. Этот факт демонстрирует ограничения возможностей научения через подражание.

Научение, основанное на наблюдении. Это понятие было введено А.Бандурой, чтобы избежать объяснения научения сложным формам поведения у человека через процесс «проб и ошибок».

Такое научение может происходить даже в случае, если наблюдающий не повторяет поведение-образец и не получает подкрепления. Очевидно сходство этого типа научения с подражанием [Бандура, Уолтере, 1984].

Импринтинг: тип научения, состоящий в быстрой фиксации в памяти

экологически важных, специфичных для данного биологического вида признаков объектов и событий. Эта форма научения требует очень короткого времени и основана на способности к извлечению критической информации и ее использованию для фокусированного изменения поведения. К.Лоренц подробно описал «реакцию следования» у гусят, цыплят и др.

Импринтинг протекает не «одномоментно», а подготавливается знакомством с голосом матери, которое происходит еще в период насиживания [Хесс, 1983]. Быстрота и прочность научения при импринтинге обеспечивают сплоченность выводка (что необходимо для охраны и ухода за птенцами), а следовательно, и его выживание. Импринтинг как форма научения обладает существенными отличительными особенностями. Чем больше усилий затрачивает птенец на приближение к объекту запечатления, тем большая сила импринтинга достигается. Цыплята, которые подвергались электрическим ударам при следовании за объектом, выполняли это поведение лучше, чем не получавшие электрораздражения [Слоним, 1986]. Результаты импринтинга, происшедшего на ранних этапах развития, могут проявиться через длительные интервалы времени. У некоторых видов животных предпочтения в выборе сексуального партнера по достижении зрелости определяются им-принтингом, происшедшим в раннем онтогенезе. Предполагают, что данная форма импринтинга определяет направленность полового поведения на особей своего биологического вида [Понугаева, 1973].

Научение типа импринтинга лежит в основе феномена привязанности ребенка и матери.

Перенос. Выделяют три группы явлений:

1. Перенос научения – изменение выполнения или процесса приобретения навыка, умения или знания под влиянием ранее приобретенных навыков, умений или знаний. Различают положительный и отрицательный перенос, проявляющийся соответственно в улучшении/ухудшении выполнения или в ускорении/замедлении научения. В узком смысле перенос понимается как ускорение выработки навыка под влиянием навыка, приобретенного ранее.

2. Перенос (генерализация) принципа. Противопоставляется переносу конкретного акта либо эффектам взаимодействия навыков (интерференции, проактивному облегчению и торможению и т.п).

3. Перенос как использование акта поведения, приобретенного ранее в определенном поведенческом контексте (деятельности), в другом, новом контексте. Такой перенос требует специального научения, что соответствует принципу *контекстной специфичности научения*.

Использование акта поведения, приобретенного ранее в определенном поведенческом контексте (деятельности), в ином, новом контексте, хотя и выглядит феноменологически именно как перенос фрагмента поведения, требует существенной реорганизации индивидуального опыта. Кроликов, предварительно обученных захватывать зубами из кормушки кусочки мор-

ковки, обучали проделывать то же самое с непищевым объектом (кусочком пластика, по плотности и цвету неотличимым от моркови) [Александров, 1989]. Обучение «переносу» акта захвата занимало у разных животных от трех до семи дней. Сравнение актов захвата моркови и пластика по актографическим показателям и электрической активности мышц показало весьма высокое их сходство. Однако сопоставление составов нейронов зрительной и моторной областей коры, активирующихся в сравниваемых поведенческих актах, позволило выделить группы нейронов: 1) активных в обоих актах, связанных с «захватом как таковым»; 2) связанных с захватом только пищи; 3) связанных с захватом только непищевого объекта. Можно предполагать, что специализация именно третьей группы нейронов при обучении животного составляет важнейший компонент процесса переноса. Существование первой группы нейронов («захвата как такового») можно связать с феноменологией «переноса принципа». Таким образом, перенос такого элементарного поведенческого акта, сформированного на ранних стадиях онтогенеза, как захват зубами объекта, по внешне наблюдаемым характеристикам поведения совершающийся как «перемещение» и «включение» в новый контекст, требует существенных изменений в нейрональном обеспечении поведения и организации индивидуального опыта.

Инсайт (ага-реакция) – феномен приобретения нового знания, состоящий в «одномоментном» усмотрении решения проблемы. Впервые описан В. Келлером в экспериментах с поиском обходного пути у обезьян: длительные безуспешные попытки решения задачи сменялись снижением уровня активности, разглядыванием ситуации и внезапным определением правильного решения. Этот феномен был использован гештальтпсихологами как аргумент против представления о научении как «слепом» отборе решения методом «проб и ошибок». В феномене инсайта проявляются результаты предшествующего исследования ситуации, прошлый опыт, мотивация. Отмечается роль в происхождении инсайта феноменов «установки на научение», «научения учению» (см. определение в подразд. «Перенос»), а также его сходство с латентным научением.

Психофизиологические теории можно разделить на две группы – инструктивные и селективные. Инструктивными называются теории, согласно которым стимул является основным фактором, определяющим формирование объединения нейронов, обеспечивающих соответствие ответа и сенсорной информации. Селективные теории исходят из предположения, что в основе мозгового обеспечения навыков, умений, знаний, приобретаемых в ходе научения, лежит активность нейронов, отобранных из множества клеток по их характеристикам, определенным генетически или эпигенетически в процессе фило- и онтогенеза. События в окружающей среде не формируют эти свойства, а способствуют отбору нейронов, которые могут обеспечить новую для субъекта форму поведения, и тем самым оказывают влияние на возможности следующих селекции. Введение селекционных принципов позволяет разрешить некоторые трудности, которые сложно

преодолеть, находясь на позициях инструктивных теорий. Некоторые из этих трудностей, по мнению Дж. Эделмена, состоят в следующем: 1) для того чтобы сформировалась инструкция, необходимо создание некоторой новой структуры, комплементарной по отношению к специфическому стимульному событию и ранее не существовавшей на молекулярном или клеточном уровне; 2) необходимо наличие специального механизма, способного различать новые и старые элементы структур [Эделмен, Маунт-касл, 1981]. Следование инструктивному подходу связано с неудовлетворительными с системных позиций способами решения психофизиологической проблемы [Швырков, 1995]. Селективные концепции научения с необходимостью включают основные принципы современной эволюционной теории, методы и подходы, сложившиеся в рамках молекулярной биологии, биохимии, иммунологии, нейрофизиологии, которые должны быть согласованы с результатами, полученными в психологических исследованиях научения. Продуктивная интеграция такого многообразия аспектов, преодоление традиций коррелятивной, или сопоставляющей, психофизиологии возможны только на основе использования системного или системно-эволюционного подхода [Швырков, 1995], (см. разд. 2.2).

3.3. Психофизиология эмоций

Эмоция – особая форма психического отражения, которая в форме непосредственного переживания отражает не объективные явления, а субъективное к ним отношение

П. Милнер считает, что хотя и принято отличать эмоции (гнев, страх, радость и т.п.) от так называемых *общих ощущений* (голода, жажды и т.д.), тем не менее, они обнаруживают много общего и их разделение достаточно условно. Одной из причин их различия является разная степень связи субъективных переживаний с возбуждением рецепторов) Так, переживание жары, боли субъективно связывается с возбуждением определенных рецепторов (температурных, болевых). На этом основании подобные состояния обычно и обозначаются как ощущения. Состояние же страха, гнева трудно связать с возбуждением рецепторов, поэтому они обозначаются как эмоции. Другая причина, по которой эмоции противопоставляются общим ощущениям, состоит в нерегулярном их возникновении. Эмоции часто возникают спонтанно и зависят от случайных внешних факторов, тогда как голод, жажда, половое влечение возникают с определенными интервалами. Однако и эмоции, и общие ощущения возникают в составе мотивации как отражение определенного состояния внутренней среды, через возбуждение соответствующих рецепторов. Поэтому их различие условно и определяется особенностями изменения внутренней среды.

Эмоции отражают отношения к раздражителям при удовлетворении органических потребностей, при непосредственных реакциях человека на предметы окружающей обстановки, они сопровождают процесс ощущений как их эмоциональный тон.

Вместе с тем существует и иная точка зрения. Так, *П. Фресс считает, что, хотя и существует единый континуум внутренних переживаний – от слабых чувств к сильным, только сильные переживания могут быть названы эмоциями.* Их отличительной чертой является *дезорганизирующее влияние на текущую деятельность.* Именно эти сильные чувства и обозначаются как эмоции. Эмоции развиваются, когда мотивация становится слишком сильной по сравнению с реальными возможностями субъекта. Их появление ведет к снижению уровня адаптации. Согласно этой точке зрения эмоции – это страх, гнев, горе, иногда радость, особенно чрезмерная радость. Например, радость может стать эмоцией, когда из-за ее интенсивности мы теряем контроль над собственными реакциями: свидетельством тому являются возбуждение, бессвязная речь и даже безудержный смех. Такое сужение понятия эмоции отвечает представлению, выраженному в активационной теории Д.Линдсли, согласно которой эмоции соответствуют локальному участку на верху шкалы активации с наиболее высоким ее уровнем. Их появление сопровождается ухудшением выполняемой деятельности.

Эмоциональные процессы

Аффекты – это сильные и относительно кратковременные эмоциональные переживания, сопровождающиеся резко выраженными двигательными и висцеральными проявлениями. У человека "аффекты вызываются как биологически значимыми факторами, затрагивающими его физическое существование, так и социальными, например, социальными оценками, санкциями. Отличительной особенностью аффектов является то, что они *возникают в ответ на уже фактически наступившую ситуацию.* В отличие от аффектов *собственно эмоции* представляют собой более длительное состояние, иногда лишь слабо проявляющееся во внешнем поведении. Они выражают *оценочное личностное отношение к складывающейся или возможной ситуации.* Поэтому они способны, в отличие от аффектов, предвосхищать ситуации и события, которые реально еще не наступили. Они возникают на основе представлений о пережитых или воображаемых ситуациях. Третий вид эмоциональных процессов – это так называемые *предметные чувства.* Они возникают, как специфическое обобщение эмоций и связаны с представлением или идеей о некотором объекте – конкретном или отвлеченном (например, чувство любви к человеку, ненависти и т.д.). Предметные чувства выражают *устойчивые эмоциональные отношения.*

Эмоциональные переживания интерпретируются как внутренние состояния. Данный теоретический подход будет озвучен в теории эмоций Джеймса-Ланге и теории атрибуции возбуждения.

Функции эмоций

Биологическое значение эмоций в том, что они позволяют человеку бы-

стро оценить свое внутреннее состояние, возникшую потребность, возможности ее удовлетворения. Например, истинную пищевую потребность в количестве белков, жиров, углеводов, витаминов, солей и т.д. мы оцениваем посредством соответствующей эмоции. Это переживание голода или – ощущение сытости.

Существуют несколько функций эмоций: отражательная (оценочная), побуждающая, подкрепляющая, переключательная и коммуникативная.

Отражательная функция эмоций выражается в обобщенной оценке событий. Эмоции охватывают весь организм и тем самым производят почти мгновенную интеграцию, обобщение всех видов деятельности, которые им выполняются, что позволяет, прежде всего, определить полезность и вредность воздействующих на него факторов и реагировать прежде, чем будет определена локализация вредного воздействия. Примером может служить поведение человека, получившего травму конечности. Ориентируясь на боль, человек немедленно находит такое ее положение, которое уменьшает болевые ощущения.

Оценочная или отражательная функция эмоции непосредственно связана с ее *побуждающей функцией*. Эмоция выявляет зону поиска, где будет найдено решение задачи, удовлетворение потребности. Эмоциональное переживание содержит образ предмета удовлетворения потребности и отношение к нему, что и побуждает человека к действию.

Эмоции принимают самое непосредственное участие в процессах обучения и памяти. Значимые события, вызывающие эмоциональные реакции, быстрее и надолго запечатлеваются в памяти. Так, у сытой кошки нельзя выработать условные пищевые рефлексы. Для успешного обучения необходимо наличие мотивационного возбуждения, в данном случае отражающегося в чувстве голода. Однако соединение индифферентного раздражителя с голодовым возбуждением еще недостаточно для выработки условных пищевых рефлексов. Требуется третий компонент – воздействие фактора, способного удовлетворить существующую потребность, – пища. В опытах Т.Н. Ониани, который сочетал внешний стимул с электрическим раздражением лимбических структур мозга, вызывающим у сытой кошки потребность в еде, удалось выработать только условную реакцию избегания и страха. А условных рефлексов еды получить не удалось главная причина – электрическая стимуляция лимбической структуры, использованная в качестве подкрепления, не содержала награды – удовлетворения потребности.

Также не удастся выработать условно-рефлекторный голод, если сочетать индифферентные раздражители – обстановочные сигналы с состоянием, вызываемым пищевой депривацией. У такого животного на обстановку эксперимента вырабатывается не поисковое пищевое поведение, а реакция страха и избегания. Т.е. индифферентный стимул связывается с реакцией избегания, которой животное реагирует на ситуацию длительного голодания, так как эта реакция уменьшает страх.

Таким образом, реальным подкреплением для выработки условного рефлекса (классического и инструментального) является награда. Наградой голодному животному может быть пища. Само болевое раздражение не является наградой, ее дает лишь освобождение, избегание его. Получение награды ассоциируется с возникновением положительных эмоций. Поэтому "только интеграция голодового возбуждения с возбуждением от фактора, способного удовлетворить данную потребность, т.е. механизм, генерирующий положительную эмоцию, обеспечивает выработку условного рефлекса" (Симонов П. В. Мотивированный мозг. М., 1987).

Подкрепляющая функция эмоций наиболее успешно была исследована на экспериментальной модели "эмоционального резонанса", предложенной П.В. Симоновым. Было обнаружено, что эмоциональные реакции одних животных могут возникать под влиянием отрицательных эмоциональных состояний других особей, подвергнутых воздействию электрокожного раздражения. Эта модель воспроизводит типичную для социальных взаимоотношений ситуацию возникновения отрицательных эмоциональных состояний в сообществе и позволяет изучать функции эмоций в наиболее чистом виде без непосредственного действия болевых раздражителей. В опытах Л.А. Преображенской, в которых собака-"жертва" подвергалась наказанию электрическим током на глазах у собаки-"наблюдателя", у последней возрастала частота сердцебиения и увеличивалась синхронизация гиппокампального тета-ритма. Это указывает на появление у нее негативного эмоционального напряжения. В таких условиях собака-"наблюдатель" способна выработать избегательный инструментальный рефлекс (в виде подъема лапы), прекращающий подачу тока собаке-"жертве". Выработка такого инструментального рефлекса у собаки-"наблюдателя" сопровождается снижением у нее ЧСС и уменьшением гиппокампального тета-ритма, т.е. исчезновением отрицательного эмоционального состояния. Следовательно, предотвращение отрицательного эмоционального напряжения и служит ей той наградой, на которой и вырабатывается данный условный инструментальный рефлекс.

Оценки через эмоциональные переживания обладают побуждающей силой и могут определять выбор поведения.

Переключательная функция эмоций особенно ярко обнаруживается при конкуренции мотивов, в результате которой определяется доминирующая потребность.

Рассмотрим *коммуникативную функцию эмоций*. Мимические и пантомимические движения позволяют человеку передавать свои переживания другим людям, информировать их о своем отношении к явлениям, объектам и т.д. Мимика, жесты, позы, выразительные вздохи, изменение интонации являются "языком человеческих чувств", средством сообщения не столько мыслей, сколько эмоций.

Существуют генетически заданные универсальные комплексы поведенческих реакций, выражающие возникновение основных фундаментальных

эмоций. *Генетическая детерминированность экспрессивных реакций* подтверждается сходством выразительных мимических движений у слепых и зрячих (улыбка, смех, слезы). Различия в мимических движениях между слепыми и видящими маленькими детьми совсем незначительны. Однако с возрастом мимика зрячих становится более выразительной и генерализованной, тогда как у слепых она не только не совершенствуется, а даже регрессирует. Следовательно, *мимические движения имеют не только генетическую детерминанту, но и сильно зависят от обучения и воспитания.*

Физиологи выявили, что выразительные движения животных управляются самостоятельным нейрофизиологическим механизмом. Стимулируя электрическим током различные точки гипоталамуса у бодрствующих кошек, исследователи смогли обнаружить два типа агрессивного поведения: "аффективную агрессию" и "хладнокровное" нападение. Для этого они помещали кошку в одну в одну клетку с крысой и изучали влияние стимуляции гипоталамуса кошки на ее поведение. При стимуляции одних точек гипоталамуса у кошки при виде крысы возникает аффективная агрессия. Она набрасывается на крысу с выпущенными когтями, шипением, т.е. ее поведение включает поведенческие реакции, демонстрирующие агрессию, которые обычно служат для устрашения в борьбе за первенство или за территорию. При "хладнокровном" нападении, которое наблюдается при стимуляции другой группы точек гипоталамуса, кошка ловит крысу и хватается ее зубами без каких-либо звуков или внешних эмоциональных проявлений, т.е. ее хищническое поведение не сопровождается демонстрацией агрессии. Наконец, еще раз изменив локализацию электрода, у кошки можно вызвать поведение ярости без нападения. Таким образом, демонстративные реакции животных, выражающие эмоциональное состояние, могут быть включены в поведение животного, а могут и не быть использованы. Центры или группа центров, ответственных за выражение эмоций, находятся в гипоталамусе.

Коммуникативная функция эмоций предполагает наличие не только специального нейрофизиологического механизма, обуславливающего осуществление внешнего проявления эмоций, но и механизма, позволяющего читать смысл этих выразительных движений. И такой механизм найден. Исследований нейронной активности у обезьян показало, что в основе идентификации эмоций по мимике лица лежит активность отдельных нейронов, селективно реагирующих на эмоциональное выражение. Нейроны, реагирующие на лица с выражением угрозы, обнаружены в верхней височной коре и в миндалине у обезьян. Не все проявления эмоций одинаково легко идентифицируются. Легче распознается ужас (57% испытуемых), затем отвращение (48%), удивление (34%). По ряду данных, наибольшую информацию об эмоции содержит выражение рта. Идентификация эмоций возрастает вследствие научения. Однако некоторые эмоции начинают хорошо распознаваться уже в самом раннем возрасте. 50% детей в возрасте до 3 лет распознавали реакцию смеха на фотографиях актеров, а эмоцию

боли в возрасте 5-6 лет.

Исследования последних лет показывают, что в 3 года дети только начинают распознавать эмоции по лицевой экспрессии, при этом радость распознается лучше, чем отрицательные эмоции.

4-х-летние дети лучше, чем 3-х-летние, распознают отрицательные эмоции по лицевой экспрессии.

В 5-6 лет дети хорошо распознают все базовые эмоции по лицевой экспрессии и понимают причины эмоций, так же, как желания. В отличие от здоровых детей, дети с расстройствами аутистического спектра имеют дефицит в распознавании эмоций по лицевой экспрессии и в понимании эмоций, обусловленных желанием.

Независимо от возраста дети с расстройствами аутистического спектра распознают отрицательные эмоции по лицевой экспрессии хуже, чем типично развивающиеся дети 5-6 лет.

Хуже всего дети с аутизмом опознают эмоцию страха, тогда как у детей с типичным развитием наибольшие трудности вызывает распознавание эмоции гнева.

Дети со сниженным интеллектом 5-6-летнего возраста распознают все базовые эмоции по лицевой экспрессии значительно хуже, чем дети с типичным развитием. Особенно плохо они распознают эмоции радости, печали, страха, а эмоцию гнева распознают так же, как и 5-6-летние дети с типичным развитием.

Способность к пониманию обмана и «невинной лжи» формируется к 6-годам. При этом дети с аутизмом «невинную ложь» и обман воспринимают одинаково. Понимание значения обмана и «невинной лжи» детьми 5-6 лет со сниженным интеллектом значительно хуже, чем у типично развивающихся ровесников, распознающих обман уже в 4 года.

Особое значение человеческих контактов, не связанных с удовлетворением физиологических потребностей, более наглядно показало изучение первых аффективных реакций ребенка на человеческое лицо. Примером такой эмоциональной реакции является социальная улыбка ребенка на человеческое лицо. Конкретным примером такой эмоциональной реакции является первая социальная улыбка ребенка. Watson в 1927 году пытался объяснить эту первую аффективную реакцию образования условных связей на основе удовлетворения первичных потребностей или физического контакта. К. Бюлер напротив, считает социальную улыбку специфичной и первичной реакцией на человеческое лицо.

Денису, Спитцу и Вольфу удалось определить, что не существует первичного раздражителя, чем присутствие человека, а исчезновение лица человека сопровождается у ребенка реакциями недовольства. Все экспериментальные данные никоим образом не умаляют значения фактора научения для формирования и повторения улыбки.

Выражение эмоций (эмоциональная экспрессия). Все мышцы лица необходимые для выражения эмоций, формируются у плода уже на 15-18-й

неделе жизни. А к 20-й неделе у эмбриона можно наблюдать мимические реакции. К моменту рождения ребенка механизм лицевой экспрессии уже полностью сформировался.

Выражение многих эмоций носит универсальный характер. Например, оскаливание является универсальным проявлением гнева во многих культурах. Дарвин полагал, что универсальность проявления эмоций имеет приспособительное значение для выживания. Например, выражение лица может сигнализировать о негативном отношении даже у видов, не обладающих языком.

Метод оценки эмоций разработал П. Экманов и У. Фризен (1978), получивший название «система кодирования активности лицевых мышц». Метод основан на детальном изучении анатомии лицевых мышц.

П. Экман и У. Фризен пытались найти паттерн двигательных реакций лица, соответствующий искренней улыбке. (Даченом и Дарвиным была высказана гипотеза о том, что улыбка морфологически отличается от других типов улыбок (политических, социальных, маскирующих).

Искреннее выражение счастья, радости сочетается с комбинированной активностью двух мышц: большой скуловой мышцы и круговой мышцы глаза, которая с трудом подчиняется волевому контролю.

Большинство людей действительно неспособно сокращать круговую мышцу глаз и что во время позитивных переживаний обязательно активируются большая скуловая мышца, поднимающая уголки губ вверх, к скулам. И наружная часть круговой мышцы глаза, которая поднимает щеку и собирает кожу вовнутрь глазной впадины. Они назвали улыбку искренней радости «улыбка Дачена».

Только улыбка Дачена положительно коррелирует с субъективным переживанием счастья и радости. На ЭЭГ возникает активация в левой фронтальной коре как признак появления положительной эмоции.

10-месячный младенец реагирует улыбкой Дачена на приближение матери.

П. Экманову принадлежит нейрокультурная теория эмоций, которая учитывает как врожденный характер лицевой экспрессии, так и влияние культуры и национальных традиций на выражение и распознавание эмоций (японцы сдержанны). Существует механизм социального контроля, доказывающий так называемые кратковременные выражения лица, которые можно увидеть с помощью киносъемки.

Конкретные исследования показывают [Rathus, 1991], что люди разных культур – от студентов европейских университетов до представителей так называемых примитивных сообществ, ведущих изолированный образ жизни, – сходным образом идентифицировали ряд эмоциональных состояний людей на предъявленных фотографиях. Этими эмоциональными состояниями были гнев, радость, страх, отвращение, печаль, удивление. Поэтому в определенном смысле указанные эмоции можно считать базовыми или универсальными.

Теория дифференциальных эмоций. В качестве некоторой обобщающей концепции рассмотрим теорию дифференциальных эмоций Томкинса, подробно изложенную в книге К. Изарда [1980]. В отличие от большинства теоретических концепций эмоций эта теория пытается понять не только механизмы и особенности функционирования эмоций вообще, но и разобраться в специфике отдельных эмоциональных переживаний. Отсюда ее название. Рассмотрим кратко основные ее положения.

Теория допускает существование десяти основных (фундаментальных) эмоций. Они имеют: 1) специфический нервный субстрат, 2) характерные мнемические или нервно-мышечные комплексы и 3) отличное от других субъективное или феноменологическое качество. Для различения эмоций необходим учет этих трех факторов. Ниже приводится перечень основных эмоций: *интерес-волнение, радость, удивление, горе-страдание, гнев, отвращение, презрение, страх, стыд, вина.*

Фундаментальные эмоции, образуя устойчивые сочетания, приводят к образованию всевозможных аффективных комплексов типа тревожности, депрессии, любви и враждебности.

Теория дифференциальных эмоций вводит понятие *эмоциональной системы* как совокупности элементов с определенными отношениями. Некоторые эмоции связаны между собой иерархически: например, внимание может переходить в удивление, а удивление – в изумление. Другой принцип организации эмоциональной системы – позитивные события воспроизводились лучше при плохом настроении [Atkinson et al, 1990].

Настроение влияет также на оценку людей и событий: оценка более благоприятна при хорошем настроении и наоборот. Риск кажется относительно меньшим, когда настроение хорошее, и относительно большим, когда настроение плохое [Atkinson et al., 1990].

