

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Учебно-методическое пособие

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Биологический институт**

**Физиологии высшей нервной
деятельности**

Учебно-методическое пособие по курсу
«Физиология высшей нервной деятельности» для студентов
Биологического института по направлению подготовки
06.03.01- биология

Томск
Издательский дом Томского государственного университета
2019

УДК 531.1/2(075.8)

ББК 22.2я73

Б29

СОСТАВИТЕЛИ: *Ю.В. Бушов, М.В. Светлик*

РАССМОТРЕНО И УТВЕРЖДЕНО методической комиссией
Биологического института

Протокол № 5 от «08» февраля 2019 г.

Председатель МК БИ Борисенко А.Л.

Пособие составлено в соответствии с программой и тематикой практических занятий курса «Физиология высшей нервной деятельности» студентов Биологического института направления подготовки 060301 «Биология». В пособии представлен теоретический материал и методические указания к проведению практических занятий по курсу «Физиология высшей нервной деятельности». Для преподавателей, студентов и магистрантов.

УДК 531.1/2(075.8)

ББК 22.2я73



Физиология высшей нервной деятельности

Введение.

Предмет и методы физиологии высшей нервной деятельности

Под высшей нервной деятельностью (ВНД) в физиологии понимают совокупность взаимосвязанных нервных процессов, протекающих в высших отделах ЦНС и обеспечивающих поведенческие реакции животных и человека.

Предметом физиологии ВНД являются нервные механизмы поведения и психики животных и человека.

Методы физиологии высшей нервной деятельности делятся на методы изучения поведения и методы изучения мозга.

Методы изучения поведения:

этологические;
условно-рефлекторные;
когнитивные.

Методы изучения мозга:

электрофизиологические (ЭЭГ, РЭГ и др.);
физические (УЗИ, МЭГ, ФМРТ, ПЭТ и др.);
биохимические;
гистохимические и др.

Поведение

Поведение это взаимодействие организма с окружающей средой, опосредованное двигательной и психической активностью.

Поведение является важным фактором эволюционного процесса. Поведенческие признаки, как и морфологические, и функциональные, подвержены действию естественного отбора.

В эволюции популяции поведение играет двоякую роль: с одной стороны обеспечивает изоляцию популяции и, таким образом, способствует повышению ее генетической однородности, с другой стороны, обеспечивает сохранение генетической неоднородности популяции.

Врожденные формы поведения

Врожденные формы поведения (безусловные рефлексы и инстинкты) отражают опыт многих поколений и обеспечивают адаптацию животных к относительно стабильным условиям существования.

Критерии, позволяющие отличать инстинктивные действия от приобретенных (Циглер, 1964).

- 1) Это действие должно быть наследуемым.
- 2) Это действие должно выполняться одинаково всеми представителями вида.
- 3) Это действие должно соответствовать организации животного.
- 4) Это действие должно быть приспособлено к экологическим условиям обитания вида.

Сложные безусловные рефлексы животных по П.В.

Симонову

Витальные: пищевой, питьевой, оборонительный, регуляции сна и бодрствования, «экономии сил».

Ролевые: половой, родительский, эмоциональный, сопереживания, территориальный, иерархический.

Рефлексы саморазвития: игровой, ориентировочно-исследовательский, имитационный, рефлекс «свободы».

Обучение

Обучение это процесс, состоящий в появлении адаптивных изменений индивидуального поведения в результате приобретения опыта (Торп, 1963).

Обучение обеспечивает адаптацию животных к быстрым и случайным изменениям внешней среды.

Категории и формы обучения

Неассоциативное обучение: суммационная реакция, привыкание, импринтинг, подражание.

Ассоциативное обучение: классический условный рефлекс, инструментальный условный рефлекс.

Когнитивное обучение: поведение, направляемое образами, элементарная рассудочная деятельность животных, вероятностное прогнозирование.

Виды условных рефлексов (УР)

УР – это индивидуальные приобретенные реакции животных и человека, возникающие на основе образования временной связи между двумя группами корковых клеток, воспринимающими действие условного и безусловного стимулов.

В зависимости от вида потребностей, на удовлетворение которых направлены УР, их делят на витальные (пищевой), ролевые (половой), рефлекс саморазвития и имитационные.

В зависимости от вида безусловного рефлекса, на основе которого они вырабатываются, выделяют условно-ориентировочные, условно-оборонительные и другие УР.

По соотношению во времени условного и безусловного стимулов выделяют наличные и следовые УР.

Правила образования УР

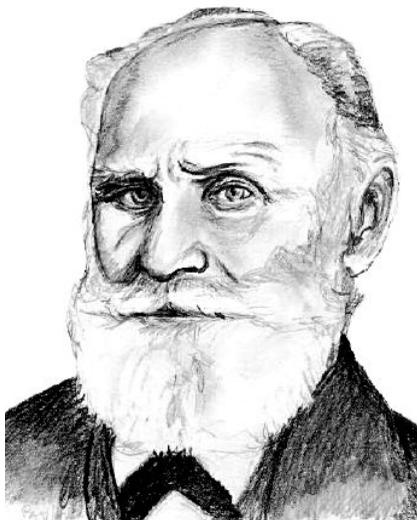
Необходимо сочетание какого-либо индифферентного раздражителя (условный стимул) с безусловным раздражителем, вызывающим соответствующий безусловный рефлекс.

Необходимо, чтобы действие условного стимула предшествовало действию безусловного.

Условный стимул должен быть слабее безусловного и по возможности более индифферентным.

Необходимо нормальное деятельное состояние коры головного мозга.

Во время выработки рефлекса должны быть исключены все посторонние раздражители.



И.П. Павлов

Общие признаки условных рефлексов

Условные рефлексы (УР) носят приспособительный характер, они делают поведение животных особенно пластичным, подогнанным к конкретным условиям существования.

УР образуются при участии высших отделов головного мозга.

УР приобретаются и отменяются в жизни каждой конкретной особи.

УР носит сигнальный характер. Он предупреждает животное о предстоящем биологически значимом событии.

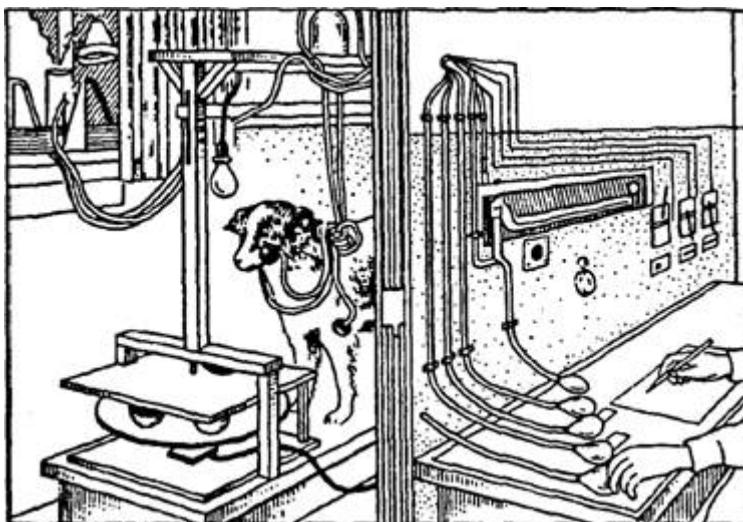


Рис. 1. Установка для выработки условных рефлексов

Механизмы образования условных рефлексов (УР)

1. Конвергентная теория образования УР

Необходимым условием образования временной связи является сходимость в одной или нескольких точках мозга нервных импульсов, вызванных действием условного и безусловного стимулов. Дополнительными условиями образования временной связи являются взаимодействие этих импульсов, следовые процессы и процессы потенциации. Следствием этого является избирательное повышение проводимости синаптических контактов и замыкание временной связи.

2. Теория образования УР в результате синтеза двух безусловных рефлексов (Э.А. Асратян)

Было установлено, что дуга сложных безусловных рефлексов состоит из нескольких ветвей, которые проходят через разные

уровни ЦНС, но одна из них проходит через кору головного мозга.

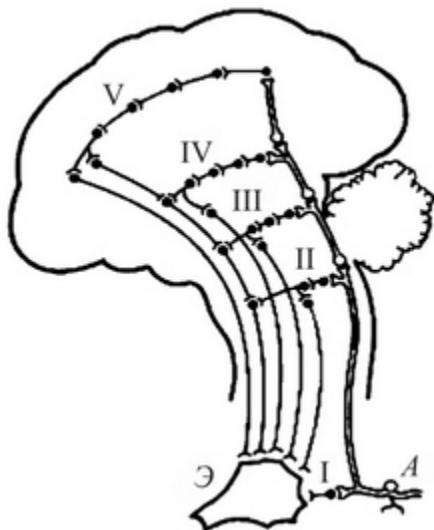


Рис. 2. Схема многоуровневой (многоэтажной) рефлекторной дуги по Э.А. Асратяну: А — афферентный сигнал; Э — эфферентный ответ; I — спинальный; II — бульварный; III — мезэнцефалический; IV — диэнцефалический; V — корковый

Основываясь на этих данных, Э.А. Асратяном было выдвинута гипотеза о том, что замыкание временной связи происходит между корковыми представительствами двух безусловных рефлексов. В последующем эта гипотеза получила экспериментальное подтверждение. В ходе экспериментов попарно сочетали разные безусловные рефлексы, в частности, пищевой и защитный мигательный, и были обнаружены УР с двусторонней временной связью.

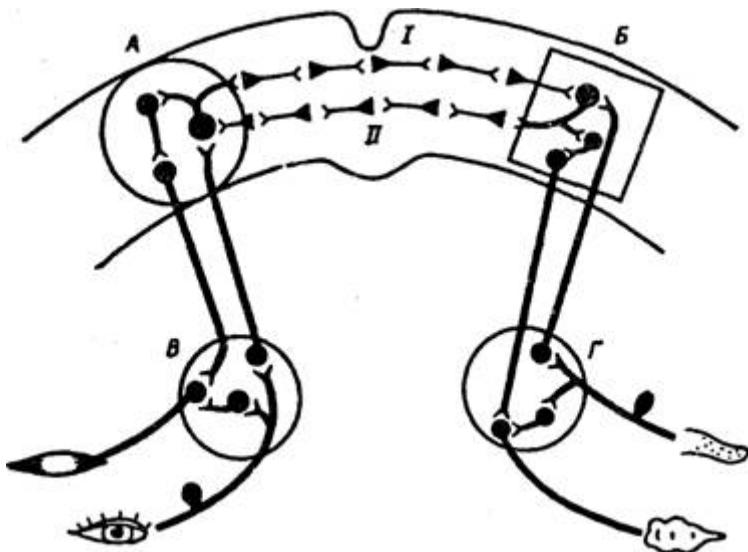


Рис. 3. Схематическое изображение условного рефлекса с двухсторонней связью (по Э.Л.Асратяну, 1970).

А — кортикальный пункт мигательного рефлекса, Б — пищевого рефлекса, В и Г — подкорковые центры мигательного и пищевого рефлексов; I — прямая временная связь, II — обратная

Стадии формирования УР

Стадия генерализации УР

В этой стадии УР вызывается не только самим условным стимулом, но и близкими к нему раздражителями.

Стадия специализации УР

При неподкреплении раздражителей сходных с условным стимулом, сохраняется рефлекторная реакция только на сам условный стимул.

Компонентный состав УР

УР как правило воспроизводит структуру безусловного рефлекса, на основе которого он вырабатывается. Обычно УР имеет многокомпонентный состав и включает изменение дыхания, сердечной деятельности, изменение сосудистого тонуса, секреции, обмена веществ и т.д.

Доминанта

Учение о доминанте было создано Алексеем Алексеевичем Ухтомским.

Под доминантой понимают временно господствующий рефлекс, который направляет деятельность нервных центров в данный момент.

В структурном плане доминанта представляет собой функциональное объединение нервных центров, расположенных на разных «этажах» ЦНС.

Доминанта характеризуется наличием в ЦНС сильного очага возбуждения, который отличается высокой возбудимостью, инертностью, способностью суммировать возбуждения, подавлять нервные центры, не входящие в состав доминанты.

Доминанта играет важную роль в смене одного поведения другим.

Торможение рефлекторной деятельности: виды торможения

Внешнее или безусловное торможение: «гаснущий тормоз», «постоянный тормоз», запредельное торможение.

В основе механизма внешнего торможения лежат конкурентные отношения между рефлексами. При этом физиологически более сильный рефлекс по механизму доминанты тормозит более слабый.

Внутреннее или условное торможение: угасательное, дифференцировочное, «условный тормоз», торможение запаздывания.

Согласно гипотезе П.К. Анохина, в основе механизма внутреннего торможения лежит конкурентная борьба, столкновение разных возбуждений.

Влияние наследственных факторов на поведение

Изучением наследственной обусловленности поведения занимается дисциплина - генетика поведения.

В исследованиях на животных используется метод селекции «чистых линий», метод гибридизации.

В наблюдениях на людях широко используется «близнецовый метод».

Важная роль наследственных факторов в формировании поведения проявляется в наследственной обусловленности ряда психических заболеваний генетической природы (фенилкетонурия, хорья Геттингтона, болезнь Дауна и др.), которые сопровождаются расстройствами ВНД и поведения, а также в наследственной обусловленности свойств нервной системы (сила, лабильность, подвижность и др.).

Проведенные исследования показали, что поведенческие признаки детерминируются многими генами, вклад же каждого из них незначителен.

Эмоции, виды эмоций

Эмоция есть отражение мозгом какой-либо актуальной потребности (ее качества и величины) и вероятности ее удовлетворения, которую мозг оценивает на основе врожденного и приобретенного опыта (П.В. Симонов).

Виды эмоций: аффект, настроения и чувства.