М.Б. Арнольд ввела в психологию понятие оценки. В книге «Эмоции и личность» она определяла эмоцию как «...склонность к взаимодействию со всем, что интуитивно оценивается как хорошее, или уклонению от всего, что интуитивно оценивается как плохое для меня здесь и сейчас, которая «сопровождается паттерном физиологических изменений, организованных для специфического акта приближения или удаления». Арнольд различала несколько базовых эмоций как простых реакций на оценку базовых ситуаций: симпатия (любовь), антипатия, желание, отвращение, радость, печаль, бесстрашие, страх, гнев, надежда и отчаяние.

Арнольд подчеркивает, что существует интуитивная спонтанная оценка подкрепляется продуманным ценностным суждением по крайней мере у старших детей и взрослых, так же как сенсорное знание дополняется концептуальным знанием. Поскольку мы используем интуитивные и рефлексивные оценки одновременно, даже наши интуитивные суждения, порождающие эмоции, могут подвергаться влиянию воспитания. Т. к. человек един, каждое рефлексивное ценностное суждение будет сопровождаться интуитивной оценкой. Ценностные суждения редко оказываются беспри-

страстными и объективными: то, что ценится, так или иначе привлекает. Следовательно, эмоции могут подвергаться социализации, влиянию социальных аттитюдов и обычаев – теория атрибуции возбуждения. Поэтому интуитивное мышление связано с эмоциональной оценкой.

Как и др. теоретики, стоящие на позициях когнитивизма, Арнольд признает важность физиолог, изменений, которые сопровождают эмоцию. Когда эти изменения ощущаются, они, в свою очередь, тоже оцениваются и могут либо усиливать, либо изменять первоначальную эмоцию. Когда чел., испытывающий страх, оценивает учащение пульса как показатель нарушения работы сердца, над его первоначальным чувством страха берет верх чувство страха перед болезнью. По определению, сердечное заболевание ослабляет тело. Отсюда страх, вызванный учащением пульса, диктует оценку того, что, будучи больным, чел. не сможет справиться с данной ситуацией, которая еще более усиливает первоначальное чувство страха.

Лазарус считает, что каждая эмоция основывается на специфическом виде когнитивной оценки, сопровождаемой моторно-поведенческими и физиолог, изменениями. Он различает первичную оценку, вторичную оценку и переоценку. Вторичная оценка – это оценка субъектом своего отношения к конкретному окружению, и потому она ведет к измененной эмоциональной реакции. Переоценка может происходить как простое оценивание значения этого изменившегося отношения к окружению, или она может представлять собой пси-хол. попытку совладать со стрессом. Такая переоценка не обязательно опирается на фактографическую информацию – она может быть попыткой посмотреть на ситуацию с более благоприятной точки зрения. Говоря словами Лазаруса, она может быть «защитной переоценкой». Переоценка может также представлять собой попытку совладания, когда прямое действие невозможно.

Обосновать необходимость различения между интуитивной и рефлексивной оценкой гораздо труднее. Аффективная реакция возникает только после соотв. обработки поступающих сигналов. Поэтому осн. работы по когнитивным процессам оставили в стороне аффект или переживание и сконцентрировались исключительно на обработке информ. «Однако, – говорит Зайонц, – аффект... является осн. валютой, имеющей хождение в человеческом общении». Следовательно, «чтобы вызвать аффект, об объектах необходимо знать очень мало, фактически иметь минимум информации. При воспоминании, как и при восприятии, аффективная реакция воспроизводится первой. Как замечает Зайонц, из того, что аффект может служить признаком завершения когнитивной активности (в прослушивании шутки, напр.), не следует с необходимостью, что когнитивная активность яв-ся обязательным компонентом аффекта.

Зайонц делает вывод, что перцептивный процесс, начинающийся с сенсорного опыта, сначала вызывает неосознаваемую аффективную реакцию и затем переходит в распознавание знакомых признаков (тж неосознаваемое), прежде чем начинается их рефлексивная когнитивная обработка.

Мышление и рефлексивное суждение, по-видимому, зависят от аффекта в той же степени, как и от сенсорного опыта. Поскольку аффект является осознанным переживанием притяжения/отталкивания, к-рое не генерируется ценностным суждением, он должен вызываться спонтанной (неосознанной) оценкой объектов как хороших или плохих и оценкой реакций как подходящих или неподходящих. Эмоции, к-рые обычно сопровождаются рефлексивными суждениями, могут сами оцениваться как подходящие или неподходящие и изменяться путем др. корректирующих впечатлений, но редко путем рефлексии или убеждения.

Психофизиологические компоненты эмоций.

Психофизиологии всегда стремились найти способ дифференцировки эмоциональных состояний на основе показателей физиологической активности, т. е. научиться определять с помощью измерения различных физиологических показателей, какую эмоцию переживает человек. Несмотря на то, что эта проблема далека от окончательного решения, принципиальная возможность распознавания эмоций по физиологическим показателям уже обоснована. Исследования показывают, например, что, даже измеряя только два показателя – частоту сердечных сокращений и изменение температуры тела, – можно достаточно точно различать шесть основных эмоциональных состояний (гнев, страх, печаль, радость, удивление и отвращение). Так, гнев связан с сильным увеличением частоты сердечных сокращений и значительным повышением температуры тела; страх – с сильным учащением сердцебиения и незначительным понижением температуры тела; печаль – с учащением сердцебиения и незначительным повышением температуры; радость – с некоторым учащением сердцебиения и повышением температуры тела; удивление – с некоторым учащением сердцебиения и слабым понижением температуры; отвращение – с незначительным понижением сердцебиения и понижением температуры (см. [Atkinson et al 1990]).

Физиологическое выражение эмоций

Эмоции выражаются не только в двигательных реакциях: мимике, жестах, но и в *уровне тонического напряжения мышц*. В клинике мышечный тонус часто используется как мера аффекта. Многие рассматривают повышенный мышечный тонус как показатель отрицательного эмоционального состояния (дискомфорта), состояния тревоги. Тоническая реакция диффузная, генерализована, захватывает все мышцы и тем затрудняет выполнение движений. В конечном счете она ведет к тремору и хаотичным, неуправляемым движениям.

Лица, страдающие от различных конфликтов и особенно с невротическими отклонениями, характеризуются, как правило, большей скованностью движений, чем другие. Мышечная напряженность у психических больных выше, чем в контрольной группе. Особенно она высока у психоневротиков с преобладанием патологической тревожности. Многие психо-

терапевтические приемы связаны со снятием этой напряженности, например, методы релаксации и аутогенной тренировки. Они учат расслабляться, в результате чего уменьшается раздражительность, тревожность и связанные с ними нарушения.

Одним из наиболее чувствительных индикаторов изменения эмоционального состояния человека является его *голос*. Разработаны специальные методы, позволяющие по голосу распознавать возникновение эмоциональных переживаний, а также дифференцировать их по знаку (на положительные и отрицательные). Для этого голос человека, записанный на магнитную ленту, подвергается частотному анализу. С помощью ЭВМ речевой сигнал разлагается в частотный спектр. Установлено, что по мере возрастания эмоционального напряжения ширина частотного спектра произносимых слов и звуков расширяется и сдвигается в область более высокочастотных составляющих. При этом для отрицательных эмоций спектральная энергия концентрируется в более низкочастотной части смещенного спектра, а для положительных эмоций – в его высокочастотной зоне. Эти сдвиги в спектре речевого сигнала могут быть вызваны даже очень большой физической нагрузкой. Этот метод позволяет в 90% случаев правильно определять увеличение эмоционального напряжения, что делает его особенно перспективным для изучения состояний человека.

Важным компонентом эмоция являются *изменения активности вегетативной нервной системы*. Вегетативные проявления эмоций весьма разнообразны: изменение сопротивления кожи (КГР), частоты сердечных сокращений, кровяного давления, расширение и сужение сосудов, температуры кожи, гормональный и химический состав крови и др. Известно, что во время ярости повышается уровень норадреналина и адреналина в крови, учащается ритм сердца, перераспределяется кровотока в пользу мышц и головного мозга, расширяются зрачки. Благодаря этим эффектам животное подготавливается к интенсивной физической деятельности, необходимой для выживания.

Особую группу эмоциональных реакций составляют *изменения биотоков головного мозга*. Физиологи считают, что у животных ЭЭГ-коррелятом эмоционального напряжения является ритм настораживания (или гиппокампальный тета-ритм), пейсмекер которого расположен в перегородке. Его усиление и синхронизация наблюдаются при появлении у животного оборонительного, ориентировочно-исследовательского поведения. Гиппокампальный тета-ритм усиливается также во время парадоксального сна, одной из особенностей которого является резкое возрастание эмоциональной напряженности. У человека такого яркого ЭЭГ-показателя эмоционального состояния, каким является гиппокампальный тета-ритм животного, найти не удастся. Ритм, подобный гиппокамальному тета-ритму, у человека вообще плохо выражен. Лишь во время выполнения некоторых словесных операций и письма в гиппокампе человека удастся наблюдать возрастание регулярности, частоты и амплитуды тета-ритма.

Эмоциональные состояния человека находят отражение в ЭЭГ скорее всего в изменении соотношения основных ритмов: дельта, тета, альфа и бета. Изменения ЭЭГ, характерные для эмоций, наиболее отчетливо возникают в лобных областях. По некоторым данным у лиц с доминированием положительных эмоций регистрируются альфа-ритм и медленные составляющие ЭЭГ, а у лиц с преобладанием гнева – бета-активность.

П.Я. Баланов, В.Л. Деглин и Н.Н. Николаенко для регуляции эмоциональных состояний у больных применяли электросудорожную терапию. Они выявили, что положительные эмоциональные состояния связаны с усилением альфа-активности в левом полушарии, а отрицательные эмоциональные состояния – с усилением альфа-активности в правом и усилением дельта-активности в левом полушарии.

Кроме того, появление эмоциональных состояний сопровождается *изменениями электрической активности миндалины*. У пациентов с вживленными электродами в миндалину при обсуждении эмоционально окрашенных событий обнаружено усиление в ее электрической активности высокочастотных колебаний. У больных с височной эпилепсией, для которых характерны выраженные эмоциональные нарушения в виде повышенной раздражительности, злобности, грубости, в дорзомедиальной части миндалины зарегистрирована эпилептическая электрическая активность. Разрушение этого отдела миндалины делает пациента неагрессивным.

Теории эмоций

Теория эмоций Джеймса-Ланге.

Американский психолог Уильям Джеймс, отталкиваясь от идей К. Ланге, датского психолога, формировал концепцию, которая известна как теория эмоций Джеймса-Ланге.

Согласно теории Джеймса-Ланге, человек, оцепеневший на мгновение после напугавшего его события, сначала замечает, что сердце его колотится, и во рту пересохло, а уже затем делает вывод: «До чего же я испугался». Что после восприятия, вызвавшего эмоцию, субъект переживает эту эмоцию как ощущение физиологических изменений в собственном организме.

По существу, эта теория постулировала, что Э. состоят из телесных изменений (напр., возбуждения) и психич. события или переживания. Само по себе это не было чем-то новым. Но согласно преобладавшей в то время т. зр., процесс возникновения Э. представлялся следующим образом: сначала воспринималось вызывающее Э. событие, затем это восприятие давало начало соотв. переживанию, которое, наконец, находило свое выражение в телесных проявлениях. Др. словами, психич. состояние, связанное с Э., напрямую определялось вызывающим Э. событием; физиолог. аспекты оказывались вторичными. Джеймс и Ланге выразили свое несогласие с этим. Психич. состояние или переживание, к-рое было специфичным для Э., являлось, с их т. зр., следствием телесных изменений. На основе данной

теории Шульц разработал аутогенную тренировку.

Теория Кэннона-Барда

В 1929 г. физиолог Уолтер Кэннон высказал предположение, согласно которому каждой эмоции не соответствует свой собственный набор физиологических изменений. Исследования Кэннона показали, что одни и те же физиологические сдвиги могут сопровождать несколько разных эмоций. Эмоции – это нечто большее, чем ощущения, связанные с вегетативной реакцией.

Состояния возбуждения при сильных эмоциональных реакциях действительно кажутся одинаковыми, и они доходят до сознания сравнительно медленно.

Теория Кэннона была модифицирована Филиппом Бардом, в сущности она утверждала, что при восприятии событий, вызывающих эмоции, нервные импульсы сначала проходят через таламус, затем возбуждение как бы расщепляется: половина идет в кору больших полушарий, где порождает субъективное переживание страха, гнева или радости; другая половина идет в гипоталамус, который управляет физиологическими изменениями в организме. Согласно теории Кэннона-Барда, психологическое переживание и физиологическая реакция возникают одновременно.

Нейроанатомия эмоций

Сведения об анатомическом субстрате развития тех или других эмоций обычно черпаются из опытов с разрушением и стимуляцией различных отделов мозга, а также из изучения функций мозга человека в клинике в связи с операциями на мозге и проведением различных лечебных процедур.

Первая наиболее стройная концепция, связывающая эмоции с функциями определенных структур мозга, была опубликована в 1937 г. и принадлежит американскому невропатологу и анатому Дж. Пейпецу. Он изучал эмоциональные расстройства у больных с поражением гиппокампа и поясной извилины, он выдвинул гипотезу о существовании единой системы, объединяющей ряд структур мозга и образующей мозговую субстрат для эмоций.

Дж. Пейпец отмечает особые функции поясной извилины, которую он рассматривает как орган, в котором формируется субъективное, осознанное эмоциональное переживание. Возможно, именно здесь представлен корковый уровень эмоционального анализатора. Обратная связь поясной извилины с гипоталамусом, которая утверждается в концепции "круга Пейпеца" (см. рисунок в Приложении), дает основание видеть в ней путь, через который осуществляется влияние осознанного субъективного переживания на поведенческое выражение эмоций, которое в конечном счете программируется на уровне гипоталамуса, координирующего вегетативные и моторные проявления эмоций.

Круг Пейпеца представляет замкнутую цепь и включает: гипоталамус – передневентральное ядро таламуса – поясную извилину – гиппокамп – ма-

миллиардные ядра гипоталамуса. Позднее П.Мак-Лин в 1952 г., учитывая, что поясная извилина как бы окаймляет основание переднего мозга, предложил назвать ее и связанные с ней другие структуры мозга *лимбической системой* (limbus – край). Источником возбуждения для этой системы является гипоталамус. Сигналы от него следуют в средний мозг и нижележащие отделы для инициации вегетативных и моторных эмоциональных реакций. Одновременно нейроны гипоталамуса через коллатерали посылают сигналы в передневентральное ядро в таламусе. По этому пути возбуждение передается к поясной извилине коры больших полушарий.

Поясная извилина, по Дж.Пейпецу, является субстратом осознанных эмоциональных переживаний и имеет специальные входы для эмоциональных сигналов, подобно тому как зрительная кора имеет входы для зрительных сигналов. Далее сигнал из поясной извилины через гиппокамп вновь достигает гипоталамуса в области его мамиллярных тел. Так нервная цепь замыкается. Путь от поясной извилины связывает субъективные переживания, возникающие на уровне коры, с сигналами, выходящими из гипоталамуса для висцерального и моторного выражения эмоций.

Пейпек называл свою схему «поток эмоций». Он также говорил о «потоке движения», который передает ощущения (т.е. сенсорные сигналы) через таламус к полосатому телу и о «потоке мысли», который передает ощущения через таламус к главным отделам коры мозга. Папес утверждал, что при объединении этих потоков «сенсорные возбуждения получают свою эмоциональную окраску».

Гипотеза Дж. Пейпеца приходит в противоречие со многими фактами. Под сомнением оказалась роль гиппокампа и таламуса в возникновении эмоций. У человека стимуляция гиппокампа электрическим током не сопровождается появлением эмоций (страха, гнева и т.п.) Субъективно пациенты испытывают лишь спутанность сознания.

Из всех структур круга Пейпеца *наиболее тесную связь с эмоциональным поведением обнаруживают гипоталамус и поясная извилина*. Кроме того, оказалось, что и многие другие структуры мозга, не входящие в состав круга Пейпеца, оказывают сильное влияние на эмоциональное поведение. Среди них *особая роль принадлежит миндалине, а также лобной и височной коре головного мозга*.

Велика роль гипоталамуса как в развитии мотивационного поведения, так и в развитии связанных с ним эмоций. Гипоталамус, где сосредоточены двойные центры, регулирующие запуск и прекращение основных типов врожденного поведения, большинством исследователей рассматривается как исполнительная система, в которой интегрируются вегетативные и двигательные проявления мотивации, и в том числе эмоций. В составе эмоции принято выделять *собственно эмоциональное переживание и его соматическое и висцеральное выражение*. Возможность их появления независимо друг от друга указывает на относительную самостоятельность их механизмов. Диссоциация эмоционального переживания и его выражения

в двигательных и вегетативных реакциях обнаружена при некоторых поражениях ствола мозга. Она выступает в так называемых псевдоэффектах: интенсивные мимические и вегетативные реакции, характерные для плача или смеха, могут протекать без соответствующих субъективных ощущений.

Важные эмоциогенные свойства обнаруживает миндалина. У высших животных она расположена в коре, в основании височной доли. Удаление миндалины нарушает механизмы эмоций. По данным В.М.Смирнова, электрическая стимуляция миндалины у пациентов вызывает эмоции страха, гнева, ярости и редко удовольствия. Ярость и страх вызываются раздражением различных отделов миндалины. Опыты с двусторонним удалением миндалины в основном свидетельствуют о снижении агрессивности животного. Отношение миндалины к агрессивному поведению убедительно продемонстрировано К. Прибрамом в опытах на обезьянах в колонии макак-резусов. После двустороннего удаления миндалины у вожака стаи Дейва, который отличался властью и занимал высшую ступень зоосоциальной иерархии, он потерял агрессивность и переместился на самую низшую ступень зоосоциальной лестницы. Его место занял наиболее агрессивный, который до операции был вторым в иерархии (Зик). А бывший лидер превратился в покорное, испуганное животное.

По мнению ряда исследователей, эмоциональные функции миндалины реализуются на сравнительно поздних этапах поведения, после того как актуализированные потребности уже трансформировались в соответствующий эмоциональный состояние. Миндалина взвешивает конкурирующие эмоции, порожденные конкурирующими потребностями, и тем самым определяет выбор поведения. Миндалина получает обширную информацию о внешнем мире. Ее нейроны реагируют на световое, звуковое и кожное раздражение.

Кроме того, в регуляции эмоций особое значение имеют лобная и височная кора. Поражение лобных долей приводит к глубоким нарушениям эмоциональной сферы человека. Преимущественно развиваются два синдрома: эмоциональная тупость и растормаживания низших эмоций и влечений. При этом в первую очередь нарушаются высшие эмоции, связанные с деятельностью, социальными отношениями, творчеством. Удаление у обезьян височных полюсов ведет к подавлению их агрессивности и страха. Передняя лимбическая кора контролирует эмоциональные интонации; выразительность речи у человека и обезьяны. После двустороннего кровоизлияния в этой зоне речь пациента становится эмоционально невыразительной.

Согласно современным данным поясная извилина имеет двусторонние связи со многими подкорковыми структурами (перегородкой, верхними буграми четверохолмия, голубым пятном и др.), а также с различными областями коры в лобных, теменных и височных долях. Ее связи более обширны, чем у какого-либо другого отдела мозга. Существует даже предпо-

ложение о высшей координирующей функции поясной извилины в отношении эмоций.

Индивидуальные различия и эмоциональная асимметрия мозга.

В настоящее время накоплено большое число экспериментальных и клинических данных о роли *полушарий головного мозга* в регуляции эмоций. Изучение функций левого и правого полушария обнаружило существование *эмоциональной асимметрии мозга*. По данным В.Л. Деглина, временное выключение левого полушария электросудорожным ударом тока вызывает сдвиг в эмоциональной сфере "правополушарного человека" в сторону отрицательных эмоций. Настроение ухудшается, он пессимистически оценивает свое положение, жалуется на плохое самочувствие. Выключение правого полушария вызывает противоположный эффект – улучшение эмоционального состояния. Т.А. Доброхотова и Н.Н. Брагина установили, что больные с поражениями в левом полушарии тревожны, озабочены. Правостороннее поражение сочетается с легкомыслием, беспечностью. Эмоциональное состояние благодушия, безответственности, беспечности, возникающее под влиянием алкоголя, связывают с его преимущественным воздействием на правое полушарие мозга.

Демонстрация фильмов разного содержания с помощью контактных линз (Z-линза С. Зайделя) в правое или в левое поле зрения показала, что правое полушарие быстрее реагирует на слайды с выражением печали, а левое – на слайды радостного содержания. По другим данным правое полушарие быстрее опознает эмоционально выразительные лица независимо от качества эмоции.

Распознавание мимики в большей степени связано с функцией правого полушария. Оно ухудшается при поражении правого полушария. Повреждение височной доли, особенно справа, нарушает опознание эмоциональной интонации речи. При выключении левого полушария независимо от характера эмоции улучшается распознавание эмоциональной окраски голоса.

Выключение левого полушария делает ситуацию непонятной, невербализуемой и, следовательно, эмоционально-отрицательной. Выключение правого полушария делает ситуацию простой, ясной, понятной, что вызывает преобладание положительных эмоций.

Эмоциональная асимметрия мозга характерна и для нормальных здоровых людей. Для лиц с доминантным правым полушарием характерна повышенная тревожность, нейротизм. Преобладание функций левого полушария, определяемого по группе двигательных, зрительных и слуховых методик, сочетается с низкими значениями тревожности.

Индивидуальные различия непосредственно связаны с функциональной асимметрией мозга, а также со свойствами темперамента, являющимся одним из факторов, определяющих специфику и силу эмоционального переживания.

Экстраверты имеют более низкий порог в отношении социальных сти-

мулов и более часто реагируют эмоциями радости и интереса. Они более чувствительны к награде. Интроверты – к наказанию.

Лица с высокой тревожностью предпочитают более часто реагируют на нейтральные стимулы беспокойства, тревожностью, страхом. Повышенная тревожность субъекта коррелирует с частотой ЧСС высокая, подавление сосудистых и дыхательной ритмических RR-интервала в сердечном ритме, т.е. преобладание симпатической регуляции очень характерно во время стресса.

Дж. Каган (1989), ориентируясь на поведенческие характеристики, различает заторможенные и расторможенные типы темперамента. Дети с расторможенным типом поведения отличаются говорливостью, спонтанно возникающими эмоциями, социабельность устойчива. Дети с заторможенным типом застенчивы. Пугливы, низкий порог страха на новизну в социальном окружении, более высокое содержание кортизола в крови – гормона стресса – и негативных эмоциональных реакций.

Согласно теории П.В. Симонова, индивидуальные особенности определяются взаимодействием лобной коры, гиппокампа, гипоталамуса и миндалины и образуют основу не только для типов, выделенных Гиппократом и Павловым, но и для свойства экстра- интроверсии и нейротизма – основных измерений темперамента в концепции Г. Айзенка. Система из четырех структур также объясняет индивидуальное предпочтение реагировать более часто определенной эмоцией.

Преобладание у субъекта функции лобной коры и гипоталамуса определяет частую актуализацию потребностей и целеустремленное поведение, направленное на ее удовлетворение. Субъект игнорирует всё, что отвлекает его от намеченной цели. Это холерический темперамент, сильного и возбудимого типа по Павлову.

Преобладание функциональной системы гиппокамп-миндалины – готовность реагировать субъекта на малозначительные сигналы. Субъект нерешителен, бесконечно-колеблющийся, переоценивает важность событий. Меланхолик – слабого типа, по Павлову.

Преобладание системы гипоталамус-гиппокамп создает сочетание доминирующих потребностей с генерализованными реакциями на сигналы маловероятных событий и невыясненного назначения. Сангвиник – активный, уравновешенный и инертный тип по Павлову.

Доминирование системы миндалина-лобная кора определяет хорошо сбалансированные потребности без особого выделения одной из них. Субъект с подобными свойствами игнорирует многие события и реагирует только на высокозначимые сигналы. Флегматик – уравновешенный и инертный тип.

Преобладание функции информационных структур лобной коры и гиппокампа определяет преимущество субъекта на внешнюю среду – экстравертированная установка.

Преобладание мотивационных систем – гипоталамуса и миндалины –

создает интроверта с устойчивостью внутренних мотивов, установок. Интроверт – мало общителен, стремится к порядку.

Эмоции как результат оценки ситуации

Говоря об оценке ситуации, нужно иметь в виду не просто анализ внешних условий, а, скорее, оценивание индивидом возможностей удовлетворения своих потребностей, которые зависят как от внешних, так и от внутренних условий. По существу, различные эмоциональные состояния являются оценкой перспективы в плане удовлетворения потребности. Если удовлетворение маловероятно, возникает отрицательная эмоция; в противоположном случае, когда перспективы удовлетворения потребности благоприятны, преобладает позитивный эмоциональный тон. Такое определение эмоций доминирует в когнитивно-ориентированных теориях.