Считается, что в процессе эволюции эмоции возникают как специальный механизм оценки биологической значимости внешних раздражителей, состояний организма и эффективности собственного поведения.

Характеристики эмоций, корреляты эмоций

Эмоции различаются по модальности, в частности, - по знаку, силе, продолжительности, глубине, осознанности, условиям возникновения, выполняемым функциям, по характеру воздействия на организм и т.д.

Знак, модальность, сила и глубина эмоций находят выражение в мимике, жестах и голосе.

Эмоции сопровождаются характерными изменениями вегетативных функций: ростом артериального давления и частоты пульса, изменением ритмики дыхания, электродермальной активностью, сосудистыми реакциями и др.

Функции эмоций

Отражательно-оценочная: эмоции отражают актуальную потребность и вероятность ее удовлетворения.

Переключающая: эмоции переключают поведение.

Подкрепляющая: эмоции обеспечивают успешную выработку УР.

Компенсаторная: эмоции компенсируют недостаток прагматической информации.

Коммуникативная: эмоции несут информацию о эмоциональном состоянии индивида, и эта информация может использоваться при установлении социальных контактов между разными особями.

Структуры мозга, участвующие в формировании эмоций

Важную роль в формировании эмоций играет лобная и височная кора головного мозга, а также структуры лимбической системы, в особенности, гипоталамус, гиппокамп и миндалина.

Нейрохимия эмоций

Важную роль в формировании эмоций играют биогенные амины (серотонин, норадреналин, дофамин и др.).

Установлено, что у людей покончивших с собой вследствие депрессии, содержание норадреналина и серотонина в структурах мозга, снижено.

Введение животным вещества предшественника серотонина приводило к снижению их агрессивности.

Теории эмоций

Периферическая теория эмоций (Джеймс, 1922, Ланге, 1885)

Таламическая теория эмоций (Кеннон, Бард, 1934)

Гипоталамическая теория эмоций (Гесс, 1949)

Активационная теория эмоций (Линдсли, 1960)

Информационная теория эмоций (Симонов, 1964)

Потребности и мотивации

Потребность – это испытываемая субъектом необходимость в чем-либо, без чего невозможно его существование и развитие. Различают потребности витальные, социальные и идеальные.

Мотивации – это внутренние побуждения, вызывающие активность организма и определяющие ее направленность.

Виды мотиваций: первичные и вторичные (по Миллеру), а также витальные, социальные и идеальные (по Симонову).

Методы изучения биологических мотиваций: методика свободного выбора пищи, раздражение и самораздражение зон удовольствия, расположенных в гипоталамусе и др.

Связь между потребностями, мотивациями и эмоциями: на основании потребности формируется мотивация, ее реализация в целенаправленных актах поведения сопровождается эмоциями положительного или отрицательного знака (В.Г. Кассиль).

Мотивационное возбуждение

Проведенные исследования показали, что при формировании различных мотиваций (голод, жажда, секс и др.) в ЦНС формируется очаг мотивационного возбуждения. Причем

первоначально очаг возбуждения формируется в гипоталамусе. Затем формируются вторичные очаги возбуждения в коре и структурах лимбической системы. Возникающее в этих случаях мотивационное возбуждение обладает свойствами доминанты. Благодаря этому, поведение в каждый момент времени направляется какой-то одной актуальной и доминирующей потребностью.

Физиологические теории мотиваций

Периферическая теория мотиваций

Гуморальная теория мотиваций

Гипоталамическая теория мотиваций

Согласно современным представлениям, только совместное участие гипоталамуса, лимбических структур и коры головного мозга формирует целостное поведение животных.

Теория функциональных систем и поведение

Под функциональной системой понимают совокупность нервных центров, вегетативных и двигательных аппаратов, объединенных в единую систему для достижения некоторого полезного для организма результата.

Именно этот полезный результат и выступает в роли системообразующего фактора.

Основные этапы формирования поведенческого акта.

1. Стадия афферентного синтеза

Связана с синтезом информации, необходимой для принятия решения.

Включает учет доминирующей мотивации, анализ обстановочной афферентации, извлечение необходимой информации из памяти, учет пусковой стимуляции.

2. Стадия принятия решения о том, что, как и когда нужно сделать, чтобы получить нужный результат.

В ходе этой стадии формируется цель поведения и акцептор результатов действия.

3. Стадия формирования рабочей программы действия



Автор теории функциональных систем П.К. Анохин

4. Стадия реализации программы действия

Завершается получением некоторого фактического результата.

5. Стадия оценки результатов действия

Включает сравнение фактического и желаемого результатов действия в акцепторе результатов деятельности. Если эти результаты совпадают, то субъект испытывает положительные эмоции, цель поведения достигнута и данное поведение

прекращается. Если результаты не совпадают, то субъект испытывает отрицательные эмоции, которые побуждают его на поиск других более эффективных форм поведения. Вновь начинается стадия афферентного синтеза и т.д. Так продолжается до тех пор, пока цель поведения не будет достигнута, либо субъект откажется от указанной цели.

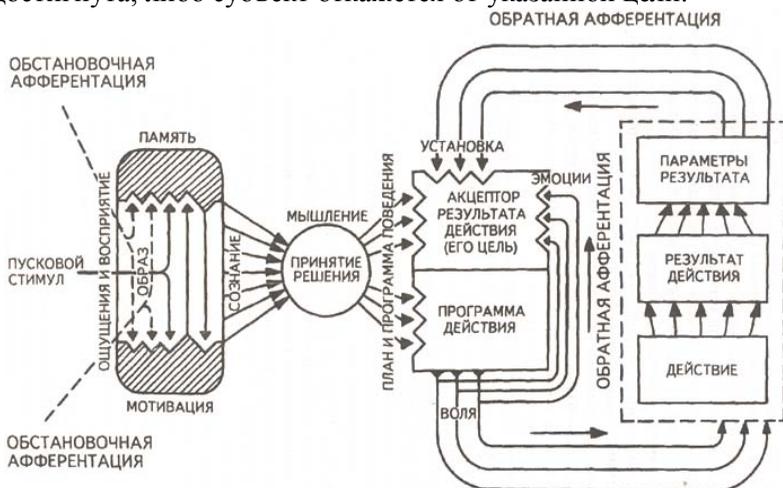


Рис. 4. Структурно-функциональная организация функциональной системы по П.К. Анохину

Механизмы памяти, виды биологической памяти

Память можно определить как сохранение информации о сигнале после того, как действие сигнала уже прекратилось. Эта информация может быть использована при обработке последующих сигналов или воспроизведена без нарушения свойств и характера записи (Соколов, 1981).

Память это процесс кодирования информации об окружающей действительности, сохранение и последующее воспроизведение этой информации.

Формы биологической памяти: генетическая, иммунологическая и неврологическая.

Существующие классификации видов неврологической памяти

По времени сохранения информации выделяют сенсорную память, кратковременную, оперативную и долговременную память.

По содержанию сохраняемой информации выделяют декларативную память (память на лица, события, предметы и др.) и процедурную память (память на движения).