Примером психоаналитической концепции, интерпретирующей эмоциональные переживания как результат когнитивной оценки, может служить теория Р. Холта (см. [Изард, 1980]). Он основывает свою теорию на понятии желания, данном еще Фрейдом. Желание связано с когнитивно-аффективным состоянием неудовлетворенности. Речь, по сути дела, идет об оценке – сознательной, предсознательной или бессознательной – рассогласования между тем, что воспринимается, и тем, что центрально генерируется, между существующим состоянием и потенциальным. Малое или умеренное рассогласование вызывает удовольствие и интерес, а сильное и неожиданное рассогласование – испуг и неудовольствие. Таким образом, различные степени рассогласования между существующим и желаемым связаны с различными эмоциями.

Рассматривая теории, интерпретирующие эмоцию как результат когнитивной оценки ситуации, необходимо отметить концепцию Д. Шехтера (см. [Хекхаузен, 1986]), по мнению которого необходимо различать два основных фактора, или компонента, эмоций: физиологический и когнитивный. Физиологическое возбуждение не определяет однозначно тип возникающей эмоции. Изменение уровня активации (собственно физиологический компонент эмоции) обладает лишь общей энергетической функцией. Для возникновения эмоции определенного качества, определенной субъективной окраски необходима когнитивная интерпретация ситуации.

Свое развитие теория Шехтера получила в работах Валинса (см. [Хекхаузен, 1986]), который несколько модифицировал и дополнил подход последнего. По мнению Шехтера, нейрофизиологический компонент возбуждения абсолютно неспецифичен по отношению к качеству переживаемой эмоции: на фоне возбуждения в зависимости от когнитивной оценки ситуации может возникнуть какая угодно по качеству субъективного переживания эмоция. Такая крайняя точка зрения противоречит данным о специфичности паттернов физиологического возбуждения для разных эмоций. Поэтому Валинс предполагает, что качество эмоции некоторым образом все-таки зависит от физиологического возбуждения, а точнее – от восприятия человеком собственного физиологического состояния, хотя способ-

ность субъекта к распознаванию и дифференцировке паттернов физиологического состояния весьма несовершенна.

Теоретические взгляды Шехтера и Валинса имеют непосредственное прикладное значение. Основываясь на теории Шехтера, мы можем манипулировать эмоциональными состояниями с помощью изменения ситуационных контекстов, причем, не только усиливая или ослабляя данную эмоцию, но и придавая ей определенный качественный оттенок. Несмотря на то что детальные исследования влияния процессов физиологического возбуждения на эмоциональные переживания показывают ограниченность возможностей манипуляции, один и тот же паттерн возбуждения допускает довольно широкую его субъективную трактовку.

Субъективная интерпретация эмоционального состояния зависит и от восприятия внутренней, физиологической ситуации. Следовательно, можно изменить сам характер переживания с помощью предъявления человеку ложной обратной связи о его физиологическом состоянии, что неоднократно делалось в экспериментах Валинса. Например, испытуемым мужчинам предъявляли изображения полуобнаженных женщин. Испытуемые при этом получали ложную акустическую информацию о собственном сердцебиении. Контрольная группа слышала те же звуковые сигналы, но им говорилось, что они не имеют отношения к эксперименту. После предъявления фотографий испытуемые оценивали степень привлекательности каждой из изображенных на них женщин. Выяснилось, что испытуемые экспериментальной группы предпочитали изображения, которые сопровождалась изменениями – учащением и замедлением (замиранием) – сердцебиения. Результаты этого эксперимента позволяют сделать вывод, что оценка собственного эмоционального состояния (в данном случае удовольствия от разглядывания изображений) зависит от восприятия своего физиологического состояния, на которое можно влиять с помощью обратной связи. Следовательно, само эмоциональное состояние в принципе подлежит коррекции посредством ложной обратной связи.

Наиболее последовательный подход к эмоции как к оценке ситуации реализован в теории эмоций П.В. Симонова. По его мнению, эмоция – это функция двух факторов: значения мотивации, или потребности, и разности между информацией, необходимой для удовлетворения данной потребности, и информацией, доступной субъекту. Речь идет об информации прагматической, по сути дела о средствах удовлетворения потребности. Когда этой информации недостаточно, возникает отрицательная эмоция. Положительные же эмоции наблюдаются в том случае, когда информация увеличивает вероятность удовлетворения потребности по сравнению с прогнозом.

Нейрохимия эмоций

Возникновение любой эмоции имеет в своей основе активацию различных групп биологически активных веществ в их сложном взаимодействии.

Модальность, качество эмоций, их интенсивность определяются взаимоотношением норадренергической, дофаминергической, серотонинергической, холинергической систем, а также целым рядом нейропептидов, включая эндогенные опиаты.

Важную роль в развитии патологии настроения и аффектов играют *биогенные амины (серотонин, дофамин, норадреналин)*.

По мнению С. Кети, с ростом концентрации *серотонина* в мозге настроение у человека поднимается, а его недостаток вызывает состояние депрессии. Положительный эффект электрошоковой терапии, в 80% случаев устраняющей депрессию у пациентов, связан с усилением синтеза и ростом *норадреналина* в мозге. Вещества, которые улучшают настроение, увеличивают содержание *норадреналина* и *дофамина* в нервных окончаниях. Результаты обследования мозга больных, покончивших с собой в состоянии депрессии, показали, что он обеднен как норадреналином, так и серотонином. Причем дефицит норадреналина проявляется депрессией тоски, а недостаток серотонина – депрессией тревоги. Нарушения в функционировании *холинергической* системы ведут к психозу с преимущественным поражением интеллектуальных (информационных) процессов. *Холинергическая система* обеспечивает информационные компоненты поведения. Холинолитики – вещества, снижающие уровень активности холинергической системы, ухудшают выполнение пищедобывательного поведения, нарушают совершенство и точность двигательных рефлексов избегания, но не устраняют реакцию на боль и не снимают чувства голода.

Детский аутизм связан с нейротрансмиттером серотонином. За эмоциональные нарушения при шизофрении ответственны лобные и префронтальные зоны головного мозга. За эмоциональные нарушения при шизофрении ответственна лимбическая система. Причиной негативной симптоматики шизофрении является низкая активность дофамина в префронтальных зонах головного мозга.

Состояние агрессивности зависит от соотношения активности *холинергической* и *норадренергической* систем. Повышение агрессивности объясняется ростом концентрации *норадреналина* и ослаблением тормозного влияния *серотонина*. У агрессивных мышей замечен пониженный уровень содержания серотонина в гипоталамусе, миндалине и в гиппокампе. Введение серотонина угнетает агрессивность животного.

Хорошей экспериментальной моделью для изучения биохимической природы эмоций является феномен самостимуляции мозга. Методику для самораздражения мозга была разработана Дж. Олдсом и П. Милнером. Наиболее подробную карту точек самораздражения в мозге крысы составил Дж. Олдс. Оказалось, что самый сильный эффект самораздражения связан с гипоталамусом, медиальным переднемозговым пучком и перегородкой. При электрической самостимуляции мозга через вживленные электроды животные проявляют удивительную настойчивость в стремлении продолжить самораздражение. Значит, данная самостимуляция сопро-

вождается положительным эмоциями, которые животное стремится продлить. Все пункты самостимуляции объединяет то, что они совпадают с локализацией норадренергических и дофаминергических структур. Следовательно, феномен самораздражения связан с участием двух основных систем: норадренергической и дофаминергической.

В феномене самостимуляции выделяют мотивационный и подкрепляющий (награждающий) компоненты. Предполагают, что норадреналин связан с побуждающим, мотивирующим компонентом в реакции самораздражения, а дофамин – с подкрепляющим, "награждающим" эффектом, возникающим в результате самостимуляции и сопровождающимся положительным эмоциональным переживанием.

На основе данных о механизмах самораздражения большинство исследователей склоняется к мнению, что возникновения положительных эмоций связано с активацией специального механизма вознаграждения ("награды"). Основой этого механизма является катехоламинергическая система.

Таким образом, современные данные указывают на жесткую зависимость наших настроений и переживаний от биохимического состава внутренней среды мозга. Мозг располагает специальной системой – *биохимическим анализатором эмоций*. Этот анализатор имеет свои рецепторы и детекторы, он анализирует биохимический состав внутренней среды мозга и интерпретирует его в категориях эмоций и настроения.

Эмоция – состояние, характеризующееся физическим возбуждением, изменением выражения лица, жестов, позы и субъективных ощущений.

Физиологические изменения (при эмоциях) – изменения частоты сердечных сокращений, кровяного давления, выделения пота и другие произвольные реакции.

Адреналин – гормон, вырабатываемый железами надпочечников, который приводит организм в возбужденное состояние.

Эмоциональная экспрессия – внешние признаки того, что человек испытывает эмоцию.

Эмоциональные чувства – личные, субъективные переживания эмоции.

Основные эмоции – согласно Роберту Плучику, самые основные эмоции – это страх, удивление, печаль, отвращение, гнев, предвкушение, радость и одобрение.

Настроение – эмоциональное состояние, для которого характерны низкая интенсивность и продолжительность.

Адаптивное поведение – действия, которые помогают выжить и приспособиться к меняющимся условиям.

Модулирующая система мозга

Стволово-таламо-кортикальная система

В стволе на уровне среднего мозга имеется неспецифическая система, или мезенцефалическая ретикулярная формация, активирующая кору

больших полушарий. Высокочастотная электрическая стимуляция стволовой РФ вызывает увеличение бдительности животного и пробуждение его ото сна; низкочастотная стимуляция оказывает противоположное воздействие, вызывая состояние покоя, а разрушение неспецифической системы ствола мозга приводит животное в коматозное состояние.

Неспецифическая система была найдена и в таламусе. Таламическая неспецифическая система создает локальную активацию коры, проецируясь к ее отдельным зонам, воспринимающим сенсорные сигналы от модально-специфических путей. Это отличает ее от РФ ствола мозга, вызывающей генерализованную активацию, которая захватывает обширные зоны коры. Последняя более длительна и менее устойчива к угашению при многократном воспроизведении одним и тем же стимулом по сравнению с реакцией активации таламического происхождения. Эти различия позволяют связывать функцию стволовой неспецифической системы с поддержанием в мозге определенного уровня фоновой активности, а таламическую неспецифическую систему – с селективным вниманием и локальным ориентировочным рефлексом. Вместе с тем при выполнении человеком задания, требующего бдительности и внимания, таламическая и стволовая РФ действуют совместно – в обеих структурах наблюдается одновременное увеличение локального мозгового кровотока.

Нейроны коры во время ЭЭГ-десинхронизации обнаруживают признаки активации в виде: 1) снижения порога возбудимости нейронов на адекватное раздражение; 2) усиления свойства полимодальности – под влиянием неспецифической активации нейрон начинает отвечать на стимулы тех модальностей, которые он игнорировал в отсутствие активации, и 3) увеличения лабильности, которое может быть измерено по укорочению циклов восстановления вызванных потенциалов и по изменению частотного состава реакции усвоения ритма сенсорного раздражения биотоками мозга. Все эти эффекты наблюдаются вместе с увеличением негативности постоянного потенциала коры, представляющим механизм медленной модуляции ФС. Вместе с тем ФС нейронов определяется не только сдвигом постоянного потенциала, но и ритмической модуляцией, создаваемой основными ритмами биотоков мозга. Показано, что максимальная возбудимость сенсорных нейронов и выполнение двигательных реакций синхронизированы с определенной фазой альфа-ритма у человека и тета-ритма у животных. Ритмическая активность мозга, синхронизируя во времени возбудимость удаленных нейронов, создает условия для их взаимодействия в процессе реализации той или иной функции, а также при обучении.

Исследование влияний таламуса на кору показало существование в нем нейронных пейсмекеров для низкочастотных ритмов. Они были найдены в его специфических ядрах [Andersen, Anderson, 1968] и в неспецифическом таламусе [Данилова, 1985]. При спокойном состоянии животного эти нейроны имеют тенденцию разряжаться последовательностью пачек спайков. Их появление коррелирует с возникновением в ЭЭГ кошки барбитуровых

и сонных веретен и медленных альфа-подобных волн с частотой 3-4 Гц у кролика, характерных для спокойного состояния животного. Пачечные разряды нейронов таламуса фазово-специфичны, они привязаны к определенным фазам медленных волн фоновой ЭЭГ, вызванных потенциалов и реакции усвоения ритма мелькающего света. Нейроны неспецифического таламуса обладают свойством авторитмичности. Сенсорные раздражения (звуковые, кожные и др.) вызывают в неспецифическом таламусе реакцию десинхронизации в виде разрушения пачек спайков и замены их одиночными спайками [Данилова, 1985]. Нейронная таламическая реакция десинхронизации соответствует появлению в коре ЭЭГ-реакции активации.

Таким образом, таламические структуры мозга работают в двух режимах: в режиме пачечных разрядов, вызывая в ЭЭГ синхронизированные и ритмические колебания, и в режиме десинхронизации пачек спайков. Последнему соответствует появление ЭЭГ-реакции активации. У человека она обычно выглядит в виде подавления, блокады альфа-ритма, который замещается иррегулярной активностью низкой амплитуды. Именно поэтому ее часто рассматривали как выражение десинхронизации регулярной нейронной активности. Однако стремительный рост количества работ, в которых констатируется усиление гамма-колебаний во время когнитивной деятельности, указывает на наличие в составе реакции активации компонента высокочастотной синхронизации нейронной активности.

В свете этих данных некоторые исследователи обращают внимание на то, что термин «десинхронизация ЭЭГ» вводит в заблуждение, если используется как синоним неспецифической реакции активации [Steriade, 1996]. У человека 40-герцевые колебания наблюдаются в таламусе и коре в связи с состоянием направленного внимания [Ribary et al., 1991; Murthy, Fetz, 1992]. У кошки 40-герцевый ритм возникает во фронто-париетальной коре, когда она следит за мышью [Bouyer et al., 1981]. Сорокагерцевые осцилляции увеличиваются во время зрительной стимуляции, отвечающей детекторным свойствам сенсорных нейронов [Eckhorn et al., 1988]. Сорокагерцевые осцилляции возникают у нейронов синхронно и в фазе, связывая одним ритмом разные нейроны зрительной коры одного полушария, а через коллозальные связи – нейроны моторной коры обоих полушарий [Nunez et al., 1992].

Описана синхронизация вызванных ответов нейронов коры на частоте гамма-колебаний (30-120 Гц). Она возникает под влиянием сенсорной активации [Gray, Singer, 1989], решения сенсомоторной задачи [Murthy, Fetz, 1992] и других активирующих факторов. Высокочастотная электрическая стимуляция РФ ствола мозга усиливает гамма-колебания на частоте 45 Гц в фокальных потенциалах зрительной коры (поле 17) и одновременно увеличивает синхронизацию вызванных ответов многих нейронов зрительной коры, вызываемых предъявлением движущейся полоски [Munk et al., 1996]. При этом увеличение синхронизации вызванной спайковой активности на движущийся зрительный стимул наблюдается только у тех нейро-

нов, которые обнаруживают общую селективную чувствительность к параметрам зрительного стимула. Полагают, что эффект синхронизации нейронной активности на частоте гамма-колебаний, возникающий в составе неспецифической реакции активации, выполняет функцию сенсорной группировки, необходимой для процесса восприятия, или интеграции нейронов в общую функциональную систему, которая обеспечивает выполнение определенного сенсомоторного акта.

Новый взгляд на механизм ритмической активности нейронов связан с открытием разнопороговой кальциевой проводимости. Установлено, что высокопороговые кальциевые каналы в основном представлены на дендритах, тогда как низкопороговые локализованы преимущественно на соматических клетках [Llinas, 1988]. Оптимальными условиями для срабатывания низкопороговых кальциевых каналов являются гиперполяризационные изменения мембранного потенциала. Высокопороговые кальциевые каналы реагируют на возбуждающий сигнал, если он приходит на фоне деполяризации ее мембранного потенциала. А то, что разнопороговые кальциевые каналы представлены на одном нейроне, определяет его способность генерировать ритмическую активность в двух частотных диапазонах. Переход от генерации ритма в одном частотном диапазоне к другому связан со сменой локуса активации кальциевых каналов на нейроне. Выбор каналов для активации определяется уровнем мембранного потенциала. Два режима генерации ритмической активности в зависимости от уровня мембранного потенциала описаны для нейронов таламуса. Если клетка слегка деполяризована, то она работает на частоте 10 Гц, а если она гиперполяризована, то разряжается пачками спайков с частотой 6 Гц.

М. Стериате [Steriade et al, 1993] подчеркивает особую роль в генезе корковых 40-герцевых ритмов интраламнарных ядер таламуса и особенно п. *centralis lateralis* (nCL). В nCL выделены нейроны, которые во время бодрствования и быстрого сна разряжаются пачками спайков с необычно высокой частотой потенциалов действия внутри пачки (800-1000 Гц). Частота следования пачек составляет 20-80 Гц, она регулируется величиной сдвига мембранного потенциала в сторону деполяризации. Чем он больше, тем больше частота осцилляции. Генерацию интра-ламнарными ядрами 40-герцевого ритма связывают с появлением у них резонансного состояния, которое обеспечивает широкое распространение гамма-колебаний по коре. Клетки nCL приспособлены как к генерации 20-40-герцевого ритма во время активного бодрствования, так и 7-10-герцевого во время сонных веретен [там же].

Высказывают предположение о причастности к генерации гамма-колебаний и ретикулярного ядра таламуса (п. Ret). В нем обнаружены нейроны с потенциалзависимым пейсмекерным механизмом. Они генерируют ритмическую активность в виде одиночных потенциалов действия, следующих с частотой около 40 Гц, и имеют ГАМК-ергические синапсы на нейронах других ядер таламуса. п. Ret плотно иннервировано моноаминоер-

гическими и холинергическими афферентами. Из-за стратегической позиции п. Ret – на выходе к коре – предполагают его ключевую роль в генезе и распространении гамма-колебаний, которые связаны с состоянием фокусированного внимания [Pinault, Deschenes, 1992].

Усиление 40-герцевого ритма в коре имеет холинергическую природу так же, как и реакция ЭЭГ-десинхронизации. Холинергические системы распространяют свою модуляцию во время бодрствования и быстрого сна. Это два состояния, при которых быстрые кортикальные ритмы присутствуют в коре [Steriade et al., 1990]. Стимуляция мезопонтийных холинергических ядер вызывает отчетливое появление в таламо-кортикальной системе 40-герцевых осцилляций. Данный эффект опосредован мускариновыми рецепторами неокортекса [Steriade et al., 1991].

Передача информации о сенсорных сигналах осуществляется в результате согласованного взаимодействия специфической и неспецифической систем мозга. На уровне таламуса специфическая система представлена релейными специфическими и ассоциативными ядрами. Неспецифическую систему образует несколько групп ядер. Неспецифические нейроны таламуса, так же как и стволовой РФ, не получают прямого входа от сенсорных органов, а лишь от коллатералей специфических путей.

Активирующие влияния от неспецифической системы сходятся со специфическими на клетках коры. Слияние этих двух потоков – необходимое условие для восприятия и осознания действующего стимула. Ю. Л. Гоголицын и Ю. Д. Кропотов, изучая нейронную активность неспецифического таламуса у человека, показали, что опознание буквы и цифры в трудных условиях наблюдения происходит, если реакция этих нейронов длится не менее 300 мс. По данным Э. А. Костандова [1983], который изучал ВП на предъявление осознаваемых и неосознаваемых слов, неосознаваемый стимул вызывает более диффузную и более слабую активацию коры больших полушарий, чем слово, которое осознается.

Высокочастотная электрическая стимуляция (100-300 Гц) РФ ствола вызывает снижение сенсорных порогов, в том числе порога временной дискретности. В опытах Д. Линдсли, выполненных на кошках и обезьянах при предъявлении парных вспышек света, после ретикулярной стимуляции в зрительной коре ВП возникал на каждую вспышку при интервале между ними в 50 мс, тогда как до раздражения обе вспышки воспринимались слитно, что подтверждалось появлением не двух, а одного ВП. В опытах Дж. Фустера, выполненных в той же лаборатории, у обезьяны с хорошо выработанным инструментальным рефлексом высокочастотная электрическая стимуляция мезенцефалической РФ увеличивала количество правильных реакций выбора изображений нужного предмета при очень коротком времени его экспозиции, а также значительно сокращала латентное время самой реакции.

Однако никогда не были точно показаны анатомические связи стволовой РФ с корой. Вместе с тем данные об основных медиаторных системах

мозга позволяют предположить холинергическую основу реакции активации. В мозге выделено четыре основных медиаторных системы: ДА-ергическая, НА-ергическая, серотонин-ергическая и холинергическая. Кора получает широкие проекции от дофаминергических, норадреналинергических и серотонинергических афферентов. Но эти системы не обнаружили корреляции с ЭЭГ-активацией, вызываемой электрическим раздражением РФ среднего мозга. Увеличение кортикальной активации связано с увеличением высвобождения ацетилхолина (АХ) в коре. Таким образом, неспецифическая система ствола мозга действует на кору через холинергические афференты. Конечное звено корковой активации холинергично и представлено мускариновыми (М-) рецепторами нейронов коры, реагирующими на АХ.

Это доказывает локальное приложение АХ к коре, которое оказывает возбуждающее действие примерно на 50 % корковых нейронов и которое блокируется атропином, избирательно действующим на М-рецепторы. Установлено, что сенсорное раздражение разной модальности увеличивает количество высвобождающего АХ из нейронов коры. Наоборот, с деафферентацией животного уменьшается содержание свободного АХ в коре. Увеличение количества АХ в жидкости, омывающей поверхность коры, отмечается во время ЭЭГ-активации. Наркоз снижает выход АХ, одновременно блокируя ЭЭГ-активацию. Кроме того, активация коры при парадоксальном сне также связана с увеличением содержания АХ в коре.

Базальная холинергическая система переднего мозга

Магноцеллюлярные нейроны, содержащие АХ и локализованные в базальном переднем мозге (БПМ; *Basal Forebrain*), моносинаптически проецируются на кору. Они участвуют в регуляции сна и бодрствования и причастны к возникновению реакции активации. Холинергическая часть переднего мозга в основном представлена базальным ядром Мейнерта.

Электрическая стимуляция базального ядра (*NB*) и *SI* (*substantia innominata*) высвобождает в коре АХ у наркотизированной крысы [Kurosawa et al., 1989] и увеличивает кровоток в коре. Эффект блокируется антагонистами мускариновых рецепторов, т. е. существует холинергическая иннервация сосудов коры, которая обуславливает их расширение [Sato, Sato, 1992]. Активирующая система холинергических нейронов переднего мозга представлена нейронами, связанными с бодрствованием. Уровень их возбуждения меняется параллельно с поведенческой активностью животного. Частота их спайковых разрядов увеличивается во время бодрствования и особенно во время движения, а также в парадоксальном сне [Szymusiak, 1995]. В медленном сне их активность уменьшается. При этом, как и в таламусе, режим одиночных потенциалов действия сменяется пачечной активностью.

Состояние нейронов БПМ, связанных с бодрствованием, находится под контролем неспецифических систем активации среднего мозга и моста через глутаматные рецепторы, а также со стороны заднего латерального

гипоталамуса, который также имеет проекцию на кору и принимает участие в ЭЭГ- и поведенческой активации. На нейроны бодрствования БПМ конвергируют серотонинергические нейроны дорзального ядра шва (*n. Raphe*) и клетки синего пятна, вызывающие их инактивацию. Кортикальные проекции на БПМ сравнительно ограничены, их мало от первичных сенсорных и моторных областей. Большинство их идет от орбитофронтальной, инсулярной и особенно из префронтальной коры. Кортикофугальные влияния на БПМ идут по мультисинаптическим путям через стриатум и прилегающее ядро (*n. accumbens*).

Концепция холинергических нейронов БПМ как источника кортикальной активации, поддерживающего бодрствование, должна быть дополнена представлением о существовании специального холинергического механизма, обеспечивающего дополнительное высвобождение АХ в локальных участках коры, которые реагируют на стимулы, связанные с подкреплением. Показано, что значительная часть нейронов БПМ реагирует активацией на условные раздражители, связанные с наградой, и не реагирует на условные сигналы наказания [Whalen et al., 1994]. Это механизм избирательного внимания к значимым стимулам, который обеспечивает их обработку в соответствующих областях коры [Wilson, Rolls, 1990; Metherate, Asht, 1993].

Дефицит когнитивных функций, наблюдающийся при болезни Альцгеймера, которую связывают с поражением холинергической системы БПМ [Bartus et al., 1982], скорее опосредован нарушением именно механизма избирательной активации [Szymusiak, 1995]. Опыты с фармакологическим отключением БПМ у животных показали нарушение поведения. Животные не могут выполнять приобретенные ими навыки, включая прохождение различных лабиринтов, заученное пассивное и активное избегание [Dekker, Connor, 1991].

Создавая локальную активацию в коре, холинергические нейроны БПМ, по-видимому, взаимодействуют с таламо-кортикальной неспецифической системой. Показано, что помимо прямого влияния на кору, холинергические нейроны бодрствования БПМ проецируются к ограниченному количеству таламических ядер. Предполагают, что, параллельно влияя на кору и таламус, они могут модулировать, в том числе усиливать реакции активации, определяемые механизмом таламо-кортикальной неспецифической системы. Холинергические активирующие влияния из БПМ распространяются также на лимбическую систему, в частности на гиппокамп, вызывая гиппокампальный тета-ритм – признак активации гиппокампа; электрическая стимуляция РФ ствола мозга модулирует гиппокампальный тета-ритм.

В БПМ функция регуляции активации сосуществует с функцией управления сном. Активирующая холинергическая система БПМ находится под тормозным контролем гипногенного механизма. Кроме того, медиальная преоптическая область и передний гипоталамус, которые часто рассматриваются как часть вентральной гипногенной системы переднего мозга, кон-

тролируя сон, действуют на холи-нергическую систему БПМ через тормозные синапсы.

Каудо-таламо-кортикальная система

К регуляции уровня активности организма имеют отношение и базальные ганглии. Другое их название – стриопаллидарная система, которая представляет собой комплекс нейрональных узлов, центрально расположенных в белом веществе больших полушарий головного мозга.

Мысль о причастности стриопаллидарной системы к регуляции функционального состояния впервые была высказана в 1960-е гг. Н. Бухвальдом и М. Деметреску, которые, опираясь на эксперименты с регистрацией ЭЭГ, предположили существование в хвостатом ядре стриопаллидума самостоятельных активирующей и тормозной систем. В связи с этим стали говорить о роли хвостатого ядра в регуляции уровня «готовности», «внимания» и «бодрствования».

Позже, в 1970-х гг., С. Гросберг внес уточнение в понимание связи стриопаллидума с активацией, высказав мысль о причастности стриарных ядер к регуляции активационных процессов в мозге в связи с требованиями, поставленными в задаче, которую необходимо решить, или поведением, которое должно быть реализовано. С. Гросберг видел в этом основу для нейрофизиологического механизма произвольного внимания. Данный механизм обеспечивает избирательную готовность афферентного, ассоциативного и эфферентного звеньев для выполнения конкретного целенаправленного поведения.

В 1980-е гг. эта идея получила развитие в работах Н.Ф. Суворова и О.П. Таирова [1985]. Они считают, что любому состоянию человека или любому виду деятельности соответствует своя картина распределения активации по участкам неокортекса, которую можно наблюдать по ЭЭГ. При этом ведущая роль в формировании избирательной активации неокортекса, определяющей избирательность восприятия и действий, принадлежит стриопаллидарной системе, которая сама находится под контролем коры. Именно она распределяет активационные ресурсы мозга, которые не безграничны. Большое количество экспериментальных данных позволяет предполагать, что ключевой структурой базальных ганглиев является неостриатум, или хвостатое ядро (п. caudatus). Он находится под контролем коры, получая проекции практически от всех ее зон. С другой стороны, уровень активности стриатума находится под влиянием активности систем подкрепления, так как на нем конвергируют проекции дофаминергических и норадреналинергических структур ствола мозга, представляющих системы положительного и отрицательного подкрепления.

Выходы стриатума участвуют в регуляции мышечного тонуса через нисходящие пути в спинной мозг и в распределении восходящей в кору неспецифической активации. Последнее достигается через влияние стриатума на таламус, который выполняет функцию контролируемого стриатумом фильтра, стоящего на пути восходящей к коре неспецифической акти-

вазии. В результате влияния стриатума на таламус картина распределения активации в нем соответствует мотивационному возбуждению и кортикофугальным сигналам, поступающим в стриатум. На уровне коры это трансформируется в распределение активации, которое отвечает требованиям поставленной задачи и реализации целенаправленного поведения.

Модулирующие нейроны

В нервной системе выделена особая группа клеток – модулирующих нейронов, которые сами не вызывают реакции, но регулируют активность других нейронов. Они образуют контакты с другими нейронами типа «синапс на синапсе». Модулирующие нейроны причастны к регуляции болевой чувствительности. Схема взаимодействия модулирующего нейрона с сенсорным, проводящим сигналы о болевом раздражении, описана Л. Иверсон (1984) следующим образом. Синаптическая передача болевых сигналов в головной мозг, опосредуемая веществом *P*, находится под контролем нейропептидов, подавляющих болевые сигналы. В задних рогах спинного мозга вставочные модулирующие нейроны, выделяющие нейропептид – энкефалин, образуют синапсы на аксонных окончаниях болевых нейронов. Энкефалин тормозит выход вещества *P*, что уменьшает возбуждение постсинаптического нейрона, посылающего в головной мозг сигналы о боли.

Предполагается, что существует обстановочный условный рефлекс как одна из форм долговременной сенситизации, требующий участия модулирующих серотонинэргических нейронов. Он реализуется на входах модулирующих нейронов, которые являются нейронами «состояния» [Балабан и др., 1992]. Эксперимент с применением нейротоксина, избирательно нарушающего работу серотонинэргических нейронов при болевом раздражении выявил существование обстановочного условного рефлекса.

Модулирующие нейроны участвуют в процессе научения (см. гл. 15), изменяя проводимость синапса на пресинаптическом уровне. Эффект пресинаптической пластичности, создаваемый модулирующими нейронами, может быть начальным звеном в цепи событий, приводящих к пластической модификации поведения, связанной с выработкой условных рефлексов. Безусловное подкрепление как очень сильный раздражитель нейрона также возбуждает модулирующие нейроны и тем самым инициирует процесс пресинаптических изменений. За последним следует этап клеточных и молекулярных преобразований постсинаптического нейрона, характеризующий ассоциативное обучение.

Однако пресинаптическое облегчение, создаваемое модулирующими нейронами, может возникать и вне ситуации ассоциативного обучения только за счет активации модулирующих нейронов сильными сенсорными раздражителями. Э. Кэн-дел и Р. Хокинс [1992] рассматривают его как результат «премодулирующего совпадения», которое на пресинаптическом уровне повышает проводимость, а само это повышение зависит от активности. Другое название этого явления – сенситизация, или неассоциатив-

ное обучение. Оно отличается от ассоциативного обучения, основанного на «пре-постсинаптическом совпадении».

Эффект пресинаптического облегчения с участием модулирующих нейронов хорошо изучен при формировании оборонительного рефлекса у виноградной улитки. Внутриклеточная стимуляция ее модулирующих нейронов, которые представлены пулом серотонинергических клеток педального ганглия, вызывает в командном нейроне оборонительной реакции появление деполяризационной волны и увеличение амплитуды суммарного ВПСП. Эти изменения превращают сенсорное подпороговое раздражение командного нейрона в пороговое, что выражается в появлении у него спайковой активности.

Описано два механизма длительного пресинаптического облегчения (фасили-тации) под влиянием серотонина за счет фосфорилирования белков двух типов ионных каналов: кальциевых и калиевых.

Участие кальциевых каналов в механизме повышения проводимости через синапс выглядит следующим образом. Во время потенциала действия ионы кальция и натрия входят в клетку, а ионы калия выходят из нее. Когда нейрон находится в активном состоянии, в нем увеличивается уровень содержания ионов кальция. Кальций, вошедший в клетку, действует на нее после того, как связывается с белком – кальмодулином. Этот комплекс так же, как и серотонин, активирует адени-латциклазу. За счет двойного воздействия на нее резко увеличивается образование САМР из аденозинтрифосфата (АТФ), который служит в клетке универсальным источником энергии для биохимических процессов; САМР действует как вторичный посредник и активирует протеинкиназу. Протеинкиназа фосфорилирует ре-цепторные белки кальциевых каналов (присоединяет к ним фосфор). Это переводит кальциевые каналы в активное состояние – в клетку входит больше кальция, что увеличивает выделение из нее медиатора. Одновременно протеинкиназа фосфорилирует белки калиевых каналов. Это ведет к уменьшению проводимости для ионов калия, т. е. к уменьшению калиевого тока, что ограничивает калиевую гиперполяризацию, следующую за ВПСП и потенциалом действия. Таким образом, потенциал действия продлевается, а это, в свою очередь, увеличивает продолжительность активного состояния кальциевых каналов.

Особую функцию в модуляции возбудимости нервной системы выполняют пейсмекерные нейроны. Будучи активированными, они своими длительными разрядами могут повышать проводимость сигнала через синапс. Специальный тип пейсмекерных нейронов, генерирующих разряды на частоте гамма-колебаний, которые, по-видимому, отражают колебания кальциевого тока на дендритах клеток таламуса, синхронизирует активность больших массивов нейронов, объединенных общими резонансными свойствами.

Вопросы для самоподготовки:

1. ФС организации двигательных навыков и автоматизмов. Нейронные механизмы регуляции движений рук.
2. Нейрофизиологические теории эмоций. Характеристика эмоциональных явлений, процессов и состояний.
3. Нейрофизиологические механизмы формирования мотивов. Мотивационное возбуждение, доминирующий мотив, первичный и вторичный очаги мотивационного возбуждения.
4. Лимбическая и стрио-паллидарная системы мозга.
5. Влияние эмоционального состояния на мозговую деятельность.
6. Метод КГР и его возможности.

Модуль № 4.

Сознание. Сон. Гипноз.

Основная часть

1. Что такое сознание и бессознательное?

Сознание – психическое осознание ощущений, восприятий, воспоминаний и чувств.

Бодрствующее сознание – состояние нормального, бдительного осознания.

Согласно Джону Локку, С. – это рефлексия, включенная в различные умственные акты, такие как восприятие, мышление, сомнение, верование, воление и т. д.

Сложная психич. деятельность, в т. ч. наша способность приобретать, хранить и извлекать информ. из памяти, в основном реализуется посредством бессознательных и недоступных для самонаблюдения операций.

Фрейд разглядел в содержимом бессознательного смысл и намерение. Такие внешне безобидные и непреднамеренные акты, как оговорки, забывчивость и потеря предметов м. б. мотивированы на бессознательном уровне.

Исслед. «слепого зрения» и «несознаваемой памяти» тж свидетельствуют о наличии противоречий в разграничении С. и бессознательного. Слепое зрение – это способность нек-рых людей с поврежденной зрительной корой мозга распознавать и реагировать на зрительные стимулы, не созная их.

Б.Ф. Скиннер и его последователи полагают, что С. – это эпифеномен мозговой деятельности и потому не обладает причинной силой. Сознание отождествляется с чисто физ. процессами головного мозга.

А.Р. Лурия, следуя Л.С. Выготскому, полагал, что С. – это сложная структурная система, имеющая смысловую функцию. Он отвергал дуалистическое постулирование принципиального отличия сознания–разума от материальных объектов. В то же время он полагал, что попытки отыскать

механизмы С. внутри мозга тж не ведут к успеху. Согласно А. Р. Лурии, С. – это способность «оценивать сенсорную информ., реагировать на нее критичными размышлениями и действиями и сохранять следы событий в памяти, чтобы прошлые отпечатки или действия могли быть использованы в будущем». Эта способность не яв-ся функцией какой-то одной части мозга. Скорее, «ее нужно искать в совместной деятельности отдельных систем мозга, каждая из к-рых вносит свой особый вклад в работу всей функциональной системы в целом». Среди систем мозга, участвующих в сознательной нси-хич. деятельности, можно назв.: а) ретикулярную форматно ствола мозга, контролирующую уровни бодрствования; б) вторичные зоны задних (афферентных) областей коры полушарий, обеспечивающие регистрацию и хранение поступающей сенсорной информ.; в) наиболее важные медиальные зоны лобных долей, участвующие в формировании побуждений и программ действия, а тж играющие осн. роль в сознательной регуляции целенаправленного поведения.

Широкий круг психических явлений у человека в норме и патологии связан с неосознаваемым как подпороговым (по отношению к сознанию) восприятием эмоционально или мотивационно значимых, но физически слабых внешних сигналов, которые не достигают уровня сознания и не осознаются субъектом, однако вызывают вегетативные, биоэлектрические и эмоциональные реакции и могут влиять на процессы высшей нервной деятельности.

Первое экспериментальное изучение зоны неосознаваемого было осуществлено Г.В. Гершуни [1977] путем вычисления количественных отношений между силой звуковых или электрокожных раздражений, которые ощущаются субъектом и вызывают различные ориентировочные реакции (расширение зрачка, кожно-гальваническая реакция, реакция депрессии альфа-ритма и дыхательная реакция). Неосознаваемая зона, в пределах которой неощущаемые звуковые стимулы вызывают биоэлектрические или вегетативные реакции, была особенно четко выражена в этих исследованиях при патологии головного мозга, приводящей к астении и понижению возбудимости сенсорной системы. Например, у больных с воздушной контузией головного мозга кожно-гальваническая реакция (КГР) вызывалась звуками на 30-40 дБ ниже порога слышимости. Величина этой зоны непостоянна, она колеблется в довольно значительных пределах, в зависимости от различных факторов, например эмоционального состояния исследуемого [Костандов, 1977].

Для уверенной констатации в экспериментальных исследованиях факта неосознаваемого восприятия обязательно соблюдение следующих трех критериев [Dixon, 1986]: а) параметры стимула должны быть значительно ниже порога опознания; б) в течение всего исследования, в многократно повторяемых пробах стимул ни разу не должен осознаваться и в) необходимо обнаружить не только количественные, но и качественные различия между регистрируемыми физиологическими реакциями на осознаваемые и

неосознаваемые стимулы. Последний критерий является определяющим для доказательства факта наличия неосознаваемого восприятия.

Э.А. Костандов в своих экспериментальных многолетних исследованиях пришел к заключению, что «...решающим звеном в структурно-функциональной системе мозга человека, организующей физиологическую основу осознания раздражителей внешней среды, согласно предлагаемой гипотезе, является активация временных связей между воспринимающими и гностическими участками коры больших полушарий с двигательной речевой областью».

Так, он считает, что временные связи, сформировавшись на неосознаваемом уровне, значительно медленнее угашаются, чем в пробах с осознаваемыми словами. Ключевая роль принадлежит лимбической системе, участвующей в образовании временных связей. «Для проявления. «Проявление условнорефлекторного эффекта неосознанных стимулов необходимо следующее: во-первых, чтобы уровень мотивации или эмоционального напряжения был достаточно высок. Эти положения были подтверждены в исследованиях на людях, поведение которых в жизни определялось доминантой сверхценных идей ревности и связанными с ними отрицательными эмоциями или доминирующей мотивацией влечения к алкоголю» [Костандов, 1983, 1984].

Эмоционально значимые слова вырабатывают временные связи, при этом изменяется корковая активность у человека, наступающая в ответ на действие условного стимула, в значительной мере определяется свойствами подкрепляющего стимула, в частности, его неосознаваемостью. Изменения корковых реакций на условный стимул, связанный с эмоциональной значимостью и неосознаваемостью подкрепления стимула, могут произойти после корковой обработки семантических свойств последнего. Через обратные временные связи, вовлекающие лимбические структуры и системы восходящих неспецифических проекций таламуса и ствола мозга, осуществляется определяющая роль неосознаваемого слова в характере коркового ответа на условный стимул, ассоциированный с этим словом.

Ухтомский А.А. писал, что следы прошлого могут оставаться годами под уровнем сознания, влиять на поведение человека в качестве подлинных физиологических мотивов. Следует согласиться с тем, что наличие у субъекта доминирующего эмоционального переживания или мотивация является необходимым условием сохранения в долгосрочной памяти ассоциаций, сформированных на неосознаваемом уровне.

Переживание длительных и сильных отрицательных эмоций приводит к пластичным изменениям в нервных кругах, в структуре лимбической системы. В результате формируется состояние, которое можно отнести к понятию доминанты (Бериташвили) с высоким уровнем возбудимости мозговых структур.

Даже при очень слабой аффективной импульсации (например. При кратковременном предъявлении на экране эмоционально или мотивацион-

но значимого неосознаваемого слова), при этом возможна активация системы временных связей между лимбической системой и неокортексом, которые составляют важное звено доминанты, сформировавшейся в результате конфликтной жизненной ситуации.

Была экспериментально проведена попытка выработки у здорового человека временную связь (или ассоциации) без участия доминирующей эмоции или мотивации, при этом имелась существенная разница в характере сохранения в памяти обучения, которая зависела от осознаваемости. Были получены результаты, временные связи ассоциаций выработанные с помощью неосознаваемых сигналов (без участия эмоциональной или мотивационной доминанты), сохраняются только в краткосрочной памяти, следовательно перехода в долгосрочную память не осуществилось.

Без осознания стимула и достаточно сильно выраженного мотива или эмоционального возбуждения у человека возможно формирование временных связей, она непрочно и не фиксируется в долгосрочной памяти.

Неосознаваемые процессы обработки информации, о влиянии которых субъект не отдает себе отчета, принято относить к категории бессознательного. П.В. Симонов выделяет три группы проявления бессознательного. Первая группа – *досознательное*. Оно охватывает наши биологические потребности, выражающиеся в безусловных рефлексах и врожденных формах поведения (инстинктах), а также в генетически заданных свойствах темперамента.

Одна из форм неосознаваемого – это когнитивная установка, т.е. состояние готовности субъекта к определенной активности, которая формируется на неосознаваемом уровне при наличии двух основных условий: актуальной потребности субъекта и объективной ситуации ее удовлетворения. Узнадзе Д.Н. считал, что установка образуется без участия сознания и не является фоном сознания, а отражает какие-то процессы, организующие на неосознаваемом уровне специфическое состояние психики, которое в значительной мере предваряет решение когнитивной задачи на сознательном уровне. Установка «организует» в конкретной ситуации направленность субъекта на активность.

В организации произвольных движений на неосознаваемом уровне играет роль «система внутренних представлений».

Вторая группа бессознательного – *подсознание*. К ней относится все то, что ранее уже было осознано и вновь может стать осознаваемым в определенных условиях. Это различные автоматизированные навыки, стереотипы автоматизированного поведения. К ним же относятся неосознаваемые побудители деятельности (мотивы, смысловые установки), глубоко усвоенные человеком нормы поведения, вытесненные из сферы сознания мотивационные конфликты. 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.

Сверхсознание – источник новой информации, гипотез, открытий. Под сверхсознанием понимается высший этап творческого процесса. Его нейрофизиологическая основа – трансформация следов памяти и порождение из них новых комбинаций, создание новых временных связей, порождение аналогий. За сознанием остается функция отбора гипотез на основе их логического анализа. Сверхсознание (интуиция) всегда «работает» на удовлетворение потребности, устойчиво доминирующей в иерархии мотивов субъекта. В отличие от подсознания деятельность сверхсознания не осознается ни при каких условиях.

Другое определение сознания имеет своим истоком экспериментальную физиологию. Оно рассматривает *сознание как определенное состояние бодрствующего мозга или как уровень реактивности мозга*. Данная точка зрения предполагает существование различных уровней сознания – от глубокой комы до полного бодрствования. В медицинской практике именно это содержание вкладывается в понятие сознания. Появление движений глаз является одним из признаков выхода пациента из комы. Выделяют 7 последовательных стадий восстановления сознания и психических функций по поведенческим показателям: 1) *открытие глаз*; 2) *фиксация взора и слежение*; 3) *различение близких*; 4) *восстановление понимания обращенной речи*; 5) *восстановление собственной речи*; 6) *амнестическая спутанность сознания*; 7) *восстановление формально ясного сознания*.

Изучение угасания, выключения и восстановления сознания по параметрам ЭЭГ показало высокую информативность среднего уровня когерентности ЭЭГ для определения степени нарушения сознания. Выявлено несколько уровней угнетения сознания по показателям среднего уровня когерентности ЭЭГ, по типу электрической активности мозга и характеру ЭЭГ-реакций на сенсорные раздражители.

При угнетении сознания на стадии глубокой комы при общем снижении среднего уровня когерентности ЭЭГ наблюдается преобладание правополушарной асимметрии по показателю когерентности ЭЭГ преимущественно в центральной зоне и в диапазоне тета-ритма (5 Гц). В условиях развития терминальной комы преобладает левополушарная асимметрия ЭЭГ с большей представленностью в лобной области и в диапазоне медленных дельта-волн. Левополушарная асимметрия когерентности ЭЭГ в диапазоне альфа-ритма преимущественно височно-центральных отделах – предвестник восстановления речевой функции. На разных стадиях угнетения сознания наиболее сильным активирующим эффектом, благотворно влияющим на процесс восстановления сознания наиболее сильным активирующим эффектом, благотворно влияющим на процесс восстановления сознания, обладают эмоционально значимые раздражители (слова, обращенные к пациенту). При летальном исходе сначала исчезает реакция на свет, затем на звук и последней – на боль. С выходом из комы восстановление ЭЭГ-реакций идет в обратном порядке.

Сознание может быть широким или узким. Широту сознания опреде-

ляет количество каналов распространения локальной активации, модулирующей информационные сети нейронов. Чем больше задействовано локальных модуляторов, тем шире сознание. Частичное выключение локальных модуляторов приводит к сужению поля сознания. Это можно наблюдать при гипоксии, когда в ЭЭГ лобных отделов коры локально усиливаются медленные волны, сопровождающиеся эйфорией и нарушением операций планирования,

Е.Н. Соколов рассматривает *сознание как специфическое состояние мозга, позволяющее осуществлять определенные когнитивные операции*

2. Теории сознания

Изучая распределение по коре процессов концентрации и индукции возбуждения, И.П. Павлов создал теорию сознания, которая получила название *теории светлого пятна*, в которой связывал сознание с фокусом возбуждения, светлым пятном, областью повышенной возбудимости, которая может перемещаться по коре.

При этом сознание не обязательно связано с символьными операциями — второй сигнальной системой и речевой деятельностью. По И.П. Павлову, сознание есть у человека и у животных.

Изучая поведение собак в условиях свободного их перемещения в манеже, И.С. Бериташвили выявил эффект *сенсорного обучения*. Он нашел, что образ целевого объекта — пищи и места ее нахождения — формируется быстро, фиксируется и легко извлекается из памяти, когда нужно удовлетворить биологическую потребность. В связи с тем, что эти результаты не укладывались в простую рефлекторную схему, он ввел понятие *психонервной деятельности*, которая оперирует образами. Он предположил, что внешняя среда всегда сравнивается с ее отражением — репрезентациями, хранящимися в памяти. Это характерно как для человека, так и для животных. Поведение строится на основе психонервных механизмов мозгового отображения. Формирование образов он связывает с функцией звездчатых клеток. Они не посылают свои аксоны за пределы коры, так как относятся к внутренним клеткам коры и имеют само стимулирующую обратную связь. Возбуждение может циркулировать по цепочке звездчатых нейронов. Такая локальная реверберация возбуждения рассматривается как основа для формирования сложного образа. Так, звездчатые нейроны создают материальный субстрат для сознания и служат механизмом для психонервной деятельности, когда нельзя разделить психическое и физиологическое.

Важным компонентом является активирование функциональной системы сенсорных и пирамидных нейронов, воспроизводящих образ жизненно важного объекта, всегда сопровождается эмоциональным возбуждением. При репродукции психонервного процесса представления воспроизводится не только чувственный образ соответствующей внешней среды, но и то эмоциональное возбуждение и те двигательные импульсы, которые были в прошлом. Следовательно, в основе психонервного (образного) поведения

лежат способность мозга к мгновенной фиксации образа важного для него компонента среды, его запечатление в памяти и извлечение оттуда для удовлетворения текущей биологической потребности. Причем активность психонервного процесса, его динамика зависят от биологической важности для организма того или иного объекта. Тем самым образ, по Бериташвили, является определяющим фактором поведения организмов в вероятностно организованной среде, характеризуя прогностическую функцию мозга [Соколова, 1995].

Теория сознания. Дж. Экклс исходит из особой функции дендритов пирамидных клеток коры. Наличие системы пирамидных нейронов является характерной чертой неокортекса. Находясь в нижних слоях коры, они на уровне IV слоя коры собираются в дендритный пучок, который достигает I слоя. Дж. Экклс предположил, что субъективный (психический) феномен, выявляемый интроспективными методами, которому он дал название «психон», связан с пучком дендритов пирамидных клеток, идущим к поверхности коры. Пучок дендритов от группы 70-100 соседних крупных и средних пирамид был назван «дендрон». Каждый дендрон обладает множеством синапсов, на которых оканчиваются бутоны терминалей аксонов. В шипиках дендритов обнаружен свой собственный аппарат транскрипции — синтеза белков, важных не только для восстановления функций нейрона, но и для его пластических модификаций. Информационная РНК переносится из ядра к определенному постсинаптическому участку дендрита, где осуществляется синтез новых белков и встраивание их в мембрану. Дендрону приписывают функцию носителя единицы сознания. *Отдельному дендрону соответствует отдельный психон как единица локального ощущения* Множество психонов представляет все разнообразие субъективных явлений. *Сознание есть следствие психонов, генерируемых соответствующими дендронами* Его теория сознания сводится к установлению связей между психонами и отдельными дендронами. Передача информации осуществляется за счет выброса кванта медиатора.