Выделяют также произвольную и непроизвольную память, слуховую, зрительную и другие виды памяти.

Современные представления о механизмах памяти

Реверберационная гипотеза кратковременной памяти, в соответствии с которой информация в кратковременной памяти может сохраняться посредством циркуляции нервных импульсов по замкнутому нейронным цепям.

Гипотеза о важной роли в механизмах долговременной памяти морфофункциональных перестроек, происходящих в синапсах при многократном прохождении через них нервных импульсов.

Структуры мозга, участвующие в формировании памяти

Кора головного мозга,
Таламус,
Гипоталамус,
Гиппокамп,
Миндалины,
Хвостатое ядро,
Структуры лимбической системы.

Нейрохимия памяти

В настоящее время установлено, что важную роль в процессах обучения и памяти играют нейромедиаторы (ацетилхолин, норадреналин, серотонин и др.), белки и

нуклеиновые кислоты, а также нейропептиды и гормоны (гипофизарный гормон АКТГ, гормоны коры надпочечников и др.).

Нарушения памяти

Ретроградная амнезия: утрачивается память на события, которые непосредственно предшествовали амнестическому воздействию (например, гипоксия).

Антероградная амнезия: утрачивается память на события, которые имели место после амнестического воздействия.

Корсаковский синдром: потеря памяти вследствие алкогольного опьянения.

Детская амнезия: большинство людей утрачивают память на события первых 5 лет жизни.

Сон и бодрствование

Сон это тормозное состояние, характеризующееся резко сниженной поведенческой активностью животного или человека, резким ограничением его контактов с окружающей средой, пониженной активностью нервных центров.

Бодрствование – состояние, противоположное сну, характеризуется высокой возбудимостью нервных центров, поведенческой активностью животного, активным взаимодействием с окружающей средой.

Виды сна

Суточный сон (монофазный и полифазный)

Сезонный сон (зимняя или летняя спячка)

Наркотический сон

Гипнотический сон

Патологический сон

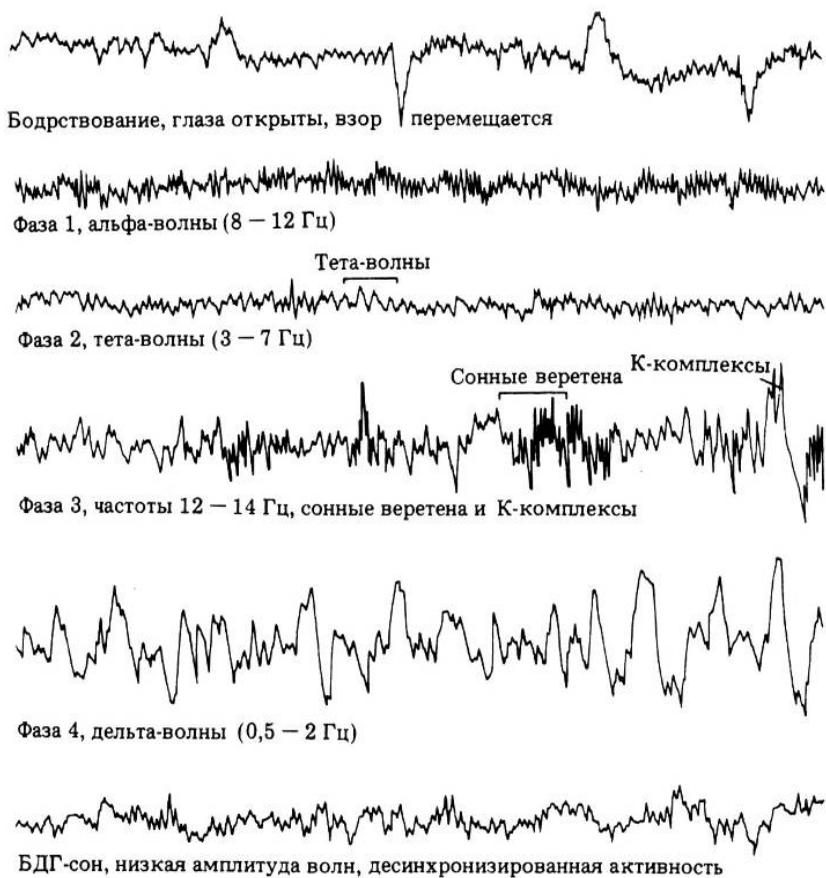


Рис. 5. ЭЭГ человека во время сна

Стадии суточного сна

Спокойное бодрствование: в ЭЭГ доминирует альфа-ритм частотой 8-13 Гц.

Переход от бодрствования ко сну: в ЭЭГ исчезает альфа-ритм и появляются мелкие тета-волны.

Засыпание и самый поверхностный сон: в ЭЭГ доминируют тета-волны частотой 4-7 Гц.

Поверхностный сон: в ЭЭГ наблюдаются вспышки бета-ритма и К-комплексы.

Умеренно глубокий сон: в ЭЭГ наблюдаются быстрые дельта-волны частотой 3.0 -3.5 Гц.

Глубокий сон: в ЭЭГ наблюдаются дельта-волны частотой 0.7 – 1.2 Гц.

Стадия парадоксального сна: в ЭЭГ наблюдается низкоамплитудная десинхронизованная электрическая активность, характерная для бодрствующего человека.

Теории сна, структуры мозга, участвующие в формировании сна

Теория центра сна

Деафферентационная теория сна

Ретикулярная теория сна

Серотонинергическая теория сна

В формировании сна участвуют кора мозга, РФ, таламус, гипоталамус, базальные ганглии, ядра шва, голубое пятно и др. структуры мозга.

Стресс

Стресс – это системная защитная реакция организма, которой он отвечает на воздействие чрезвычайных по силе раздражителей.

Сильнодействующие факторы, вызывающие стресс, называют стрессорами или стресс-факторами.

Виды стресса: физиологический, психологический (эмоциональный, информационный), острый, хронический.

Стадии стресса: стадия тревоги, стадия резистентности, стадия истощения.

Стресс реализующие и стресс лимитирующие системы

Стресс реализующие системы: гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система, симпатoadреналовая система.

Стресс лимитирующие системы: ГАМК-эргическая, эндогенные опиаты, простагландины, антиоксидантная система, парасимпатическая нервная система.

Повреждающее действие стресса

Перенапряжение нервных процессов – невроз – соматическое заболевание.

Чрезмерная активация реакций перекисного окисления липидов (ПОЛ) – образование свободных радикалов - разрушение клеточных мембран.

Возникновение иммунодефицитных состояний – рост злокачественных новообразований.

Индикаторы стресса

Наиболее надежными индикаторами стресса являются гормональные сдвиги: резкое повышение уровня гипорфизарных гормонов в крови (АКТГ, СТГ, ТТГ), а также гормонов коры надпочечников (глюкокортикоидных гормонов) и гормонов мозгового слоя надпочечников (адреналин, норадреналин).