Широко известна *теория повторного входа*, которую предложил и теоретически разработал Дж. Эдельман. Позже эта теория получила экспериментальное и теоретическое развитие в работах А.М. Иваницкого.

Дж. Эдельман предположил, что элементарные процессы сознания являются прерывистыми, т.е. требуют циклического повторения некоторой последовательности событий при наличии *повторного входа* (reentering) в одну и ту же группу клеток. Это означает, что система сознания построена таким образом, что сигнал, возникший внутри некоторой системы, входит в нее повторно, как если бы он был внешним сигналом. Распространяя этот принцип на работу нейронных сетей, автор предположил, что сенсорная информация от внешней и внутренней среды после ее предварительной обработки в первичной нейрональной группе повторно входит в нее, возвращаясь после дополнительной обработки в других группах клеток. При этом параллельно в эту же группу нейронов поступает информация в виде

ассоциированных сигналов из долговременной памяти. Соединение этих двух потоков информации и составляет один цикл, или повторяющуюся фазу, активности сознания. Важной чертой теории сознания Дж. Эдельмана является не только положение о повторном входе возбуждения. Он подчеркивает связь сознания с операциями обращения к долговременной памяти. *Осознание возникает в результате обращения групп нейронов высокого порядка к мультимодальным ассоциативным структурам, заложенным в долговременной памяти на основе прошлого опыта.*

А.М. Иваницкий в своей теории «информационный синтез как основа ощущений» исходит из результатов собственных исследований связи волн вызванного потенциала (ВП) с субъективными показателями восприятия стимула. Количественная оценка восприятия в соответствии с теорией обнаружения сигнала производилась по двум независимым переменным: показателю сенсорной чувствительности (d') и критерию принятия решения, зависящего от мотивации субъекта. Факты двойной корреляции этих среднелатентных компонентов ВП – с сенсорными свойствами стимула (d') и его значимостью (принятие решения) – послужили основой для концепции о кольцевом движении нервных импульсов с «центральной станцией» в проекционной коре. Сначала возбуждение от проекционной коры, вызванное сенсорным стимулом, поступает к ассоциативной. Для зрительной модальности ассоциативные отделы находятся в височной коре. Затем сигнал поступает к структурам лимбико-гиппокампаляльного комплекса и подкорковым центрам эмоций и мотиваций. Оттуда возбуждение вновь возвращается в кору, включая ее проекционные отделы, по системе диффузных проекций. Затем к обработке информации подключается и лобная кора. На рис. 1 схематично представлен путь кольцевого движения возбуждения при возникновении зрительного ощущения. Ведущее звено в этой схеме – синтез информации о физических и сигнальных (значимых) свойствах стимула на нейронах проекционной коры. Информация о значимости стимула извлекается из памяти с помощью мотивационно-эмоциональной системы. Синтез двух видов информации – наличной и извлекаемой из памяти – определяет появление ощущения. Движение возбуждения по кольцу составляет психический мониторинг происходящих изменений во внешней и внутренней среде. Этот процесс осуществляется с периодом квантования приблизительно 1 ОС-150 мс. У человека возникшее ощущение затем опознается, категоризируется, что требует участия лобных отделов коры, включая вербальные центры. Реакция последних возникает примерно на 200 мс позже ощущения. Теории повторного входа возбуждения, отказываясь от понятия рефлекса, трансформируют его в «кольцо», внутри которого циркулирует возбуждение.

В теории «информационного синтеза как основы ощущения» А.М. Иваницкого также указывается на роль памяти в процессе осознания воспринимаемого стимула. Автор выделяет три этапа формирования зрительного образа. Первый связан с анализом физических характеристик стимула и

представлен ранними компонентами ВП с латенцией до 100 мс; он рассматривается как подготовительная фаза восприятия и на психологическом уровне не сопровождается каким-либо феноменом. Второй этап включает операции сравнения физических параметров стимула с информацией, хранящейся в памяти, благодаря чему определяется значимость стимула. Именно этот этап связывают с появлением ощущения, которое представлено среднелатентным компонентом ВП (100-200 мс). На третьем этапе происходит окончательное опознание стимула, что отражается в волне ПЗОО ВП преимущественно в передних отделах коры больших полушарий.

Синтез двух видов информации – текущей и извлекаемой из памяти – создает основу для возникновения субъективного явления. Генерация ощущений совершается циклически с периодом 100 – 150 мс благодаря механизму повторного входа возбуждения. Этот процесс рассматривается как психологический мониторинг происходящих событий.

Особая роль принадлежит функции рабочей памяти в интегрировании сенсорного стимула. Зрительный объект опознается, когда его различные признаки интегрируются в единое целое, включая местоположение его в пространстве. Это происходит в результате слияния информации от двух подсистем зрительного анализатора в нижневисочной и теменной коре непосредственно, а место интеграции всей информации – рабочая память (префронтальная кора).

Переписывание информации в рабочую память из двух блоков сенсорной системы «Что» и «Где» осуществляется с помощью механизма локальной активации. За счет обратных связей от рабочей памяти к долговременной памяти и сенсорной системе в нижневисочной и теменной коре происходит актуализация определенных следов памяти, а также подчеркивание в сенсорной системе признаков воспринимаемого объекта. Вербальный сигнал актуализирует структуры долговременной памяти, переписывая из нее необходимую информацию в рабочую память. Для этого он действует через неспецифическую систему мозга, создавая специфические паттерны неспецифического возбуждения, модулирующие сенсорные, мнемические и семантические уровни обработки информации. Можно предположить, что префронтальная кора в режиме РП формирует программу не только реализации поведения, моторных актов, но и процесса восприятия объекта за счет взаимодействия сенсорной системы с долговременной памятью и модулирующей системой мозга.

Согласно теории «базального неокортекса» Х. Шпатца, эволюционно самые новые образования коры мозга человека находятся на базальной поверхности мозга, особенно в ее лобных и височных долях. Эти участки относятся к специфически человеческим областям мозга, осуществляющим процесс самосознания личности. Экспериментальные данные В. Маунткэстла убедительно доказывают активность нейронов париетальной коры у обезьян. «Париетальная кора является существенной частью широко рас-

пространенной мозговой системы, которая создает и поддерживает нейрональный образ формы тела, положения тела в ближайшем окружающем пространстве, связей частей тела друг с Другом и с полем тяготения, контролирует направление взора и зрительное внимание; эта кора одновременно связана еще и с потребностями и интересами и время от времени генерирует команды для действий» [по: Швырков, 1995, с. 55]. Сходные данные получены в исследовании Л. В. Голубевой [1995]. Она показала, что при повреждении теменной коры страдают анализ и синтез соматосенсорной информации, для восприятия которой необходимо удержание в кратковременной памяти нескольких источников стимуляции, распределенных в пространстве и времени, один из которых актуализирован.

«Прожекторная теория сознания» предложена Ф. Криком.

Модель сознания Крика построена на анализе работы зрения. С его точки зрения, зрительная кора – наиболее удобный объект для изучения сознания.

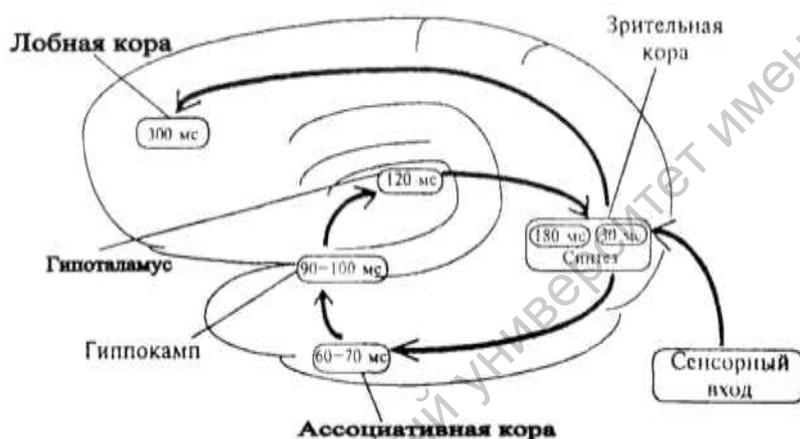


Рис. 1. Схема кольцевого движения возбуждения при возникновении ощущений. Центральное звено – синтез информации о физических и сигнальных свойствах стимула на нейронах проекционной коры.

Различные отделы зрительной коры отвечают на разные признаки зрительных объектов. Нейроны-детекторы первичной зрительной коры (VI) реагируют на простые характеристики стимулов, например на определенным образом ориентированную полосу. Нейроны кортикальных областей более высокого порядка отвечают на более сложные признаки (на определенные черты лица). Нейроны области V5 реагируют главным образом на движение зрительного стимула и не отвечают на цвет и форму. В области V4 находят нейроны, отвечающие на цвет и форму предметов, нейроны области V6 – на положение стимула в пространстве относительно головы и тела. Ф. Крик предположил, что в любой момент определенные нейроны, расположенные в разных кортикальных зонах, могут кооперироваться, чтобы сформировать некоторый вид глобальной активности. Ее появление и соответствует зрительному осознанию.

В качестве предполагаемого механизма, связывающего нейроны в общую единую систему, он рассматривает одновременное появление у них

коррелированных разрядов с частотой гамма-колебаний (35-70 Гц). Он обратил внимание на то, что нейроны, избирательно реагирующие на один и тот же стимул, обнаруживают сходные гамма-осцилляции без фазового сдвига. Кроме того, корреляция их гамма-активности при появлении в их рецептивных полях одного и того же объекта была больше, чем на появление различных объектов. Все это позволило ему утверждать, что синхронизация нейронной активности является механизмом объединения клеток в ансамбль. Нейроны связываются в ансамбль за счет синхронизации их активности на какое-то время. Они могут переключаться с одного ансамбля на другой. Синхронизация активности нейронов зрительной коры постулируется как способ пространственного связывания признаков.

Включение и выключение гамма-осцилляции зависят от механизма последовательного (серийного) внимания, которое иногда называют прожектором внимания. Оно характеризуется последовательным перемещением фокуса внимания с одного места в зрительном поле на другое. По мнению Ф. Крика, это движение более быстрое, чем движение глаз, которое представляет другую форму – более медленного внимания. Механизм внимания помогает группе взаимодействующих нейронов разряжаться когерентно на частоте 35-70 Гц. В результате создается глобальная единица активности, охватывающая нейроны в различных частях мозга.

Взаимоотношения между частями таламуса построены таким образом, что в каждый данный момент одна из нейронных групп дорзального таламуса оказывается в состоянии высокой возбудимости, что значительно усиливает импульсивный поток к соответствующим отделам коры, в то время как другие группы оказываются заторможенными. Период такой возбудимости длится около 100 мс, а затем усиленный приток поступает к другому отделу коры. Д. Крик предполагает на этом основании, что область наиболее высокой импульсации представляет в данный момент как бы центр внимания, а благодаря перемещению «пространства» в другие участки становится возможным их объединение в единую систему.

Нейронные процессы, попадающие под луч прожектора внимания, определяют содержание нашего сознания, в то время как нейронные процессы вне света прожектора образуют подсознание. Термин «подсознание» применяется для обозначения нейрональных событий, которые сознательно не переживаются, тогда как другие события субъективно осознаются. Прожектор означает, что пятном сознания можно управлять. Эту функцию выполняет таламус, который создает на уровне коры подсветку – дополнительное неспецифическое возбуждение, которое, взаимодействуя со специфическим, усиливает его.

Осознание зрительного объекта требует участия не только внимания, но и кратковременной памяти. Различая сенсорную и рабочую память, он подчеркивает особую роль рабочей памяти в процессах сознания. Рисуя картину в целом, он описывает процесс осознания зрительного объекта следующим образом. Мозг имеет топографическую карту, в которой зако-

дированы локусы зрительного поля. Эта карта связана с различными картами признаков. Сигнал о локализации объекта в зрительном поле, возможно, возникающий от карты движения глаз в двухолмии, активирует соответствующие участки в картах признаков. За этим следует синхронное появление гамма-осцилляции у нейронов в различных локусах коры и на этой основе когерентное связывание признаков объекта. Когда проблема связи нейронов, реагирующих на объект, решена, на короткое время признаки объекта, на которые распространяется фокус внимания, автоматически запоминаются в рабочей памяти. Возможно, что 40 Гц осцилляции сами избирательно активируют механизмы памяти.

Помещение в рабочую память признаков позволяет использовать категориальные знания, которые также временно представлены в ней, и решить, какие нейроны должны разряжаться вместе, чтобы продуцировать окончательную репрезентацию объекта, на который направлено внимание.

В ситуации произвольного внимания луч прожектора направляется командами из рабочей памяти. Связывая рабочую память с функциями фронтальных областей, он полагает, что активность фронтальных областей необходима, чтобы субъект сообщил о своем осознанном восприятии стимула. Зрительное внимание и сенсорная память в любой момент могут быть переключены на иконическую память, чтобы извлечь из нее любую текущую информацию. Таким образом, сознание критически зависит от некоторых форм памяти и внимания. Можно выделить следующие главные черты концепции сознания по Ф. Крику. Так:

- информация, получаемая о целостном объекте, распределена по мозгу;
- формирование целостного образа объекта предполагает участие быстрого механизма внимания;
- целостный образ является результатом объединения нейронов в единую систему с помощью осциллятора 40 Гц, создающего синхронизацию разрядов по частоте (35-75 Гц) и фазе;
- выделяются две формы текущей памяти (сенсорная и рабочая), каждая из них выполняет свою функцию по отношению к сознанию.

Особое место среди различных теорий сознания занимает концепция К. Прибрама. Суть его голографической теории состоит в том, что информация о входных сигналах распределена по нейронной системе точно так же, как она распределена по всему узору физической голограммы. Распространение свойств голограммы на функции мозга означает, что в мозге информация о каждой точке объекта распределена по голографическому экрану мозга, что делает ее регистрацию устойчивой к разрушению. При этом любая малая часть голограммы содержит информацию обо всем объекте и, следовательно, может восстановить ее. С уменьшением куска голограммы, с которой восстанавливается информация, происходит снижение ее разрешающей способности.

Развивая свою теорию отражения мира, К. Прибрам связывает память, которая сохраняет и воспроизводит информацию по голографическому

принципу, с гиппокампальной формацией. В качестве доказательств того, что в гиппокампе информация хранится в распределенном виде – параллельно на многих нейронах, он приводит результаты опытов О'Кифа о «нейронах места» в гиппокампе. Опыты показывают, что внешняя среда многократно представлена в гиппокампе подобно голограмме. Репрезентация любого участка среды зависит от активности большой группы нейронов места, т.е. она повторяется одновременно на разных нейронах гиппокампа. О'Киф показал, что один и тот же нейрон гиппокампа может принимать участие в создании разных картин мира. Исследования нейронной активности у крыс, находящихся в трех участках экспериментальной среды, показало, что 28 нейронов гиппокампа отвечали на появление животного в одном и том же участке экспериментального пространства, 12 нейронов реагировали на нахождение животного в трех разных местах. Это означает, что каждый нейрон места в гиппокампе входит в состав репрезентаций большого количества элементов внешней среды и, наоборот, репрезентация данного элемента внешнего мира зависит от активности достаточно большой группы нейронов места.

Таким образом, информация о внешнем пространстве записывается через систему параллельных каналов на множестве пирамидных клеток гиппокампа. Разные группы нейронов, воспроизводя образ внешнего пространства, подчеркивают один из ее аспектов. Считывание информации со всех каналов делает картину внешнего мира более точной и совершенной. Если принять гипотезу, что одной из функций гиппокампа является актуализация из долговременной памяти заведомо избыточной информации для последующего отбора наиболее полезной, то в процедуру считывания информации должны вовлекаться все параллельно работающие каналы, координирующие не совсем совпадающие аспекты внешнего мира. К. Прибрам, так же как и другие исследователи, важную роль в когнитивных процессах отводит ритмам ЭЭГ, а точнее – гиппокампальному тета-ритму, который рассматривается как механизм сканирования информации.

3. Сознание и модулирующая система мозга

Обработка информации (выполнение элементарных когнитивных операций) осуществляется в дискретных нейронных сетях. Не все процессы обработки в таких сетях осознаются. Те процессы, которые обеспечивают осведомленность человека о когнитивных операциях, а точнее об их результатах, образуют особую подсистему сознания, ее высший уровень. Процессы активации, а также особая операция в виде повторного входа возбуждения непрерывно поддерживают высокий уровень активности нейронных сетей высшей подсистемы сознания. Последняя находится под иерархическим контролем, выполняемым в соответствии с правилом сверху вниз. Командные сигналы из префронтальной коры достигают идей и концептов, в закодированном виде хранящихся в теменно-височной ассоциативной коре, извлекают необходимую информацию и переводят ее в рабочую память для контроля за исполнением поведения.

Зависимость сознания от модулирующей системы мозга дает основание связывать сознание с определенным состоянием мозга, а не с содержанием информационных процессов. С этих позиций «...сознание – это специфическое состояние, при котором только и возможна реализация высших психических функций». Выход из этого специфического состояния приводит к выключению высших психических функций при сохранении механизмов жизнеобеспечения. Существуют разные формы отключения сознания: медленно-волновый сон, обморок, наркоз, эпилептический припадок, травма мозга, отравление. Общим элементом для всех форм потери сознания является выключение, или дезорганизация, различных механизмов модулирующей системы мозга. Поскольку высокое содержание ацетилхолина характерно для состояния бодрствования, но не для медленно-волнового сна и анестезии, можно предположить, что одним из возможных модуляторов, определяющих состояние сознания, является АХ. Другими словами, основной вклад в состояние сознания вносит базальная холинергическая система переднего мозга.

Различают глобальное и локальное прерывание сознания. Потеря сознания при нокауте – пример глобального отключения сознания, если удар приходится на ретикулярную формацию ствола мозга. При локализации эпилептического очага в диэнцефальных структурах мозга припадок начинается с внезапной и глобальной потери сознания. Этот эффект отсутствует, если эпилептический очаг находится вне структур модулирующей системы мозга. Если же он возникает в коре, припадку предшествует появление специфических ощущений, зависящих от функций области его локализации.

Наиболее простой формой перехода к глобальному бессознательному состоянию, связанному с выключением активирующих и включением инактивирующих структур модулирующей системы мозга, является засыпание. Если нет причин, препятствующих сну, например необходимость не прерывать какую-либо работу, переход к появлению в ЭЭГ сонных веретен и медленных (дельта) волн сна совершается резко (пороговый эффект). На фоне ЭЭЕ-картины медленного сна сенсорные экстероцептивные стимулы, если только они не вызывают пробуждения, не воспринимаются и не регистрируются в памяти. Подобный амнестический эффект характерен и для обморока. Приходя в себя после глубокого обморока, человек продолжает прерванный ход мыслей. При этом все события во время обморока оказываются невоспринятыми и не зарегистрированными в его памяти.

Одним из примеров локального отключения сознания является зрительное игнорирование (*visual neglect*), возникающее при поражении неспецифического таламуса. Обычно оно бывает односторонним. Несмотря на сохранность специфической системы, человек не обращает внимания на сигнал. Зрительное игнорирование подобно состоянию невнимания. Это состояние можно искусственно смоделировать в опыте, в котором у субъекта создается ошибочная установка на место появления целевого стимула на

экране монитора, на возникновение которого в соответствии с инструкцией он должен быстро реагировать движением. При правильной ориентировке испытуемого время реакции укорачивается, при ошибочной – удлиняется. Это и демонстрирует явление зрительного игнорирования, выражающееся в отключении или ослаблении внимания к целевому стимулу.

Предполагают, что причина клинических случаев зрительного игнорирования лежит в нарушениях либо самой системы активации (ослаблении ее эффектов), либо механизмов, контролирующих локальную активацию.

Различные дефекты зрения помогают многое понять в механизмах сознания. Новые открытия связаны с изучением поражения зрения, известного как «слепой взгляд» (blind sight).

«Слепой взгляд» может возникать из-за некоторого поражения глаз (скотомы). Его можно выявить, регистрируя движения глаз. Человек с таким дефектом бессознательно переводит глаза на место, где появляется объект. При этом он не видит самого объекта. Другими словами, зрительный объект пространственно выделяется двигательной реакцией (саккадой), которой, однако, недостаточно, чтобы получить информацию о самом объекте.

Согласно одной из теорий движения глаз саккада вызывается сигналом, который поступает в кору, минуя поле 17, прямо к полям 18 и 19 из подкорковых центров (экстрастриарный путь). Другая теория подчеркивает роль второго зрительного канала, параллельного специфическому, идущему через ЛКТ в поле 17. Этот второй путь берет начало в сетчатке и достигает коры через зрительное двухолмие и подушку таламуса.

Процесс осознания зрительного объекта предполагает взаимодействие двух независимых субсистем зрительного анализатора: «Что» и «Где». Первая опознает объект, его физические качества, вторая – его локализацию в зрительном поле. Субсистема «Что», использующая вентральный зрительный путь, осуществляет анализ различных признаков сигналов в областях П, V2, V3, V4 и V5 для последующей их интеграции в нижневисочной коре на ее константном экране признаков. Система «Где» (дорзальный зрительный путь) представлена ретинопатической проекцией в зоне VI (поле 17), которая затем трансформируется в константный экран локализации стимулов. Это достигается в результате объединения ретинальных и проприоцептивных сигналов от движения глаз на нейронах париетальной коры. Оба потока информации от систем «Что» и «Где» с помощью механизма локальной активации объединяются в рабочей памяти (префронтальной коре), что и порождает субъективный образ объекта. Полагают, что интеграция различных признаков объекта, включая его локализацию в зрительном поле, выделенных различными участками коры, осуществляется через механизм высокочастотной синхронизации потенциалов в гамма-диапазоне

4. Сознание и гамма-колебания

Одним из ключевых направлений обсуждения явилась проблема связи

сознания с высокочастотной активностью мозга на частоте гамма-колебаний (35-120 Гц). Р. Ллинас в докладе «Сознание и когерентная активность мозга» определил сознание как синхронизацию нейронной активности. Он предположил, что когерентная электрическая активность достаточно большого числа нейронов создает необходимое и достаточное условие для явления сознания даже в том случае, если при этом сенсорные входы не работают, как, например, во время сновидений. Основу для такой когерентности образуют присущие нейронам электрические свойства, проявляющие себя в ритмах 40 Гц. Таким образом, идея М.Н. Ливанова, высказанная им в 50-х годах о пространственной синхронизации ритмической активности мозга как одном из механизмов обработки информации, получила новое развитие в представлении о кооперативных функциях нейронов, отражающихся в высокочастотной синфазной синхронизации нейронной активности в полосе гамма-колебаний.

Можно выделить два подхода к решению проблемы формирования субъективного образа. Одни исследователи связывают появление субъективного образа с представлением о «временном связывании» нейронов. Другая точка зрения подчеркивает роль гностических единиц в формировании субъективного образа.

Принцип «временного связывания» элементарных символов (нейронов) в более сложные структуры на основе корреляции их сигналов во времени был предложен К. Фон-дер Малсбургом и В. Шнайдером. В их модели организации сложной структуры (гештальта) нет места «гностическим единицам». Ансамбль возникает как констелляция корреляционно связанных элементарных символов (нейронов). Идея «временного связывания» нейронов в ансамбли через механизм общей для них высокочастотной синхронизации разделяется многими исследователями вводят понятие пространственного «контраста синхронизации» между областями, представляющими разные объекты, что позволяет различать их – функция так называемой «пространственной сегментации».

Сторонники данной точки зрения исходят из феномена синфазности высокочастотных потенциалов у нейронов зрительной коры кошки, избирательно возбуждающихся при восприятии одного и того же зрительного объекта. Колебания 40 Гц могут синхронизировать импульсацию нейронов, реагирующих на различные аспекты воспринимаемого эпизода, и, таким образом, представлять собой прямой нервный коррелят сознания.

Сходный эффект синхронизации биотоков на частоте гамма-колебаний обнаружен и у собак. После выработки у животного пищевого инструментального условного рефлекса в периоды между стимулами (2-3 мин) собака демонстрировала поведение ожидания условного сигнала, принимала позу стойки и фиксировала глазами кормушку. Это состояние было очень устойчивым и сочеталось с усилением когерентных связей и уменьшением фазовых сдвигов между высокочастотными колебаниями (40–170 Гц) электрокортикограмм от разных зон коры. Автор рассматривает эту картину

как отражение «внутреннего образа ситуации», который содержит знания, накопленные во время обучения. А феномен синфазности высокочастотных колебаний интерпретирует не только как коррелят «когнитивного образа», но и как сам механизм его образования («целостности»).

Во многих других работах также описана реакция нейронов в виде появления у них синхронизированных высокочастотных разрядов, реакция вызывается только тем стимулом, на восприятие которого нейроны избирательно настроены, например на линию, ориентированную определенным образом. Кросскорреляционный анализ ответов нейронов зрительной коры кошки, пространственно удаленных, но обладающих общей избирательностью в отношении определенных параметров стимула, показал, что такие нейроны характеризуются синхронизированными разрядами на частоте около 40 Гц. При этом фазовый сдвиг между ними равен нулю. Изменение параметров стимула может увеличить или, наоборот, уменьшить степень синхронизации этих нейронов. Так, у двух клеток зрительной коры, принадлежащих к одной группе нейронов-детекторов и находящихся на расстоянии 7 мм друг от друга, можно было видеть синхронизацию активности, когда через их рецептивные поля одинаковым образом двигались полоски (в одном направлении и с одинаковой скоростью). Если же полоски пересекали в разных направлениях рецептивные поля нейронов, синхронизация их разрядов не возникала (рис. 2). Когерентная спайковая активность зрительных нейронов обнаружена в полях 17 и 18.

В опытах на бодрствующих обезьянах была выявлена другая важная особенность феномена гамма-активности у детекторных нейронов: чем ближе стимул по своим характеристикам к селективным свойствам нейрона, тем больше у этого нейрона амплитуда локальных ритмических потенциалов на частоте 70-80 Гц. Поэтому такие ритмические осцилляции получили название стимул-специфических. Но модель «временного связывания нейронов» не дала объяснения данного факта. Согласно экспериментам, корреляционные функции разрядов нейронов и локальных потенциалов характеризуются нулевым сдвигом по фазе.

Другая точка зрения на формирование субъективного образа исходит из признания иерархической организации нейронных структур.

Было получено экспериментальное подтверждение существования нейронов. **Конорский** выдвинул гипотезу о существовании гностических нейронов – идентифицирующих целостные объекты.

Так, были обнаружены нейроны в ассоциативной коре мозга. Концепция Соколова (которую мы рассмотрим ниже) гласит, что существует гештальт-пирамида, которая связывает простых нейроны-детекторы и гностические нейроны: простые детекторы → сложные детекторы → гностические нейроны.

Так, у барана был найден нейрон, который возбуждался на появление пастуха или собаки. Следовательно, он больше реагировал на функцию, общую для собаки и пастуха, а не на их внешний вид.

Ролс работал с обезьянами, исследования показали, что в височной коре у обезьяны можно найти 20% локализованных в верхней части височной коры гностических нейронов, направленных на опознавание:

1 группа: определённого знакомого лица или его фотографии людей или обезьян.

2 группа: нейроны, реагирующие не на само лицо, а на эмоцию, которое оно выражает.

Свойства гностических нейронов зависят от знания, то есть являются продуктом опыта и научения. Детекторы же генетически детерминированы. Принцип обучения: 1 нейрон – 1 лицо. Кроме гностических нейронов есть подгруппы нейронов, для которых нужно лицо в фас или профиль, для других это не имеет значения, значит, есть нейроны с более обобщающей функцией, а есть с ограниченной. Для полноценной идентификации лица необходима работа всей подгруппы опознающих нейронов, а не одного. Чем больше их работает, тем выше уровень опознавания. Есть нейроны, реагирующие на определённые жесты.

Для опознавания ассоциативная кора должна находиться долгое время в активности. Для этого в префронтальную кору информация переписывается – там найдены такие же нейроны.

Найдены участки, активирующиеся на неживые объекты (здания, инструменты и др.).

Эксперимент с обезьянами. Взяли 99 незнакомых изображений и обучали обезьян опознавать их. Проверка производилась путём нажатия обезьяной кнопки при знакомом изображении и подкрепления. После того, как все изображения были заучены, вживлялись электроды, которые определяли возбуждение нейронов на знакомое изображение. При показе 99 незнакомых изображений ни один нейрон не смог возбудиться.

Идея принадлежит Ю. Конорскому, который выдвинул концепцию гностических единиц – нейронов, реагирующих на сложные признаки в результате конвергенции на них нейронов более низкого уровня – детекторов элементарных признаков. Формирование образа связано с активацией нейронного ансамбля, который представляет собой набор нейронов, имеющих общий вход и конвергирующих на нейроне более высокого порядка. Дальнейшее развитие концепция гностических единиц получила в теории «иерархическая модель гештальта». Признавая неоспоримость экспериментальных фактов – существование гностических единиц и высокочастотных когерентных колебаний между разными участками коры, Е.Н. Соколов предлагает иную интерпретацию природы и механизма действия высокочастотных гамма-ритмов,

В его модели нейроны, обнаруживающие синхронизированный ритм в полосе гамма-колебаний, не связаны между собой общим источником. Но сенсорный стимул, приходящий к нейронам, одновременно возбуждает у них постсинаптические потенциалы, которые и запускают их собственную пейсмекерную активность. Если нейроны принадлежат к одной группе де-

текторов (например, детекторов, реагирующих на определенное направление и скорость движения), частоты их пейсмекерной активности совпадают. Такая модель объясняет увеличение амплитуды синхронизированных ритмов при приближении стимула к селективным свойствам нейрона. Пейсмекер генерирует максимальную активность, когда характеристики сенсорного сигнала совпадают с резонансной частотой данного пейсмекера. Нейроны-детекторы с пейсмекерными свойствами, принадлежащими к одной группе, имеют общую резонансную частоту. Отсутствие фазового сдвига у феномена синхронизации является следствием одновременного прихода сенсорного сигнала на нейроны-детекторы с идентичными свойствами. Когерентность высокочастотных колебаний в группе нейронов, по-видимому, возникает в результате прихода к ним общего сигнала, на который они одинаково реагируют. Поэтому синхронизация нейронной активности на частоте гамма-колебаний не является выражением работы специального механизма связывания элементов.

Данные о пейсмекерных свойствах специфических нейронов таламуса, которые способны генерировать высокочастотные ритмы за счет высокопороговых кальциевых каналов, локализованных на их дендритах, говорят в пользу этой гипотезы. Специфический сигнал на уровне таламуса запускает особую форму неспецифических влияний – высокочастотные ритмические колебания, частота которых, по-видимому, связана со специфичностью стимула. Такая частотно-специфическая активность выделяет лишь свой ансамбль нейронов, который избирательно настроен на восприятие данного стимула, вызывая у него особое состояние – режим синхронизированной активности.

В концепции Е.Н. Соколова механизм появления субъективного образа связан с активацией гностической единицы, которая является вершиной пирамиды, построенной из нейронных детекторов признаков. *Дополнительная активация гештальт-пирамиды, поступающая от активирующей системы мозга – необходимое условие каждого осознанного восприятия.* Активирующие влияния достигают гностической единицы в форме высокочастотных колебаний мембранного потенциала. Только конвергенция специфического сигнала с механизмом неспецифической активации на нейронах таламуса создает необходимое условие для сознательного переживания. Возбуждения из таламуса сначала достигают нейронно-детекторов элементарных признаков, организованных в соответствующие карты – экраны. Элементарный признак вызывает максимум возбуждения на определенном месте этого экрана. Комплексные признаки образованы комбинациями элементарных признаков и кодируются максимумами возбуждения на картах сложных детекторов. Детекторы простых и сложных признаков образуют основание гештальт-пирамиды и имеют синапсы на гностической клетке. При действии сложного стимула нейроны на разных уровнях соответствующей гештальт-пирамиды «подсвечиваются» активирующими влияниями, представленными внутриклеточными колебаниями

мембранного потенциала клеток. *Такая активированная гештальт-пирамида иерархически организованных нейронов представляет базисный механизм актов сознания.*

Существуют три уровня субъективного отражения: перцептивный, мнестический и семантический. Возникший перцептивный образ в результате активации гештальт-пирамиды сливается с набором следов долговременной памяти и фиксируется в ее специальных нейронах. А нейроны памяти имеют двусторонние связи с семантическим экраном. Таким образом, семантические нейроны реализуют акт категоризации. В обычных условиях все три уровня отображения слиты в едином акте сознания.

6. Сознание и межполушарная асимметрия мозга

Нарушение сознания при избирательном поражении одного из полушарий зависит от особенностей функциональной асимметрии мозга субъекта. Картина нарушения психической деятельности зависит от правшества и левшества. При однополушарном поражении мозга были выявлены существенные различия нарушения поведения у правшей и левшей, что послужило основанием к заключению о различии у них сознания. Исследователи вводят новый термин – «асимметрия сознания», отражающая индивидуальные свойства субъекта, связанные с функциональной асимметрией мозга. При одностороннем поражении полушарий нарушения сознания протекали по типу эпилептических припадков: наступали внезапно, быстро обрывались с последующим восстановлением ясного сознания. Синдромы, вызываемые односторонним поражением у правшей, хорошо согласуются с представлением о связи правого полушария с обработкой пространственной информации и способности к зрительному и тактическому распознаванию объекта, а левого – с обработкой символической информации, управлением и программированием поведения.

При поражении в правом полушарии у правшей во время приступа наблюдалось игнорирование левого пространства (больной не видел, не слышал врача, стоящего слева). При этом могли появиться «вспышки пережитого» (больной заново переживал события далекого прошлого, например в возрасте 7 лет). Поражение левого полушария у правшей вызывает нарушение речи (не говорит и не понимает), провалы в памяти, неадекватные поступки с последующей амнезией, сумеречное состояние сознания, когда поведение определяется галлюцинациями или больной автоматически продолжает начатую деятельность. Нарушение сознания у левшей менее определено, более разнообразно и не так жестко зависит от стороны поражения.

У больных с «расщепленным мозгом», каждое полушарие может выносить самостоятельные суждения, которые в ряде случаев могут не совпадать. От согласованности оценок, выносимых полушариями, зависит настроение человека. При совпадении суждений больной спокоен, легок в общении, приятен. Если же оценки -расходятся, поведение больного становится трудно управляемым, проявляются гиперактивность, агрессив-

ность. Ввиду того, что каждое полушарие может иметь собственную независимую систему оценок значения событий, Р. Сперри говорит об удвоении сознания у таких больных. Однако у нормального человека ведущая роль в вынесении суждений принадлежит речевому, доминантному полушарию, хотя определенные лингвистические способности присущи и субдоминантному полушарию.

Методы, использующие нейрофизиологические корреляты

А. Метод семантического радикала принадлежит к числу условно-рефлекторных. Критерием семантической близости исследуемых объектов является перенос условно-рефлекторной реакции с одного объекта на другой, семантически с ним связанный. В эксперименте А.Р. Лурии и О.С. Виноградовой предъявление тестового слова (например, «кошка») сопровождалось болевым раздражением – ударом тока. После возникновения устойчивого условного рефлекса, выразившегося в сужении сосудов руки и головы, испытуемому предъявлялся список слов, среди которых были нейтральные («окно», «лампа», «тетрадь»), сходные с тестовым словом по звучанию («крошка», «крышка», «кружка»), а также слова, имеющие смысловую связь с тестовым («котенок», «мышь», «молоко»). Результаты показали, что нейтральные слова не вызывали никаких реакций; близкие по звучанию слова приводили к появлению общей ориентировочной реакции (сужение сосудов пальцев и расширение сосудов головы), а слова, связанные с тестовым по смыслу, – к специфической болевой реакции (одновременное сужение сосудов руки и головы) [Лурия, 1979].

Б. Использование компонентов вызванных потенциалов (ВП) в качестве индикаторов семантического анализа. Метод основан на использовании в качестве индикаторов смысловой обработки так называемой негативной волны с латентным периодом 400 мс, которая появляется в ответ на существующее семантическое рассогласование предъявленных стимулов, и позитивной волны с латентным периодом 300 мс, возникающей в ответ на повторение стимулов.

Например, волна с латентным периодом 400 мс регистрируется, когда в задаче лексического выбора в качестве преднастройки используются либо слова, не связанные по смыслу с тестовым стимулом, либо антонимы. Подобные результаты фиксируются и в ситуации, когда последнее слово в предложении не соответствует по смыслу остальным, или в ответ на бессмысленное сочетание букв. Напротив, при семантической близости слов или предъявлении высокочастотных слов негативная волна с латентным периодом 400 мс выражена слабо, а амплитуда положительного компонента ВП с латентным периодом около 300 мс увеличивается [Wijker, 1989].

1.2. Сновидения

В 1861 г. А. Мори, французский ученый, опубликовал свое исследование влияния внешних раздражителей на свои сны. Наиболее известным примером был его сон о гильотине: длинный сон о французской революции, кульминацией которого был приговор Мори к смертной казни. Он проснулся

в момент падения ножа гильотины, обнаружив, что доска с изголовья кровати упала ему на шею. Внешний раздражитель запустил последовательность воспоминаний, к-рые образовали С. Др. ученые этого времени продемонстрировали влияние органических состояний на формирование С. Были тле исслед., посвященные причинам забывания снов, содержаниям С, связи С. с мышлением и функциям С.

9.3. Фрейд – главное действующее лицо этого периода. Первое издание его «Толкования сновидений» стимулировало период преобладания клинических исслед. С.

Хотя Фрейд и его коллеги обнаружили, что толкование С. – бесценный инструмент для раскрытия истоков симптомов у больных, С. интересовали его еще и по той причине, что они рассказывали о бессознательных психич. процессах. Фрейд утверждал, что С. яв-ся королевской дорогой к бессознательному.

С. разбивается на отдельные элементы, и сновидца просят высказывать свободные ассоц. на каждый его элемент. По этим свободным ассоц. определялось скрытое содержание или, по-другому, выявлялись «сновидные мысли». Явное содержание С. – сознательное, скрытое – бессознательное.

Мотивом для формирования С. яв-ся желание, вытесненное из сознания в силу своей непереносимой болезненности. Наиболее важные из таких желаний появляются в раннем детстве и имеют сексуальную или агрессивную окраску. Во время сна вытесняющая инстанция (Фрейд назв. ее цензурой) менее бдительна, так что бессознательное желание может найти свое выражение в С. Однако если желание выражается слишком открыто, повышающийся уровень тревоги ведет к пробуждению. Следовательно, при построении С. желание должно быть замаскировано, чтобы пройти цензуру. Соккрытие желания представляет собой то, что Фрейд назв. работой С. Работа С. включает четыре операции.

Первая из них – сгущение. Фрейд заметил, что вспоминаемое С. всегда гораздо короче его скрытого содержания, определяемого по свободным ассоц. Это означает, что неск. сновидных мыслей были сжаты, образуя единый образ С. Вторая операция – смещение. Психич. значения сновидных мыслей подвергаются смещению при создании явного содержания С. Яркие, запоминающиеся особенности явного содержания сна могут представлять относительно малозначащие сновидные мысли, тогда как пустяковые, незначительные элементы явного содержания могут представлять сновидные мысли огромной важности. Третья операция – символизация. Вытесненные желания представлены невинными символами, чтобы обойти цензуру. Мужские гениталии могут визуализироваться как авторучка. Четвертая операция, вторичная обработка, делает сон более связным и понятным при вспоминании благодаря заполнению пробелов и добавлениям.

Юнг ценил С, возможно, еще более высоко, чем Фрейд. Он отличал малые С, отражающие обычные дневные заботы во время сна, от больших С. с посланиями из глубочайшего слоя бессознательного. Этот слой он паз.

коллективным бессознательным, поскольку он один и тот же у каждого чел. в любой культуре. Содержанием коллективного бессознательного яв-ся психич. структуры, или архетипы, унаследованные от прошлых поколений.

Чтобы идентифицировать архетип в большом сне, Юнг изобрел метод разработки. Сновидцев просят сказать, о чем напоминает ему каждый элемент сновидения. Он должен фиксировать на этом элементе свое внимание, не позволяя следовать за произвольным ходом мысли, как при свободных ассоц. Элемент может разраб. не только сновидцем, но и аналитиком, а тж путем ссылок на мифологию, иск-во, религию и литературу.

Образы в больших С. яв-ся символами архетипов. Эти символы отражают тенденцию архетипов не скрываться, а выражать себя. Для Юнга символы скорее раскрывают, чем скрывают.

М. Босс, экзистенциальный психотерапевт, отрицает, что сны яв-ся символическими (т. е. продуктом работы С. над бессознательными сновидными мыслями и вытесненными желаниями/или компенсаторными). С. должно приниматься по своей нарицательной стоимости. Оно освещает то, каким образом сновидец видит свое существование.

Вставка № 11 – вставить!

Самым большим ударом было открытие – многократно подтвержденное, – что С. вспоминаются при пробуждении в любой фазе сна, а не только в *REM-фазах*. Похоже, что весь сон – это сон со С. Сны, о к-рых сообщают при пробуждении в *NREM-фазах*, неск. ближе к рациональным мыслям, но, несмотря на это общее различие, подавляющее большинство снов из *NREM-фаз* носят нереальный (фантастический, сказочный, мифический и т. д.) характер. Очевидным и обескураживающим рез-том яв-ся отсутствие надежных физиолог. индикаторов или коррелятов С. По крайней мере, таковые не были обнаружены.

12. Эти отрицательные рез-ты, тем не менее, не обескуражили всех исследователей сна. В то самое время, когда Азеринский, Клейтман и Демент ставили первые лабораторные эксперименты, К. Холл начал анализировать сообщения о С используя метод контент-анализа.

13. Холл и его коллеги категоризировали различные элементы сообщений о С. Примерами таких категорий яв-ся: а) чел. персонажи, классифицированные по полу и возрасту, члены семьи, друзья, знакомые и незнакомые лица; б) животные; в) взаимодействия между персонажами, напр. агрессивное, дружеское или сексуальное; г) несчастья или счастливые события; д) успех и неудача; е) интерьер и экстерьер; ж) объекты; з) эмоции. Были сформулированы и теорет. категории, напр. кастрационная тревога, оральность и регрессия. Др. исследователями был предложен еще ряд систем контент-анализа С. Наиболее изощренными среди них яв-ся системы анализа содержания, разраб. Д. Фаулк-сом. В обширном лабораторном исслед. С. детей он показал, что когнитивное развитие, оцениваемое по рез-там анализа С. у детей в возрасте 3–15 лет, параллельно их когнитивному

развитию в бодрствующей жизни.

Преимуществом контент-анализа яв-ся то, что большое количество снов, собранных у лиц разного пола, возраста, национальной и этнической принадлежности, живущих в разное время и т. д., м. б. проанализировано в плане выяснения сходств и различий между ними. Было, напр., обнаружено, что сны у мужчин во многом отличаются от снов у женщин. Мужские С. содержат больше мужских персонажей, незнакомых лиц, проявлений физ. агрессии, сексуальности, физ. активности, инструментов и оружия, открытых помещений, чем сны женщин. В женских снах больше женщин, знакомых лиц, разговоров, предметов одежды и закрытых помещений, чем в С. мужчин. Холл и его сотрудники изучали дневники снов, к-рые велись испытуемыми, часто годами. Интересной находкой яв-ся то, что в целом содержание С. у взрослого мало меняется из года в год. Работы по контент-анализу С. показывают большую согласованность между содержанием С. и наших повседневных забот. Это было назв. принципом связности.

Интересная гипотеза о сне, как особой форме сознания, принадлежит И.И. Пигареву. Он полагает, что мозг во сне не отдыхает, так же как не отдыхают и наши внутренние органы. И во сне мозг продолжает выполнять стандартные операции над входными сигналами. Пачечная активность нейронов, которую мы наблюдаем во сне, по мнению автора, отражает их ответы на интероцептивную стимуляцию. Регистрируя электрическую активность одиночных нейронов коры спящих обезьяны и кошки, он нашел, что нейроны зрительной сенсорной и ассоциативной коры (VI, V2, V4), а также сенсомоторной области (поле 5) отвечают на электрическую стимуляцию желудка и других внутренних органов. Таким образом, структуры мозга, которые в бодрствовании обрабатывают информацию, поступающую от экстероцептивных стимулов, во сне настраиваются на восприятие и обработку интероцептивной информации. Обработка информации от экстероцептивных воздействий и интероцепции осуществляется в одних и тех же структурах мозга, но не одновременно). Информация о внешнем мире обрабатывается днем, а о состоянии внутренней среды, внутренних органов – во сне.

Много исследований посвящено изучению взаимодействия коры и внутренних органов. Во многих из них сообщается о вызванных потенциалах коры и таламуса на электрическую стимуляцию внутренних органов, механические, химические раздражения интероцепторов. Первичные ответы на висцеральную стимуляцию (с латенцией около 30 мс) были получены в некоторых участках соматосенсорной и ассоциативной коры. Вторичные ответы с большей латенцией (до 100 мс) практически можно записать от всей кортикальной поверхности. Однако все реакции коры на раздражение внутренних органов были получены в острых опытах на животных с анестезией. И их не удастся зарегистрировать у неанестезированного животного.

Таким образом, в бодрствовании результаты обработки экстероцептивной информации достигают сознания и используются для организации поведения./ Во сне мозг обрабатывает сигналы от интероцепторов и принимает участие в гомеостатической регуляции (метаболизме, росте, регенерационных процессах, иммунных ответах и др.). Однако эта активность мозга не достигает того уровня сознания, когда мы это осознаем. И.Н. Пигарев предполагает, что существует специальный механизм, который в бодрствовании блокирует обработку висцеральных сигналов, а во сне – экстероцептивных. Такая структура аналогичным образом должна действовать на моторные реакции. И такая блокада действительно известна как мышечная атония во сне.

Кроме того, на анестезированных животных показано, что электрическая стимуляция коры вызывает реакции в висцеральных органах. Они исчезают сразу же, как только животное выходит из-под наркоза. Следовательно, управляющие кортико-фугальные сигналы коры во сне направляются не к моторной системе, а к внутренним органам. С пробуждением они меняют свою направленность, переключаясь на регуляцию поведения и тесно связанную с ним моторную систему. Механизм, который переключает экстероцептивные и интероцептивные потоки сигналов для обработки информации, скорее всего должен быть локализован в центрах сна ствола мозга.

В процессе развития сна могут быть выделены различные уровни сознания. Исследование активности ассоциативных зон коры кошки и обезьяны, когда они выполняли сложное задание – опознание целевого стимула с отсроченной реакцией, показало, что сон развивается в коре парциально, охватывая прежде всего ассоциативную кору. В этих опытах животному и центре экрана демонстрировали одну линию, после паузы 0,5 1,5 с давали тестовый стимул, содержащий набор линий, среди которых могла быть или не быть линия-образец, которая перед, этим была показана. Животное должно было сообщать о присутствии или отсутствии образца в составе тестового стимула, нажимая на одну из двух педалей. Правильный ответ подкреплялся небольшой порцией детского молочного питания. Иногда животное впадало в дремотное состояние, особенно если получало много молочного пищевого подкрепления, однако при этом оно продолжало правильно выполнять задания. У нейронов ассоциативной зрительной коры (в области V4) такого животного можно было наблюдать пачечный тип активности, характерный для сна, и ослабление или даже полное исчезновение их реакции на зрительные стимулы с которыми животное работало, решая задачу. В отличие от нейронов ассоциативной коры нейроны первичной зрительной коры (в области VI) сохраняли нормальные ответы на зрительные стимулы даже при появлении ЭЭГ-признаков сна в ассоциативной коре.

Характер изменений нейронной активности в ассоциативной коре позволяет предположить существование локального сна. Последний прежде

всего захватывает нейроны, рецептивные поля которых находятся на периферии зрительного поля. Таким образом, даже в пределах зрительной коры сон не развивается синхронно. Процесс распространяется в направлении от периферии к центру ассоциативной коры, возможно, возникая в отдельных модулях.

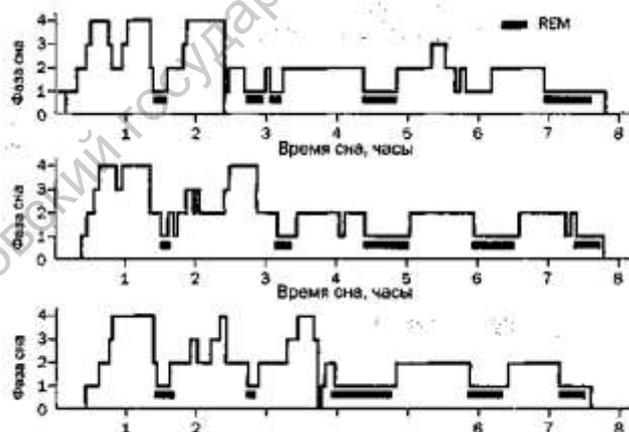
При развитии локального сна в ассоциативной коре обезьяна продолжала выполнять задание на зрительный поиск с отставленной реакцией. Таким образом, даже при высокой поведенческой активности возможен частичный сон, особенно в ассоциативных корковых областях. По-видимому, это может быть причиной возможного нарушения когнитивных процессов и внимания при наличии большой потребности в сне.