Вероятные индикаторы стресса

Профузный пот: капли пота скапливаются на висках и шее

Частые позывы на дефекацию («медвежья болезнь»)

Диурез на психогенной основе

Мышечная скованность, нарушение координации движений

Дрожание пальцев рук (тремор)

Повышенная внушаемость

Затруднения в подборе слов

Преобладание в речи междометий

Рассудочная деятельность высших антропоидов

Способность использовать и даже изготавливать примитивные орудия.

Способность усваивать языки-посредники на уровне двух-трехлетнего ребенка.

Способность понимать устную человеческую речь.

Способность узнавать себя в зеркале.

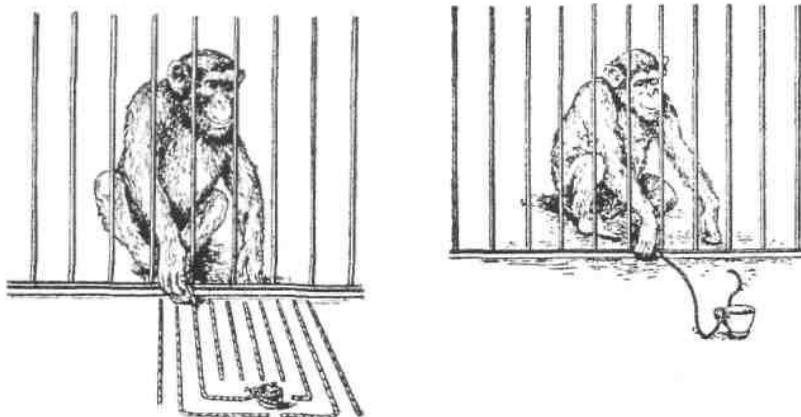


Рис. 6. Использование орудий антропоидами



Рис. 7. Изготовление и использование примитивных орудий антропоидами

Особенности ВНД человека

Наличие двух сигнальных систем.

Первая сигнальная система присуща и животным, оперирует реальными физическими сигналами, обеспечивает конкретное отображение действительности в виде ощущений.

Вторая сигнальная система присуща только человеку, оперирует вербальными стимулами, обеспечивает обобщенное отражение действительности в виде понятий, зафиксированных в словах.

Ярко выраженная функциональная специализация полушарий головного мозга.

Наличие речи, как формы общения, опосредованной языком.

Наличие мышления, как опосредованного и обобщенного, отражение действительности, в основе которого лежит произвольное оперирование образами и которое дает знание о наиболее существенных свойствах, связях и отношениях между объектами окружающего мира.

Наличие сознания, как высшей формы психического отражения и саморегуляции, присущей человеку, как общественно-историческому существу.

Особенности второй сигнальной системы

На словесные раздражители можно легко и быстро выработать у человека разнообразные условные рефлексы. Например, можно выработать условно-оборонительный рефлекс, сочетая условный стимул – слово (дом) с болевым электрокожным подкреплением. Оказалось, что слова, близкие по смыслу к условному слову-стимулу (хата, изба и др.), вызывают оборонительную реакцию (ОБР), а слова, далекие по смыслу, вызывают ориентировочную реакцию (ОР).

Эти исследования показали, что слова в нашей памяти образуют связки в соответствии с их семантическим значением.

Функциональная асимметрия мозга

Функциональная асимметрия мозга (ФАМ) проявляется в том, что морфологическая симметрия полушарий мозга сочетается с их функциональной неоднозначностью, т.е. правое и левое полушария мозга выполняют разные функции.

Согласно одной из гипотез, возникновение в эволюции ФАМ было связано с выходом водных животных на сушу и разделением конечного мозга на два полушария, что было вызвано необходимостью ориентации в этой новой воздушной среде.

В эволюции взглядов на природу ФАМ выделяют три периода.

Долгое время считалось, что полушария мозга эквипотенциальны.

Предполагалось, что существует четкое разделение функций между полушариями (например, за речь и письмо отвечает левое полушарие, за анализ изображений – правое).

Согласно современным представлениям, в обеспечении многих сенсорных и психических функций (например, речи) правое и левое полушария мозга участвуют совместно, но решают разные задачи.

Значительный вклад в изучении ФАМ внесли наблюдения Р. Сперри и др. за больными с «расщепленным мозгом», у которых в лечебных целях были перерезаны комиссуральные волокна, соединяющие левое и правое полушария мозга. Эти наблюдения показали, что у большинства людей за речь и письмо отвечает левое полушарие.

Латерализация речи

В коре головного мозга имеются два речевых центра - моторный центр речи П. Брока и сенсорный центр речи Вернике.

Согласно современным данным, в центре Вернике хранится информация о последовательности звуков в словах и именно здесь происходит узнавание слов.

В центре Брока в соответствии с подобранным словом формируется моторно-речевая программа, которая затем направляется в зоны двигательной коры, отвечающие за вокализацию.

Проведенные исследования показали, что примерно у 95% «правшей» речевые центры находятся в левом полушарии. У 70% «левшей» эти центры находятся там же, но у 15% «левшей» указанные центры находятся в правом полушарии.

Кроме того, были обнаружены индивиды с билатеральным расположением речевых центров.

Методы выявления речевого полушария

Проба Вада: в одну из сонных артерий, питающих соответствующее полушарие, вводят снотворное. После этого исследуют речевые способности пациента.

С помощью сильного электрического разряда одно из полушарий «выключается» на 30-50 мин.

Метод дихотического прослушивания слов.

Одновременно в правое и левое ухо пациента предъявляют два разных списка слов и в паузе предлагают воспроизвести запомнившиеся слова. Если лучше воспроизводятся слова, предъявленные в правое ухо, то речевые центры расположены в левом полушарии, и наоборот.

Функции левого полушария Функции правого полушария

Анализ правого зрительного поля.

Анализ левого зрительного поля.

Стереогнозис (правая рука).

Стереогнозис (левая рука).

Лексика и семантика речи.

Эмоциональная окраска речи.

Письмо.

Пространственное воображение.

Полноценная речь.

Зачаточная речь.

Виды асимметрий

Моторные асимметрии: касаются рук и ног (ведущая рука, ведущая нога)

Сенсорные асимметрии: касаются органов чувств (ведущий глаз, ухо и др.)

Психические асимметрии: касаются психических функций (речь и др.).

Индивидуально-своеобразное сочетание сенсорных, моторных и психических асимметрий определяют как индивидуальный профиль асимметрии или латеральный фенотип.

Латеральный фенотип

Латеральный фенотип является важной конституциональной характеристикой человека.

Определяет эффективность адаптации, влияет на успешность обучения в школе и вузе, от него зависит предрасположенность к ряду нервно-психических заболеваний (неврозы, эпилепсия, шизофрения), уровень ситуативной и личностной тревожности, стрессоустойчивость, уровень интеллекта и др.

Осознаваемое и неосознаваемое в деятельности мозга

Осознать – это значит получить возможность передать свое знание другим людям и все, что не может быть передано другим людям, – не осознается.

Для осознания буквы или цифры необходимо, чтобы этот стимул вызвал активацию нейронов сенсорной коры продолжительностью не менее 300-500 мс. В противном случае стимул не осознается.

Мозг по-разному реагирует на неосознаваемые нейтральные и эмоциональные слова.

На неосознаваемые условные стимулы возможна выработка условных рефлексов.

Сознание, современные концепции сознания

Сознание – это высший уровень психического отражения и саморегуляции, присущий человеку, как общественно-историческому существу.

Концепция «светлого пятна» (Павлов, 1913).

Концепция информационного синтеза (Иваницкий, 1976).

Коммуникативная концепция сознания (Симонов, 1982).

Электромагнитная теория сознания (McFadden, 2002).

Конституция и индивидуальность

Индивидуальность характеризует своеобразие психики и личности индивидуума, ее неповторимость.

Под общей конституцией понимают совокупность наиболее существенных индивидуальных особенностей и свойств, закрепленных в наследственном аппарате и определяющих специфичность реакций всего организма на воздействия среды (В.М. Русалов).

Общая конституция включает в себя, как частные конституции: хромосомную, телесную, биохимическую, функциональную, нейродинамическую (свойства нервной системы) и психодинамическую (свойства темперамента).

Ранее под конституцией понимали тип телосложения индивидуума. Например, немецкий психиатр Эрнст Кречмер выделил и описал астенический, пикнический и атлетический типы телосложения, которые отличались ростом, длиной конечностей, массой тела, окружностью груди и развитием мускулатуры. По Э. Кречмеру указанные лица в разной степени подвержены психическим заболеваниям: «астеники» – шизофрении, «пикники» – МДП.

Выделяют главные, или наследуемые, и второстепенные признаки конституции. Последние в значительной степени формируются под влиянием среды. В.П. Казначеев к главным признакам конституции относит рост, преобладающий тип обмена веществ и тип реагирования, проявляющийся в разных

стратегиях адаптации («стайер», «спринтер», «микст»), а массу тела относит к второстепенным признакам.

Свойства нервной системы

Сила по И.П. Павлову – характеризует выносливость нервных клеток.

Подвижность по И.П. Павлову – характеризует скорость, с которой нервная система переходит от возбуждения к торможению и наоборот.

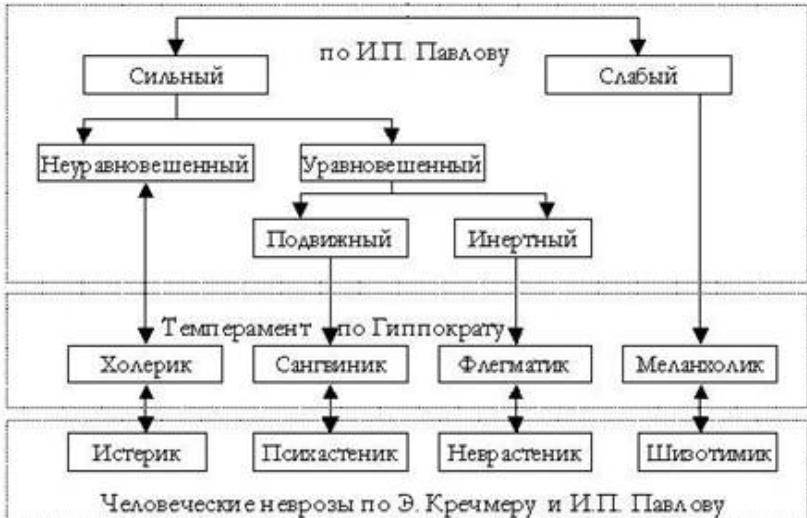


Рис. 8. Тип ВНД и темперамент

Баланс по И.П. Павлову – характеризует соотношение основных нервных процессов (возбуждение и торможение).

Лабильность по Б.М. Теплову – характеризует максимальную частоту, с которой нервная система может генерировать процесс возбуждения или торможения.

Динамичность по В.Д. Небылицыну – характеризует скорость образования и угасания временных связей.

Специально человеческие типы ВНД

По соотношению первой и второй сигнальных систем выделяют: *художественный тип*, с преобладанием первой сигнальной системы; *мыслительный тип*, с преобладанием второй сигнальной системы; *промежуточный тип*, у этих лиц отсутствует доминирование одной из сигнальных систем.

В настоящее время эта классификация получила иное толкование: художественный тип – правополушарные индивиды, мыслительный тип – левополушарные индивиды.

Сходную классификацию психологических типов личности предложил английский исследователь Грей Уолтер. По характеру альфа-активности он выделил три типа людей.

Тип Р – альфа-ритм присутствует при открытых и закрытых глазах.

Тип М – альфа-ритм отсутствует.

Тип R – альфа- ритм присутствует при открытых глазах и подавляется при открывании глаз.

Для типа Р характерен словесно-логический способ мышления, для типа М – образный. Представители типа R могут использовать оба способа мышления. В человеческих популяциях типы Р и М встречаются в 15% случаев, представители типа R – в 70% случаев.

Темперамент в структуре индивидуальности

Темперамент – это совокупность формальных, динамических характеристик поведения.

Темперамент характеризует энергетическую сторону поведения человека, его интенсивность, скорость, темп, а также эмоциональные особенности поведения человека.

Свойства темперамента: импульсивность, тревожность, пластичность, эмоциональная возбудимость, сила эмоций, реактивность и др. Наиболее важными из них являются общая активность и эмоциональность.

Свойства темперамента генетически детерминированы. В частности, в исследованиях на животных с помощью метода селекции чистых линий показано, что общая активность и

сложные формы поведения, связанные с прохождением лабиринта, наследственно обусловлены.

Вместе с тем, оказалось, что выделенные еще Гиппократом, типы темперамента (холерик, сангвиник, флегматик и меланхолик), в чистом виде встречаются крайне редко.

В настоящее время специалисты в области дифференциальной психофизиологии считают, что для создания научно обоснованной классификации типов темперамента необходимо тщательно выделить и описать все свойства темперамента, изучить их наследственную обусловленность, а также связь с другими конституциональными признаками (пол, свойства нервной системы, латеральная организация мозга и др.).

Только после этого можно переходить к созданию научно-обоснованной классификации типов темперамента. В равной степени это касается и типов ВНД.

Методические указания к проведению практические занятия

Занятие 1. Методы изучения моторных, сенсорных и психических асимметрий у человека

Цель занятия: освоить методы изучения сенсорных, моторных и психических асимметрий у человека.

Задачи:

1. В ходе занятия каждый учащийся должен освоить методики определения ведущей руки, глаза, уха, ноги;
2. Освоить технику выявления «речевого полушария» с помощью метода дихотического прослушивания слов.

Оборудование и материалы: Прибор КТД-8 со встроенным аудиометром, персональный компьютер, программа «Voice», таблица со списками слов, анкета для определения ведущей руки, глаза, уха, ноги.