1.3. Измерения сна

Предметом исслед. С. выступают три его аспекта: структура С, паттерны С. и субъективные реакции. Структура С. относится к измерениям непрерывного процесса С; паттерны С. характеризуют количество и распределение С. в границах 24-часового периода; субъективные реакции включают оценочные высказывания о С. и сохранившихся в памяти сновидениях.

Структура С. традиционно размечается на основе ЭЭГ. У молодых взрослых людей выделяются четыре фазы С. (1–4), к-рые приблизительно соотносятся с глубиной С, и 1-Л.ЕМ-фаза (фаза 1 плюс REMs).

На рис. 1 показан типичный ночной С. молодого взрослого чел., разделенный на фазы. Каждую ночь все люди в той или иной степени приближаются к этой записи: 50% ($\pm 5\%$) – фаза 2; 25% - 1-REM($\pm 4\%$); 15% ($\pm 3\%$) - фаза 4; 7% - фаза 3 ($\pm 2\%$) и 3% – фаза 1 ($\pm 2\%$). Первый Я.ЕМ-период обычно наступает через 90–100 минут после засыпания, затем эти периоды повторяются с интервалами в 90–100 минут, увеличиваясь в то же время по своей продолжительности. Большая часть 3 и 4 фаз приходится на первую треть ночи. В течение ночи может иметь место неск. пробуждений.



34 5

Время сна, часы

Рис. 1. Сон молодого взрослого человека, представленный в виде фаз. Фазы с 1 по 4 кодируются высотой вертикальных отрезков, а фаза X-

REM обозначена черными полосками. Горизонтальная ось соответствует 8-часовой продолжительности сна. Из: W. B. Webb, *Sleep, the gentle tyrant* (New York: Prentice-Hall, 1975).

Паттерны С. главным образом отображают суммарное время С, время его наступления и окончания* а *тж* распределение и число эпизодов С. в границах суток. Что касается молодых взрослых людей, то их типичный паттерн представлен длинным периодом ночного С, перемежаемого эпизодами полусна.

Субъективные реакции могут простираются от простого еозна-вания, что пора ложиться спать или просыпаться, через оценочные высказывания вроде «легкого», «глубокого» или «освежающего» С, до более общих утверждений, таких как «хороший» и «плохой» С. Таким реакция посвященно очень мало исслед., но они показали полное несоответствие между этими реакциями и объективными мерами С, что особенно характерно для лиц, жалующихся на свой С.

Детерминанты сна. Главной детерминантой структуры и паттернов С. являются видовые различия. С. животных варьируется в широких пределах. Люди и приматы имеют сходную структуру С, т. е. четыре фазы С. и «активный», или *REM-сон*. Однако С. др. биолог, видов обычно включает две фазы: медленноволновый С, имеющий сходство с 3 и 4 фазами С. у людей, и «активный» С, связанный с циклическими эпизодами активации головного мозга во время С, эквивалентный 1-ЯЯМ-фазе или С. со сновидениями у людей. Процентное соотношение этих стадий и их цикличность существенно варьируют. Значительные различия наблюдаются в суммарном количестве С, числе эпизодов С. и их распределении во времени. Пасущиеся животные, такие как коровы, обычно спят только от 2 до 4 часов в сутки, тогда как мелкие грызуны – более 12 часов в день. У приматов, как правило, осн. период С. довольно продолжительный, в то время как у большинства животных – частые и относительно короткие периоды С.

Второй важной детерминантой вариаций С. является возраст. У людей возраст связывается с самыми значительными переменами в жизни. Фазы С. складываются довольно быстро и полностью представлены у ребенка уже к началу второго полугодия жизни. Существенному изменению подвергается фаза *\-REM*, края составляет около 50% от общей продолжительности С. новорожденных, а затем экспоненциально уменьшается примерно до 25% к концу первого десятилетия жизни. С этого времени распределение фаз С. остается на удивление постоянным вплоть до шестого–седьмого десятилетия жизни. Наиболее разительные изменения наблюдаются в области систематических возрастных изменений паттернов С. С. новорожденного в среднем составляет 16 часов и ладится примерно на 6 эпизодов, равномерно распределенных в рамках 24-часового цикла. Через неск. дней после рождения ребенка начинается систематическое объединение эпизодов его С. в более продолжительный ночной период и сокращение С. в дневной период. Суммарное время установившегося ночного

го С. сохраняется относительно постоянным. В ходе взросления и старения, на четвертом–пятом десятилетии жизни и далее, главное изменение С. связано с возрастающей неспособностью поддерживать нормальный С, т. е. с ночными пробуждениями и преждевременным окончанием С.

Еще одна важная детерминанта различных аспектов С. – вариации графика С, вызванные произвольными или неподвластными чел. факторами. Все эти вариации выливаются в изменения паттернов С. как таковых – сокращение общей продолжительности С, варьирование времени засыпания, изменение длительности и количества эпизодов С.

Изменения паттернов С. оказывают предсказуемое воздействие на его структуру. Поскольку стадии С. асимметрично организованы во времени, сокращение продолжительности ночного С, напр., на одну четверть почти не сказывается на фазах 3 и 4, но несоразмерно уменьшает фазу \backslash -REM. Смещение времени С, напр., с периода 23 час. – 8 час. на период 8 час. – 16 час. заметно сказывается на временном порядке структуры С. Латентный период самой первой фазы \backslash -REM резко сокращается, и она может наступить уже при засыпании. Кроме того, учащаются случаи пробуждения и преждевременного окончания С.

Когда С. рассматривается в качестве независимой переменной, исслед. фокусируются на эффектах лишения С. и на его видоизмененных структурах, в особенности на изменениях стадии \backslash -REM. Известно лишь неск. надежно установленных физиолог. эффектов даже в случае продолжительной – до 10 дней – депривации С. у людей. Воздействие такой депривации на эффективность выполнения разного рода задач чрезвычайно сильно зависит от их характера. Общая картина эффекта депривации С. заключается, скорее, в неспособности поддерживать заданный уровень реагирования, чем в утрате способности реагировать.

Сотни исслед. посвящены эффектам сокращения или исключения фазы \backslash -REM или активного С. у людей и животных в эксперим. условиях. Эти эксперименты подтвердили развитие состояния «давления», т. е. стадия 1 REM, или активный С. все с большим трудом поддается исключению, причем наблюдается «упругое восстановление» количества его эпизодов при возвращении С. к обычному режиму. Однако поведенческие эффекты сокращения активного С. являются менее определенными. Не было обнаружено и существенных когнитивных или личностных эффектов.

Отмечено возрастающее и плодотворное взаимодействие между исслед. С. и исслед. биолог. ритмов. В экспериментах с использованием среды без признаков течения времени, измененных и смещенных графиков С. было установлено, что С. организован в систематический циркадный паттерн. Короче говоря, С. - это биолог. ритм.

1.4. Теории сна (*theories of sleep*)

В области исслед. сна существует широкий спектр теорий: от частных, касающихся специфических аспектов сна, таких как связь REM-сна со сновидениями, до более общих, авторы к-рых пытаются объяснить необходи-

мость сна. Эта статья посвящена теориям последнего типа, к-рые можно разделить на пять общих категорий:

1. *Теории восстановления (Restorative Theories)*. Сои представляет собой необходимый период восстановления от вредных для здоровья состояний или состояний истощения, к-рые развиваются в период бодрствования. Это самая древняя (предложенная Аристотелем) и наиболее распространенная Т. с. Живые организмы ложатся спать, когда утомляются, и пробуждаются освеженными.

2. *Теории защиты (Protective Theories)*. Сон помогает избежать непрерывной и чрезмерной стимуляции. Павлов, напр., рассматривал сон как корковое торможение, способствующее защите организма от сверхраздражения. Живые организмы спят не потому, что они утомлены или истощены, а чтобы защитити себя от истощения.

3. *Теория экономии энергий (Energy Conservation Theory)*. Эта теория возникла в результате исслед. на животных, в ходе к-рых обнаружилась сильная связь между высокими уровнями метаболической активности и суммарным временем сна. Поскольку сон, подобно зимней спячке, сокращает расходование энергии, животные с высоким уровнем метаболической активности снижают свою потребность в энергии за счет большей продолжительности сна.

4. *Теории инстинкта (Instinctive Theories)*. В этих теориях сон рассматривается как видоспецифичный, морфо-физиологиче-ски реализованный инстинкт, запускаемый средовыми сигналами, с необходимостью вызывающими уместную в специфической ситуации реакцию сна.

5. *Теории адаптации (Adaptive Theories)*. Эта категория включает самые совр. теории сна, к-рые рассматривают сон как адаптивную поведенческую реакцию. Сторонники такого подхода считают сон регулярной реакцией тайм-аута в связи с давлением хищников (*predator pressures*) и необходимостью добывать пропитание. Т. о., сон представляется не опасным поведением (как с позиций теорий восстановления), а повышающей выживание реакцией.

Эти теории часто объединяются. Так, и теории защиты, и теории инстинкта могут включать концепцию восстановления. Напр., Павлов признавал функцию восстановления в рамках своей теории защиты. Теория экономии энергии и теории восстановления могут рассматриваться и как теории защиты. А ранний вариант теории адаптации включал концепцию инстинкта как механизма адаптации.

Теории восстановления и адаптации со временем стали представлять собой принципиальные центры оппозиции. Причины этого достаточно ясны: каждая из двух теорий хорошо согласуется с определенными областями феноменов сна. Теория восстановления согласуется с наиболее важными последствиями депривации сна: когда чел. или животное лишают сна, возникают отрицательные эффекты, а когда они высыпаются, эти эффекты уменьшаются. Теория адаптации согласуется с широким спектром данных

о сне животных, отражающих связь временных графиков и суммарной продолжительности сна с эволюционными давлениями (*evolutionary pressures*) среды обитания. Гориллы же, практически не испытывающие давления хищников и имеющие ограниченную нужду в поиске пищи, спят по 14 часов в день.

С 1960-х гг. началось наращивание исслед. хронологии или временных диаграмм сна. Из экспериментов, проводимых в лишенной признаков течения времени среде, и исслед. последствий смещения времени сна в 24-часовом цикле (напр., в связи с переходом в др. рабочую смену) стало очевидным, что сон – это синхронная (*Shme-locked*) система. По всей видимости, сон можно рассматривать как эндогенно синхронизированный биолог, ритм, организованный на 24-часовом или циркадном (лат. *circa* – около + *dies* – день) базисе. Для сторонников теории адаптации становится все более ясным, что объяснительным механизмом выбора подходящего времени сна мог бы быть механизм эндогенного биолог, ритма.

Алекс Борбели и его коллеги предложили двухфакторную теоретическую модель сна. Эта модель объединяет два компонента: потребность в сне или восстановительный компонент и привязку по времени или циркадный компонент. Сон и бодрствование со-определяются потребностью в сне (*S*), повышающейся в период бодрствования и снижающейся во время сна, и циркадным биолог, ритмом сонливости (*C*), задаваемым временным компонентом.

На рис. 1 показан 24-часовой период (с 8 час. утра до 8 час. следующего утра). Предполагается, что индивид бодрствовал с 8 час. утра до 12 час. ночи и спал с 12 час. ночи до 8 час. утра. По оси ординат отложены уровни склонности к сну (*sleep tendencies*), связанные как с потребностью в сне (*S*), так и с циркадным компонентом (*C*). В рассматриваемом примере сонливость (*sleepiness*), связанная с 5, нарастает с 8 час. утра до полуночи и падает с полуночи до 8 час. следующего утра. Пик сонливости, связанный с С-эффектом, приходится на 4 час. утра. Цифры под графиком – аппроксимации тенденций сонливости, обусловленных двумя компонентами (*S* и *C*) и их сочетанным действием (*S+C*). Если порог сонливости равен 1 для пробуждения и 10 для засыпания, по графику на рис. 1 можно предсказать наибольшую вероятность пробуждения в районе 8 час. утра, а засыпания – около 12 час. ночи.

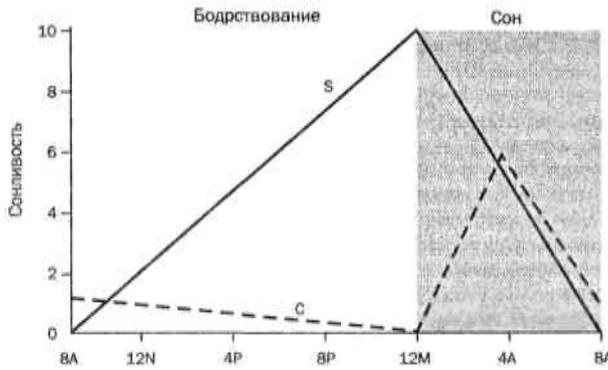


Рис. 1 со стр. 887. _ пересканировать!!!

SO	5,0	10	5	0
CI	0,5	0	5	1
S + C	5,5	10	10	1

Рис. 1. Отношения между потребностью в сне (S) и циркадным ритмом сонливости (C) в рамках 24-часового периода.

Х

Уэбб расширил эту двухфакторную модель, включив в нее третий фактор, что позволило предсказывать наступление и прекращение сна вместе с характеристиками конкретной стадии сна. Согласно модели Уэбба, как и в случае двухфакторной модели, реакции сна предсказываются исходя из уровня потребности в сне (определяемого как положительная функция бодрствования и отрицательная функция времени сна) и циркадного времени (определяемого по текущему времени в границах 24-часового графика сна–бодрствования). Дополнительным компонентом явилось наличие или отсутствие произвольного или непроизвольного поведения, несовместимого с реакцией сна. В частности, эта модель требует точного указания времени предшествующего бодрствования (или сна), текущего момента времени в графике сна–бодрствования (напр., 10 часов вечера или 10 часов утра) и поведенческих переменных (напр., расслаблен ли индивид физически или возбужден, угрожает ли ему что-то или нет). При этих условиях, данная модель позволяет предсказывать вероятность сна (или бодрствования) и его характеристики. Или, если две переменных поддерживаются на постоянном уровне, скажем, текущее время равно 11 часов вечера и индивид находится в ситуации лабораторного исслед., то реакция сна (напр., латентный период наступления сна) и его стадии будут непосредственной функцией времени предшествующего бодрствования.

Очевидно, что каждая из трех главных детерминант реакции сна заметно видоизменяется в зависимости от четырех дополнительных факторов: видовых различий, возраста, отклонений деятельности ЦНС (вызванных, напр., приемом лекарств) и индивидуальных различий. Для получения точных и отсроченных предсказаний каждый из важных параметров моде-

ли должен определяться в отношении данного биолог, вида, возрастного уровня, состояния ЦНС и с учетом установленных индивидуальных различий.

1. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ), позволяющая измерять мозговые импульсы, показала отчетливые и систематические изменения паттерна, наблюдаемые в момент засыпания и на протяжении периода С. Впервые появилась возможность объективно и непрерывно измерять С. и наблюдать его как активный процесс.

2. Вторым важным прорывом произошел в 1953 году, когда Клейтман и Азеринский открыли регулярно повторяющуюся «Стадию» С, характеризуемую быстрыми движениями глаз (*REMs*) и паттерном ЭЭГ, свойственным состоянию активного «бодрствования». Как оказалось, этот паттерн, появляющийся спонтанно примерно через каждые 90 минут, «указывает» на наличие сновидения у людей.

3. Наблюдая спящих, Азеринский обнаружил, что их глазные яблоки на протяжении ночи периодически совершают быстрые, сопряженные движения. Он и Клейтман полагали, что эти быстрые движения глаз (*REM – от rapid eye movements*) могут означать, что чел. видит сон. Чтобы проверить эту гипотезу, они будили испытуемых в периоды движения глаз и в периоды их относительного покоя. Испытуемые сообщали о гораздо большем количестве С. при пробуждении в *REM-фазах*, чем при пробуждении в фазах без быстрых движений глаз (*NREM*). Казалось, что впервые обнаружен физиолог, индикатор С. Последующие исслед. *REM-фаз* обнаружили и др. их отличительные характеристики. Электрические мозговые волны в *REM-фазах* имеют более высокую частоту и низкую амплитуду по сравнению с волновой активностью в *NREM-фазах*. Во время *REM-фаз* обнаруживаются нарушения ритма дыхания и сердцебиения, колебания давления крови, генитальное возбуждение. В силу этих причин *REM-фазы* наз. состояниями психофизиологической активации.

Поскольку в течение ночи при нормальном сне отмечается 4–5 *REM-фаз*, нетрудно сделать вывод, что каждый видит за ночь 4–5 С. При пробуждении спящего во время *REM-фазы* в лабораторных условиях большинство из этих С. может быть восстановлено. Вместо того чтобы зависеть от относительно редких и, возможно, избирательных воспоминаний снов поутру, в лабораторных условиях можно выявить большое количество С, которые предположительно являются более репрезентативными для данного индивидуума.

Гипноз (*hypnosis*)

Трудно дать удовлетворительное определение Г. Большинство авторов согласны с тем, что Г. происходит а) в контексте специфических отношений между гипнотизируемым и гипнотизером, в ходе которых б) внушенные искажения когний, восприятия, памяти и аффекта могут восприниматься в) некоторыми индивидуумами. Споры о природе Г. зависят от того, какой из этих трех аспектов находится в центре теории и исследований. Т. о., Г. ха-

характеризуется способностью субъекта временно воспринимать как реальность внушенные искажения восприятия, когнитивных и аффективных.

Гипноз представляет собой попытку убраться защитные р-ии личности, подавить ее волю, которая частично проявляется спонтанной и инициативной, частично – в форме контроля внутренних реакций.

Начало совр. истории Г. связано с именем Франца Антона Месмера, который, как и другие до и после него, пытался применить открытия, сделанные в физике – в данном случае принципы магнетизма, – к лечению психич. расстройств. Неек. изобретательных экспериментов, проведенных королевской комиссией под руководством Бенджамина Франклина, опровергли теорию Месмера о животном магнетизме. Случаи излечения объявили следствием «лишь воображения».

Термин «Г.» (от греческого «*hypnos*» – сон) впервые предложил Джеймс Брэд в 1852 г. Жан Шарко считал Г. проявлением истерии. З. Фрейд находился под влиянием Шарко; его наблюдения, вместе с Брейером, знаменитого случая реагирования под Г., привели к развитию концепции о неосознаваемой мотивации. Ипполит Бернгейм видел в Г. проявление внушаемости – т. зр., продвинутая в первом крупном научном исслед. Г., проведенном Кларком Халлом.

Измерение гипноза

Разработан ряд стандартизованных шкал для оценки реакции на внушения, выбранные на основе консенсуса экспертов, что сделало возможным эмпирическое исслед. гипнотических состояний. Шкалы основаны преим. на объективных оценках поведенческих реакций на внушения, градуированных по степени трудности и отражающих широкую гамму субъективных ощущений, возникающих под действием внушения во время Г. У примерно 30% здоровых лиц и стационарных психич. больных отмечается высокий уровень гипнабельности, в то время как у 10-25% способность входить в состояние Г. весьма ограничена.

Гипнотическая восприимчивость характеризует то, насколько легко человек может быть загипнотизирован. Ее можно оценить, давая внушения и подсчитывая, сколько раз человек им поддастся. Типовым тестом гипнабельности является шкала гипнотической внушаемости Стэнфорда. Гипнабельность очень мало меняется со временем (Piccione et al., 1989).

Таблица 6.2. Шкала гипнотической внушаемости Стэнфорда

Внушенное поведение	Критерий выполнения
Раскачивание тела	Человек падает без принуждения
Закрывание глаз	Закрывает глаза без принуждения
Опускание кисти (левой)	Кисть опускается как минимум на 15 см к концу 10-секундного интервала
Обездвижение (правой руки)	Рука поднимается менее чем на 2,5 см через 10 секунд
Сцепление пальцев в замок	Неполное расцепление пальцев к концу 10-секундного интервала

Оцепенение руки (левой)	Рука сгибается менее чем на 5 см после 10 секунд
Одновременное движение кистей	Расстояние между кистями как минимум 15 см после 10 секунд
Вербальный запрет (на имя)	Имя не произносится через 10 секунд
Галлюцинации (полёт)	Любое движение, гримасы, признание эффекта
Каталепсия глаз	Глаза остаются закрытыми к концу 10-секундного интервала
Постгипнотическое	Любая элементарная двигательная реакция (пересаживание на другой стул)
Тест на амнезию	Удается припомнить три пункта или менее

Характеристики гипноза

Изучение Г. много дало для оценки разнообразных феноменов: субъективных переживаний, словесных отчетов, границ продуктивности человека, внимания и сознания, влияния социально-психологических факторов на психол. эксперимент и клинические приложения.

В состоянии Г. люди могут лгать так же легко, как и в бодрствующем состоянии. Г. может играть важную роль в контроле болевого синдрома. Гипнотическое обезболивание лучше всего может быть понято как два разных процесса: а) прямой эффект Г. на модуляцию боли – на сенсорном, физиолог, или первичном уровне (некоторые недавние данные свидетельствуют о том, что эндорфины здесь не участвуют в отличие от др. методов обезболивания, включая акупунктуру); б) плацебо-эффект, наблюдаемый благодаря специфическому контексту, в котором происходит Г., вне зависимости от уровня гипнабельности индивидуума.

Гипнабельные субъекты способны произвольно манипулировать памятью. Хорошо гипнотизируемые субъекты имеют прекрасную память, в особенности на события, происшедшие много лет назад. Гипнабельный субъект быстро засыпает ночью и имеет комплекс др. характеристик, вместе определяющих индивидуально специфичный параметр «контроля сознания», или базисное индивидуально отличное в когнитивной гибкости. Этот параметр гибкости означает, что гипнабельный индивидуум имеет преимущество при лечении расстройств привычек и специфических симптомов. Гипнабельность является достоверным прогностическим фактором избавления от психич. заболеваний и способности отказаться от симптомов.

Шкала Дэйвиса и Хусбэнда

Глубина	Степень	Симптомы
Невосприимчивость	0	

Гипноидность	1	
	2	Релаксация
	3	Мигание
	4	Закрывание глаз
	5	Полное физическое расслабление
Легкий транс	6	Каталепсия глаз
	7	Каталепсия конечностей
	10	Ригидная каталепсия
	11	Анестезия (типа перчаток)
Средний транс	13	Частичная амнезия
	15	Постгипнотическая амнезия
	17	Изменения личности
	18	Просты постгипнотические внушения
	20	Кинестетические иллюзии, полная амнезия
Глубокий транс	21	Способность открывать глаза без изменения глубины транса
	23	Постгипнотические фантастические внушения
	25	Полный сомнамбулизм
	26	Полные постгипнотические зрительные галлюцинации
	27	Позитивные постгипнотические слуховые галлюцинации
	28	Постгипнотическая системная амнезия
	29	Негативные слуховые галлюцинации
	30	Негативные зрительные галлюцинации

Гипноз часто называли также месмеризмом, притворной смертью, тонической неподвижностью, пароксизмальным торможением, акинезом, рефлексом Тотстелла, рефлексом неподвижности, каталепсией, катаплексией, неподвижностью, вызванной ограничением, и т. д.

Ч. Дарвин первым предположил, что у животных гипноз, или «имитация смерти», служит защитой от хищников. После тщательной доработки эта идея превратилась в теорию, утверждающую, что ответные реакции жертвы изменяются в зависимости от расстояния до хищника. Если хищник находится далеко, то жертва может убежать; если хищник ближе, то жертва может замереть в неподвижности, чтобы остаться незамеченной; если хищник очень близко, то жертва может лежать неподвижно, чтобы избежать нападения. Эта теория получает растущую поддержку.

И.П. Павлов на конгрессе в Берне в 1932 г. утверждал, что гипноз является неполным сном, в котором содержится элемент бодрствования с некоторой диссоциацией, при преимущественном возбуждении коры головного мозга.

Первое предположение на эту тему было выдвинуто профессором И. П.

Павловым, к-рый утверждал, что загипнотизированные животные находятся в состоянии сна. Рез-ты многочисленных исслед. электрической активности головного мозга ясно показывают, что у загипнотизированных животных она не отличается от таковой у животных, находящихся в обычном бодрствующем состоянии. Это открытие в сочетании с натуралистическими наблюдениями, демонстрирующими, что загипнотизированные животные настороженно ожидают возможности вырваться на свободу, и более строгими исследованиями, показывающими, что загипнотизированные животные могут распознавать объекты, – убедительный аргумент, опровергающий идею о том, что гипноз – это сон.

Гипноз представляет собой каталепсию, искусственно вызванную воздействием на психику.