Время – 2 часа

Вводная часть

Во вводной части учащимся напоминают, что анатомическая симметрия полушарий мозга сочетается с их функциональной асимметрией. Это означает, что правое и левое полушарие выполняют разные функции. В частности, у большинства людей за речевую функцию отвечает левое полушарие. Традиционно различают сенсорные, моторные и психические асимметрии. Сенсорные асимметрии касаются органов чувств, моторные – рук и ног, психические асимметрии – психических функций и, в частности, речи.

Присущее каждому человеку индивидуально своеобразное сочетание сенсорных, моторных и психических асимметрий и симметрий обозначают как профиль асимметрии или латеральный фенотип. Многочисленными исследованиями

показано, что латеральный фенотип является важной, конституциональной характеристикой индивидуума, от которой зависит успешность адаптации к неблагоприятным воздействиям, уровень интеллекта, успешность обучения, эффективность выполнения операторской деятельности, предрасположенность к различным заболеваниям и др. Таким образом, определение латерального фенотипа имеет большое практическое значение, в частности, для профориентации и профотбора.

ТЕСТОВАЯ КАРТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕДУЩЕЙ РУКИ, ГЛАЗА, УХА, НОГИ

Ф.И.О. _____

возраст ____ **дата** _____

ПРОБА	ПРАВ БЫЙ	ПРАВ БЫЙ- ЛЕВЫЙ	ЛЕВЫ Й
Ведущий глаз:			
а) тест “дырочка в карте”			
б) тест с карандашом			
Ведущая нога:			
а) нога (точная) в футболе			
б) толчковая нога в прыжках			
в) тест колено на колено			
г) перекрест голеней и стоп			
Ведущее ухо: а) разговор по телефону			
б) прислушивание			
в) слуховой порог на частоте 1000 Гц, дБ	ПРАВОЕ УХО	ЛЕВОЕ УХО	
1 замер			
Динамометрия, кг	ПРАВАЯ РУКА	ЛЕВАЯ РУКА	
1 замер			
2 замер			
3 замер			

АНКЕТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕДУЩЕЙ РУКИ

Инструкция: напишите фамилию, другие сведения о себе; отвечайте на вопросы анкеты, ставя знак “+” в соответствующей колонке.

Ф.И.О. _____

возраст ____ дата _____

	Правой		Любой	Левой	
	только	чаще		только	чаще
Какой рукой Вы пишете?					
Какой рукой Вы рисуете?					
Какой рукой бросаете мяч, камни?					
Какой рукой держите ракетку для игры в теннис (бадминтон, лапту)?					
Какой рукой зажигаете спичку?					
Какой рукой режете бумагу ножницами?					
Какой рукой вдеваете нитку в иглу?					
Какой рукой режете хлеб?					
Какой рукой расчесываетесь?					
Какой рукой Вы сдаете карты?					
Какой рукой держите молоток когда забиваете гвозди?					
Какой рукой держите зубную щетку?					

Сумма баллов _____

СПИСКИ СЛОВ ДЛЯ ДИХОТИЧЕСКОГО ТЕСТА

Ф.И.О. _____ возраст ____ дата _____

ЛЕВОЕ УХО	ПРАВОЕ УХО	ЛЕВОЕ УХО	ПРАВОЕ УХО
ЛОБ	РИТМ	НОС	КРЕСТ
МЫШЬ	ФОРТ	КОТ	ТОН
ХОЛМ	ГВОЗДЬ	ПИК	МЯЧ
МЕХ	СТАЛЬ	КРАЙ	ДРУГ
ЛАК	ХРАП	ТКАНЬ	ГЕРБ
РОТ	МАЙ	БРОВЬ	МИР
ДЕНЬ	ЗВУК	ПЛЯЖ	МЕЧ
ВОЛК	БАС	СОМ	ПОРТ
ЛЕН	БРИГ	БЛЕСК	ШУМ
ИЛ	СУД	ЛОСЬ	КЛИЧ
ДУБ	ХОР	ФАРШ	КЛИН
ВЕК	КУБ	МАК	БОРТ
ГЛАЗ	ВКУС	СОН	ДИСК
ЛЕВ	МИГ	ВИНТ	БАЛ
СОРТ	ПИСК	РЫСЬ	ВЕСТЬ
ГРОМ	ЩИТ	ДРЕЛЬ	ЛУК
ЧАС	ЗЫБЬ	ГОД	ТРЮМ
РАК	ПОСТ	ШМЕЛЬ	ГОСТЬ
ЗВОН	ВАЛ	ГРИБ	РЕВ
ШАРФ	ГНОМ	СВИСТ	ГРАНЬ
СОЛЬ	РИСК	РИС	ГРАЧ
СТУК	БОР	СВЕТ	ФЛАГ
НОЧЬ	СЛОГ	РОЖЬ	ВЛАСТЬ
КИТ	ТЮК	ПАР	СТЕПЬ
ШАЛЬ	НЕФТЬ	ГУСЬ	ШЛЕМ
ЧАЙ	ПЛЮС	ПЕНЬ	ДОЧЬ
ПЛАЩ	СЛОН	РИФ	ЛЕД
ЛУЧ	БРАТ	ТОРТ	БОКС
ВЕС	ТОМ	МРАК	СНЕГ
КРОТ	БАНК	ЛИСТ	ГАЗ
ПЛЕД	КОНЬ	СОК	ТИК
ЖУК	ДАР	НИТЬ	ДОЖДЬ
ДЫМ	СТУЛ	СУП	ШАР
ПАРК	ДВОР	МЕЛЬ	КРЮК
ЦВЕТ	КЛЕН	КЕДР	БЛОК
РОСТ	ГРАД	КАРП	РИСК
БЫК	РЯД	СЫР	МЕЛ
СТОЛ	ШНУР	СЫН	ТОК
РОЛЬ	КРЕМ	МОХ	ШКАФ
ЕЛЬ	ЗУБ	ЛИФТ	САД

Ход занятия

Учащиеся самостоятельно отвечают на вопросы анкеты для определения «рукости», подсчитывают результаты тестирования в баллах, определяют какая рука у них является ведущей. Ответы «Только правой» оцениваются: + 2 балла, «Чаще правой»: + 1 балл, «Только левой»: –2 балла, «Чаще левой»: –1 балл и «Любой»: 0 баллов.

Интерпретация результатов анкетирования:

- если сумма набранных баллов больше 18 – выраженная праворукость;
- если сумма баллов варьирует от 9 до 17 – слабая праворукость;
- если сумма баллов меньше – 18 – выраженная леворукость;
- если сумма баллов варьирует от –9 до –17 баллов – слабая леворукость;
- если сумма баллов варьирует от –8 до 8 баллов – имеет место функциональная симметрия рук, мануальное предпочтение отсутствует, обе руки развиты одинаково.

Для более точного выявления ведущей руки учащиеся самостоятельно определяют силу кисти правой и левой руки с помощью динамометра. Ведущей является та рука, которая развивает усилие на 2 кг и более, чем другая.

Для выявления ведущего глаза учащиеся самостоятельно выполняют тесты «Прицеливания» и «Дырочка в карте». Ведущим является тот глаз, при закрытии которого точка прицеливания смещается и на который падает световой луч через дырочку в карте.

Для выявления ведущего уха предлагают учащимся поднести к левому, затем к правому уху механические часы. Ведущим является более чувствительное ухо. При разговорах по телефону обычно телефонная трубка подносится к ведущему, более чувствительному уху.

С целью более точного выявления ведущего уха измеряют у учащихся слуховые пороги левого и правого уха на частоте 1000 Гц. Ведущим является более чувствительное ухо.

При выявлении ведущей ноги используют тесты «Колено на колено», «Перекрест голеней и стоп». Ведущая нога чаще всего оказывается сверху.

При определении речевого полушария испытуемому через наушники одновременно в правое и левое ухо предъявляют два списка слов по 5 слов каждый. Эмоционально нейтральные слова (односложные существительные) предъявляются в темпе 5 слов за 3 секунды. В течение 20-секундной паузы испытуемый должен воспроизвести запомнившиеся слова. Затем предъявляют следующий список слов и тд. Всего предъявляют 16 списков по 10 слов каждый. По результатам тестирования подсчитывают коэффициент правого уха (КПУ) по следующей формуле:

$$\text{КПУ} = (\text{Sp} - \text{Sl}) / (\text{Sp} + \text{Sl}) * 100\%;$$

Где Sp – сумма правильно воспроизведенных слов, предъявленных в правое ухо;

Sl – сумма правильно воспроизведенных слов, предъявленных в левое ухо.

Интерпретация результатов тестирования:

- если КПУ больше 5 – речевые центры расположены в левом полушарии;
- если КПУ меньше -5 – речевые центры расположены в правом полушарии;
- если $-5 < \text{КПУ} < 5$ – функциональная асимметрия полушарий в отношении речевой функции не выявлена.

Чтобы убедиться в правильности результатов тестирования, необходимо через некоторое время повторить обследование или воспользоваться другим методом.

В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Занятие 2. Методы изучения восприятия интервалов времени человеком

Цель занятия: освоить методы изучения восприятия интервалов времени человеком

Задачи:

1. Освоить методы репродукции ритма, репродукции, отмеривания и узнавания интервалов времени;
2. Выяснить, какие интервалы времени воспроизводятся и отмериваются точнее других;
3. Выяснить, какой метод шкалирования интервалов времени наиболее точен (отмеривание или воспроизведение);
4. Выяснить, какое влияние на точность восприятия интервалов времени оказывает обратная связь о результатах деятельности.

Оборудование и материалы: Персональная ЭВМ, программа «Hronos».

Время – 2 часа

Вводная часть

Учащимся напоминают, что восприятие времени есть отражение мозгом длительности или последовательности каких-то событий. Точность восприятия интервалов времени зависит от способа шкалирования и длительности интервала времени, от состояния и индивидуальных особенностей человека (пол, возраст, свойства нервной системы, уровень интеллекта, темперамент и др.). Существенное модулирующее влияние на восприятие времени оказывают память и внимание. Традиционно все интервалы времени делят на короткие (меньше одной секунды), нейтральные (близкие или равные одной секунде) и длинные (больше одной секунды). Показано, что важную роль в механизмах восприятия времени играют кора мозга, таламус, гиппокамп, мозжечок.

К настоящему времени сложились три основные точки зрения на механизмы восприятия времени. Одни исследователи ведущую роль в механизмах восприятия времени отводят

эндогенным биоритмам, которые могут выполнять функцию внутренних эталонов времени. Другие исследователи считают, что в процессе трудовой и познавательной деятельности у человека формируется субъективный эталон времени, который используются в качестве своеобразной единицы измерения при определении длительности событий. Некоторые исследователи полагают, что таких эталонов времени у одного человека может быть несколько, и хранятся они в долговременной памяти субъекта.

По мнению некоторых исследователей, в пределах всякой сенсорной системы существует локальный анализатор времени, который представляет собой двухслойную нейронную сеть. Первый слой этой сети представлен нейронами преддетекторами, а второй – нейронами детекторами длительности, которые кодируют интервалы времени меченой линией или номером канала.

Ход занятия

Нескольким учащимся предлагают с помощью компьютерной программы «Hronos» воспроизвести заданный ритм. Период ритма 2000 мс, длительность стимула 200 мс. Предварительно предъявляют 10 стимулов для запоминания ритма, затем испытуемый воспроизводит этот ритм. Стимулом служит светлый квадрат со стороной 2 см, появляющийся в центре затемненного экрана монитора. Затем учащимся предлагают воспроизвести длительность зрительных стимулов (светлый квадрат): 250 мс, 1000 мс и 2000 мс. Сигналы предъявляются многократно (не менее 10 раз) и в случайном порядке. Интервал между стимулами составляет 1000 мс.

После этого предлагают учащимся отмерить те же интервалы времени. В этом случае интервалы времени задаются цифрой.

В заключение предлагают испытуемым узнать среди нескольких интервалов времени эталонный, который предварительно предъявляют несколько раз для запоминания.

О точности репродукции ритма, репродукции и отмеривания интервалов времени судят по величине относительной ошибки воспроизведенного или отмеренного интервала и стандартному отклонению. Об эффективности узнавания судят по числу правильно опознанных эталонных стимулов.

В конце занятия учащиеся делают выводы по результатам выполненной работы.

Занятие 3. Методы изучения ориентировочной реакции (ОР) у человека

Цель занятия: Освоить методы изучения ориентировочной реакции у человека.

Задачи:

1. Освоить технику регистрации ориентировочной реакции;
2. Изучить электроэнцефалографический, сердечный и кожно-гальванический компоненты ориентировочной реакции у человека;
3. Определить скорость угасания ориентировочной КГР на звук.

Оборудование и материалы: электроэнцефалограф «Энцефалан», фоностимулятор, персональная ЭВМ, компьютерные программы для предъявления стимульного материала и обработки полученных данных, электроды для регистрации ЭЭГ, ЭКГ, КГР, спирт, вата, электродная паста.

Время - 2 часа

Вводная часть

Обучающимся напоминают о том, что ориентировочная реакция (ОР) является врожденной реакцией организма, которой он отвечает на действие всякого нового раздражителя. Приспособительное значение этой реакции состоит в создании наилучших условий для восприятия и анализа нового раздражителя. ОР имеет многокомпонентный состав и сопровождается депрессией альфа-ритма, изменениями деятельности сердца и электродермальной активностью. ОР

подчиняется закону силы: более сильные раздражители вызывают и большую ОР. Важной характеристикой ОР является скорость ее угасания. По скорости угасания ОР, в частности, судят о динамичности тормозного процесса. Скорость угасания ОР обычно определяют по скорости угасания кожно-гальванического компонента ОР. Для этого испытуемому многократно предъявляют один и тот же индифферентный стимул. Критерием полного угасания ОР служит отсутствие КГР при трех последовательных предъявлениях стимула.

Ход занятия

На