Помимо интереса к пониманию этого феномена самого по себе мн. люди предполагают, что информ., полученная о Г. ж., м. б. полезной для понимания мн. патологических состояний чел. Среди них следует упомянуть кататонию, или восковую неподвижность, присущую нек-рым шизофреникам; каталепсию, связанную с болезнью Паркинсона; и паралич, наз. нарколепсией, к-рый иногда поражает людей при пробуждении от сна. Полагают тж, что эти исслед. могут пролить свет на то, каким образом ужас мешает людям защищаться или проявлять инициативу в ситуациях боя или когда им угрожает к.-л. нападение. Наконец, существует мнение, что понимание феномена неподвижности поможет выявить природу нек-рых челов. заболеваний, характеризующихся чрезмерной активностью, таких как мания или гиперактивность детей. Понимание такого явления, как Г. ж., даст ключ к дальнейшему пониманию того, каким образом животные (и люди) способны оставаться неподвижными в ситуациях, когда неподвижность имеет приспособительное значение. Следовательно, гипноз – это другое состояние сознания, характеризующееся ограниченным вниманием и повышенной внушаемостью (Kosslyn et al., 2000). Это определение принимают не все психологи. Для некоторых из них гипноз – это всего лишь некая смесь конформности, релаксации, воображения, покорности, внушения и ролевой игры (Brafman & Kirsch, 1999).

Гипногенная зона, находящаяся в передней части гипоталамуса, также оказывает регулирующее влияние на функции сна и бодрствования. периферические гипногенные зоны расположены в стенках сонных артерий. В организме существует целый ряд гипногенных зон.

Гипноз – это не сон. Электроэнцефалограмма, регистрируемая во время гипноза, не соответствует той, которая имеет место во время сна (Graffin, Ray & Lundy, 1995).

Гипноз больше зависит от усилий и способностей гипнотизируемого человека, чем от мастерства гипнотизера.

Одним из наиболее старых и распространенных способов яв-ся прямое внушение в состоянии Г. того, что человек после пробуждения будет чувствовать себя счастливым, грустным, сердитым или огорченным, с амнези-

ей на факт гипнотической инструкции. Второй прием заключается в передаче под Г. ложных воспоминаний, наз. парамнезиями (напр., того, что гипнотизируемый индивидуум украл деньги из бумажника друга), создавая тем самым эмоционально заряженный конфликт. Др. процедура заключается в том, что человека в состоянии Г. просят рассказать о личном опыте, связанном с определенными эмоциями, напр. тревогой или удовольствием. Наиболее значимый эпизод для каждого аффективного состояния, затем «переживается повторно», эмоция в последующем теряет связь с вызвавшей ее ситуацией и затем к разным степеням выраженности «свободно плавающей» эмоции подбирается постгипнотический сигнал, на к-рый человек реагирует в бодрствующем состоянии, ничего не помня о гипнотическом программировании.

Хотя в большинстве гипнотических исслед. памяти целью было разъяснение природы постгипнотической амнезии с использованием концепций когн. психол., нек-рые исследователи использовали приемы Г. для изучения нормальных мнемических процессов. Напр., было установлено, что содержание, запечатленное в характерном ментальном контексте, созданном в состоянии Г., может быть восстановлено как в кратковременной, так и в долговременной памяти. Др. направлением исслед. является использование кратких экскурсов в состояние глубокого Г. в качестве способа исслед. уровня фиксации в памяти, или «реверберации» стимульного материала в интервале между его начальной регистрацией и последующим воспроизведением. Кроме того, было показано, что сообщение в период консолидации материала в памяти гипнотически запрограммированных состояний когнитивной активации разной степени выраженности – от максимального бодрствования и сосредоточения до субступорозного состояния – тж оказывает систематическое влияние на сохранение в памяти.

В сфере восприятия с помощью Г. исследовались зрительные галлюцинации негативного содержания – процесс, при к-ром стимулы, имеющиеся в зрительном поле, не получают доступа к сознательному восприятию. Кроме того, техника Г. использовалась как инструмент для создания аналогов реакций истерической конверсии. Обширная работа Э. Р. Хилгарда и сотрудников, посвященная гипнотической анальгезии, считающейся негативной галлюцинацией сознательной болевой перцепции, привела к формулированию теории разделенного сознания. Эта линия исслед. имеет прямое отношение к центральным вопросам когн. психол. (напр., параллельная или последовательная обработка информации).

Тренинг в состоянии Г. может быть использован для модификации таких переменных, как «свободно плавающая» тревога, в ее чистую форму с последующим систематическим снижением ее интенсивности. Наступление и снятие этих состояний может регулироваться с большей точностью. Эффекты усталости и монотонности могут быть минимизированы с помощью гипнотического внушения.

Эффекты гипноза

1. **Память.** Имеются определенные доказательства, что гипноз может расширить возможности памяти. Однако часто он также способствует увеличению количества ложных воспоминаний.

2. **Амнезия.** Человек, которому сказали не запоминать что-то из того, что он услышит во время гипноза, может утверждать, что он не помнит услышанное. В некоторых случаях это может быть не более чем сознательной попыткой избежать мыслей об определенных вещах. Однако одно недавнее исследование позволило заключить, что кратковременная потеря памяти такого рода действительно имеет место (Bowers & Woody, 1996).

3. **Снятие боли.** Гипноз может снимать боль (Holroyd, 1996). Следовательно, он может быть особенно полезен в ситуациях, когда нельзя использовать химические обезболивающие средства или когда они неэффективны. Одна из подобных ситуаций – контролирование фантомной боли в конечностях (Фантомные боли в конечностях – это периодически повторяющиеся боли, которые инвалиды иногда испытывают в том месте, где раньше была ампутированная конечность).

4. **Возрастная регрессия.** Получив соответствующие внушения, некоторые загипнотизированные люди, по-видимому, «регрессируют» к периоду детства. Однако в настоящее время большинство теоретиков полагают, что «помолодевшие» субъекты всего лишь проигрывают внушенную роль.

5. **Сенсорные изменения.** Гипнотические внушения, касающиеся ощущений, – одни из самых эффективных. Дав соответствующие команды, можно заставить человека, нюхающего бутылочку с нашатырным спиртом, прореагировать на нее так, как будто в ней находятся духи с восхитительным запахом. Можно также изменить цветовое зрение, слуховую чувствительность, ощущение времени, восприятие иллюзорных объектов и многие другие сенсорные реакции.

Гипнотическая восприимчивость – способность человека поддаваться гипнозу.

Самогипноз – гипнотическое состояние, достигаемое без помощи гипнотизера; самовнушение.

Основной эффект внушения – выполнение загипнотизированными людьми внушенных действий, как будто они произвольные.

Психофизиология алкоголизма

Чрезвычайная стойкость влечения к алкоголю у определенных людей поддерживается условнорефлекторным механизмом, а именно – действием на алкогольную доминанту неосознаваемых условных стимулов, формирующих и поддерживающих ее, а также создающих физиологическую основу психической зависимости от алкоголя [Свергун, Генкина, 1997].

Действие этанола на активность нейронов зависит от ряда факторов: от дозы, концентрации в крови и ликворе, способа введения, вида наркоза. В экспериментах на кроликах показано, что наиболее чувствительны к действию этанола палео- и неокортикальные образования, в том числе струк-

туры лимбической системы [Klemm et al., 1976]. Реорганизация активности лимбических структур является существенным звеном в механизмах формирования потребности в алкоголе.

Лимбическая система морфологически связана с неокортикальной областью и гиппокампом. В лимбической коре обнаруживается максимальное по сравнению с другими областями коры количество терминалей, содержащих дофамин, нарушение обмена которого играет, по-видимому, ключевую роль в патогенезе алкоголизма.

Алкоголь нарушает нейрогенез в гиппокампе.

Нейронные механизмы действия этанола.

Информация о клеточных механизмах действия этанола получена в основном в экспериментах на периферических отделах нервной системы позвоночных или же на препаратах ЦНС беспозвоночных животных [Lima-Landmann et al., 1989; Schwartz, 1985]. Все результаты этих опытов могут быть представлены тремя группами фактов: 1) этанол вызывает специфическое снижение возбудимости нейронов, связанное с изменением потенциалзависимых ионных проводимостей, лежащих в основе генерации потенциалов действия (ПД); 2) этанол оказывает непрямые действия на возбудимость, влияя на пассивную проницаемость мембраны; 3) этанол приводит к изменению синаптической передачи, влияя на высвобождение медиатора и на мембранно-связанные хеморецепторы. Тем не менее непонятно, является ли действие этанола специфичным для каждого нейрона или же зависит от места, которое занимает в системе данный исследуемый нейрон. Кроме того, неизвестно, какие концентрации этанола непосредственно воздействуют на ЦНС и какого вида изменения электрической возбудимости и хемочувствительности возникают при действии этанола на нейроны. Частично ответы на эти вопросы получены в опытах с использованием внутриклеточной регистрации электрических процессов; стимулами были микроапликации ацетилхолина (АХ) и внутриклеточные деполяризационные импульсы электрического тока, вызывающие генерацию ПД и активацию пейсмекерных потенциалов.

Устойчивым оказался уровень МП исследованных нейронов. Фактически не отмечено случаев изменения МП более чем на 5 мВ при инкубации нейронов в физиологических растворах, содержащих этанол в концентрациях до 0,1% в течение 60 мин. Изменения МП обнаружены при инкубации клеток в 1%-ном этанолсодержащем растворе. При инкубации нейронов в течение менее 60 мин погибает около 30% нейронов, из них 12% – при инкубации в 1%-ном этанолсодержащем растворе в течение около 15 мин. Гибели нейронов предшествует медленная деполяризация.

Сложны и неоднозначны влияния этанола на процессы спайкогенерации и состояние пейсмекерного механизма нейронов. В зарегистрированных нами случаях обнаружено как полное выключение спайкогенерации и пейсмекерной активности, так и явление активации пейсмекерного механизма, приводящее к увеличению числа и амплитуды пейсмекерных коле-

баний и ПД. Наблюдалось постепенное падение амплитуды ПД во время инкубации нейронов в этанолсодержащих физиологических растворах. Для анализа явлений, развивающихся при действии этанола, применили метод замещения нормального физиологического раствора безнатриевым и бескальциевым, а также этанолсодержащим безнатриевым и бескальциевым растворами. Результаты показывают, что при действии этанола изменения электрогенеза и состояния пейсмекерного механизма вызывают прежде всего изменение «рисунка» ответа на прямое электрическое раздражение. Контрольные опыты показывают, что если генез ПД определяется в основном ионами Ca^{++} , то действие этанола приводит к значительным изменениям характера ответа на электрический стимул. Если же ПД оказываются натрийзависимыми, то действие этанола на структуру ответа выражено в меньшей степени.

Кальциевые и натриевые процессы, обеспечивающие генерацию ПД и активацию пейсмекерного механизма, имеют разную чувствительность к этанолу. Наиболее высока она у кальциевой системы. Влияя на кальциевую проводимость, этанол не только изменяет структуру ответа нейрона, но и нарушает генез ПД, тем самым изменяя функциональные возможности нейрона. Действие этанола непосредственно на хемочувствительность и электровозбудимость эффективно даже при его концентрации 0,01% в нормальном физиологическом растворе (эксперименты на изолированных нейронах виноградной улитки). Влияния на электрическую активность нейронов зависят от концентрации этанола в окружающем физиологическом растворе и различны для разных концентраций. Действие этанола специфично для каждого нейрона. Разнонаправленность действия этанола обнаружена не только для нейронов разных структур мозга, но и для нейронов внутри одной структуры [Александров и др., 1990].

Нейронные системы и этанол. Опыты, направленные на исследование тонких синаптических и эндонейрональных механизмов действия этанола, демонстрируют глобальность изменений в работе клеток после воздействия этого вещества и разнообразие проявлений такого влияния. Кроме прямого действия на мембрану нейрона этанол, изменяя активность других нейронов, а также практически все этапы метаболизма, оказывает и не прямое действие, которое определяется особенностями медиаторных и рецепторных систем, кровоснабжения, связей данной структуры и данного нейрона.

Для сопоставления данных о действии этанола на нейронном и поведенческом уровне необходимо знать, какова роль соответствующих групп нейронов в обеспечении этой формы поведения. В экспериментах на кроликах, обученных инструментальному пищедобывательному поведению, Ю.И.Александров с соавт. [1990, 1991] выясняли, какие изменения активности нейронов лимбической и моторной областей коры соответствуют нарушению этого поведения, вызванному внутрибрюшинным введением 12%-ного раствора этанола в дозе 1 г/кг. В экспериментах на животных, в

том числе на кроликах, было показано, что кора мозга относится к структурам, наиболее чувствительным к действию этанола. После введения этанола число активных нейронов и паттерн специализации нейронов моторной коры остается неизменным. Тем не менее набор вовлекающихся в обеспечение поведения нейронов моторной коры изменяется за счет вовлечения в этот процесс одних клеток и исключения других. Величина отношения частоты активации к частоте фона вовлекающихся нейронов возрастает. В моторной коре число активных нейронов после введения этанола не изменялось. Оставался неизменным и паттерн их поведенческой специализации; ни для одной из групп не было обнаружено внутригрупповых изменений соотношения числа нейронов разных подгрупп. Постоянство паттерна специализации обусловило и неизменность «суммарной картины» активности нейронов. Особенно подчеркнем отсутствие изменений после введения этанола числа обнаруживаемых в моторной коре О-нейронов (нейроны, имеющие различную поведенческую специализацию, сформированную при обучении). Различная выраженность влияния этанола на О-нейроны, лежащие в разных слоях коры. Однако стабильность паттерна специализации и «суммарной картины» активности в моторной коре не означает неизменности состава нейронов. После введения этанола наблюдается уменьшение представленности вовлекающихся нейронов в верхних слоях и увеличение – в нижних. Эти изменения являются функциональными, не связанными с гибелью нейронов.

Угнетающее влияние этанола на фоновую активность является избирательным. Это избирательное угнетение может быть следствием как прямого, так и непрямого влияния этанола. С применением метода ионофореза было показано, что химическая чувствительность спонтанной активности и отдельных фаз вызванных разрядов у определенных нейронов различается. Такое различие химической чувствительности может быть основой прямого избирательного влияния этанола на фоновую активность.

Известно, что лимбические структуры играют существенную роль в процессах формирования зависимости от алкоголя, количество активных нейронов в лимбической коре животного достоверно уменьшается по сравнению с контролем (введение физиологического раствора). Это уменьшение имело место за счет избирательного угнетения активности О-нейронов; абсолютное число Д-нейронов (нейроны, специализированные на ранних этапах индивидуального развития) не изменялось. Можно было сделать вывод, что в этой области мозга количество О-нейронов, специфически чувствительных к действию этанола, достоверно превышает количество Д-нейронов. Количество активных нейронов в проходке микроэлектрода по сравнению с контрольными опытами уменьшилось на 1/3. Паттерн специализации нейронов антеролатеральной моторной коры кроликов в норме характеризуется обратным по сравнению с лимбической корой соотношением О-нейронов и остальных групп клеток. В моторной коре О-нейронов меньше, чем Д-нейронов.

Паттерн поведенческой специализации нейронов, зарегистрированных в лимбической системе, после введения этанола изменился. Количество нейронов в новых системах, сформированных при обучении животных инструментальному поведению, уменьшилось более чем на 50%, а нейронов, обеспечивающих реализацию поведения, сформированного на предыдущих этапах индивидуального развития, увеличилось с 18 до 36%. В моторной области коры, в отличие от лимбической, после острого введения этанола паттерн поведенческой специализации и число активных нейронов не изменяются. В основе нарушения поведения при остром введении этанола лежит сложная комбинация эффектов этанола, качественно различных для разных областей коры: изменение набора нейронов, вовлекающихся в обеспечение поведения; уменьшение числа нейронов, принадлежащих ко вновь сформированным системам, и угнетение межсистемных отношений.

Число нейронов, выявляемых в микроэлектродном треке, уменьшается на 1/3. Соотношение же нейронов, участвующих и не участвующих в пищедобывательном поведении, остается постоянным. Это говорит о том, что этанол при остром введении по-разному влияет на нейроны разных специализаций. Процентное содержание нейронов, специализированных относительно систем, формируемых на начальных и завершающих стадиях обучения, изменяется: первых – возрастает, вторых – падает. Нарушению пищедобывательного поведения при остром введении этанола соответствует уменьшение числа активизирующихся в поведении нейронов лимбической коры и изменение паттерна активности нейронных систем.

На крысах было показано, что введение этанола редуцирует имеющуюся в норме зависимость ответов нейронов первичной соматосенсорной коры крысы на стимуляцию их рецептивных полей от поведенческого контекста. Особая чувствительность нейронов новых систем может рассматриваться как механизм феноменов, выявляемых при исследовании влияния острого введения этанола на память у людей и животных: этанол действует на использование, приобретение и сохранение нового материала. Действие острого введения этанола на поведенческие акты определяется не только последовательностью их формирования, но и взаимодействием ряда факторов.

В основе нарушения воспроизведения приобретенной формы поведения может лежать феномен диссоциированных состояний. Явление диссоциации может выражаться как в невозможности реализовать в одном состоянии поведение, сформированное в другом состоянии, так и в ухудшении характеристик его реализации. А.А. Азарашвили [1981] выдвинул гипотезу, объясняющую феномены диссоциированного обучения: при введении фармакологического вещества формируется «нейронная сеть», отличающаяся от той, которая реализовывала определенное поведение в норме. Факты, полученные в опытах с использованием этанола в ситуации обучения пищедобывательному поведению, подтверждают эту гипотезу. Для достижения результатов при остром введении этанола формируется особая

система, отличающаяся от исходной по числу и паттерну активности нейронов. Различие сравниваемых интеграции, по-видимому, возрастает от более старых к более новым системам. Реализация инструментального пищедобывательного поведения в норме и при введении этанола обеспечивается активностью разных наборов нейронов. Вероятно, подобные различия лежат в основе феномена диссоциированного обучения.

Нарушению инструментального пищедобывательного поведения у кроликов под влиянием этанола соответствует уменьшение числа активных нейронов лимбической коры и изменение паттерна их поведенческой специализации. Зависимость действия этанола от специализации нейрона проявляется в том, что процентное содержание нейронов, обеспечивающих реализацию наиболее новых систем, сформированных при обучении животных инструментальному поведению, уменьшается, а нейронов, обеспечивающих реализацию систем, сформированных на предыдущих этапах индивидуального развития, увеличивается.

Этанол воздействует на активность нейронов в моторной и лимбической областях коры по-разному. После введения этанола число активных нейронов, паттерн поведенческой специализации и уровень активности изменяются в лимбической, но не в моторной коре. Это связано не только с исходным различием паттернов специализаций нейронов сопоставляемых структур, но и с различием свойств нейронов этих областей, принадлежащих к одному и тому же типу поведенческой специализации. Согласно «закону разложения» Т. Рибо, можно полагать, что повышенная чувствительность нейронов новых и старых систем, а в лимбической коре данное соотношение становится обратным, и нейроны новых систем преобладают, то этанол изменяет активность нейронов именно в новых системах за счет подавления активности данных нейронов. Следовательно, патологические состояния в первую очередь модифицируют уровни психики, которые возникли последними. Хроническая алкоголизация вызывает стойкое повреждение именно в нейронах новых систем. (второй-четвертый верхний слой коры), которые являются филогенетически более молодыми, чем нижние и их развитие в эволюции связывается с усложнением психической деятельности.

Тем не менее, неизменность числа активных нейронов и паттерна их специализации не означает, что этанол не влияет на участие нейронов моторной коры в обеспечении поведения. В моторной коре, так же как и в лимбической, набор вовлекающихся в обеспечение пищедобывательного поведения нейронов изменяется за счет рекрутации в этот процесс одних клеток и исключения других. Кроме того, значимо изменяются частотные характеристики импульсной активности вовлекаемых нейронов.

Этанол влияет на моторную кору иным образом, чем на лимбическую. Нарушения поведения животных, наблюдаемые при введении этанола, могут иметь в основе комбинацию этих сложных эффектов: изменение набора нейронов, вовлекающихся в обеспечение пищедобывательного поведе-

ния, уменьшение числа активных О-нейронов и угнетение межсистемных отношений.

Постсинаптические механизмы пластичности и этанол. Этанол изменяет воспроизведение заученной формы поведения. В основе этого явления лежит искажение межсистемных отношений различных структур мозга, нервные клетки которых участвуют в реализации энграммы. Чтобы выяснить, какие именно нейронные процессы изменяются под действием этанола во время обучения, были выполнены опыты, в которых регистрировали внутриклеточную активность отдельных нейронов. Такие опыты проведены на изолированных нейронах моллюска при концентрации этанола в физиологическом растворе 0,1%.

Результаты экспериментов показали, что при моделировании ситуации привыкания, когда один и тот же стимул применяется много раз до достижения критерия обучения, присутствие этанола может полностью блокировать развитие пластических эффектов. Нарушение пластичности затрагивает различные виды ее реализации. Если в норме привыкание было выражено изменением количества потенциалов действия и амплитуды пейсмерных колебаний, то в присутствии этанола эти изменения могут полностью блокироваться или замещаются противоположным по направлению эффектом, т.е. вместо привыкания развивается фасилитация. После восстановления хемочувствительности к нейромедиаторам пластические изменения чувствительности постсинаптической мембраны приобретают форму быстро развивающейся десенситизации – уже второе или третье применение нейромедиатора становится малоэффективным. Изменение ионного состава физиологических растворов, показывает, что при длительном действии этанола происходит нарушение динамического взаимодействия каналов кальциевой и натриевой проводимости. Ионы кальция транспортируют везикулы с медиатором к пресинаптической мембране. Зависимость возбуждения нейрона от содержания ионов кальция во внешней среде. Ионы кальция запускают цепочку химических реакций внутри пресинаптической клетки, которые изменяют проводимость сигнала к постсинаптическому нейрону.

Новые исследования показывают, что подростки и юноши, употребляющие чрезмерные количества алкоголя, могут утратить до 10% своих умственных способностей – особенно это касается памяти (Brown et al., 2000). Люди, пьющие ради избавления от неприятных чувств, больше рискуют стать алкоголиками (Kenneth, Carpenter & Hasin, 1998).

Вопросы для самоподготовки:

1. Происхождение альфа-активности и ее индикаторные свойства.
2. Гиппокампальные ритмы ЭЭГ.
3. Происхождение фазической и тонической активации мозга. Влияние РФ на кору.

4. Функциональные свойства дельта-активности. 5. ЭЭГ-исследование стадий сна.
5. Нейрофизиологические механизмы эмоций. Роль лимбической системы мозга в формировании эмоциональных состояний. Влияние лимбической системы на фронтальный неокортекс.
6. Формирование мотивационного возбуждения: происхождение и функциональная организация.
7. Стресс как функциональное состояние.
8. Сон как функциональное состояние.
9. Изменение состояний сознания и их ЭЭГ-корреляты.

Учебная литература

1. Батуев А.С. Высшая нервная деятельность. Л.: Высшая школа, 1991.
2. Введение в психофизиологию / Под ред. Т. М. Марютиной, О. Ю. Ермолаева, Псков, 1998.
3. Лекции по психофизиологии / Под ред. Е. Н. Соколова. М.: МГУ, 1981.
4. Линдсей П., Норман Д. Переработка информации у человека. М., 1984.
5. Основы психофизиологии / Под ред. А. И. Александрова. М., 1988.
6. Практикум по психофизиологии / Под ред. Е. Н. Соколова. М.: МГУ, 1984.
7. Пятин В. Ф., Лаврова О. В. Физиологические основы психической деятельности человека. Учебное пособие. Самара: СГМУ, 1994.

Дополнительная литература

1. Абуладзе Т.В. Фармакология эмоциональной установки к обучению. Тбилиси, 1989.
2. Вольшкина Г.Ю., Суворов Н.Ф. Нейрофизиологическая структура эмоциональных состояний человека. Л., 1989.
3. Изард К. Эмоции человека. М.: МГУ, 1990.
4. Костандов Э.А. Восприятие и эмоции. М.: Медицина, 1977.
5. Кратин Ю.Г. Возможности использования нормальной ЭЭГ у человека для оценки функционального состояния мозга. М.: Наука, 1974.
6. Крюков В.М., Борисюк Г.Н., Борисюк Р.М., Кириллов Н.Б., Коваленко Е.И. Метастабильные и неустойчивые состояния в мозге. Пущине, 1986.
7. Мэгун Г., Морuzzi. Бодрствующий мозг. М., 1965.
8. Симонов П.В, Эмоциональный мозг. М., 1987.
9. Симонов П.В. Мотивированный мозг. М., 1989.
10. Смирнов В.М., Резникова Т.М., Бубачев, Ю.М., Дормичев В.М. Мозговые механизмы психофизиологических состояний. Л.: Наука, 1989.
11. Функциональные состояния мозга. М.: МГУ, 1975.
12. Функциональные состояния. М.: МГУ, 1978.
13. Шеповальников А.Н. Активность спящего мозга. Л.: Наука, 1981.

Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского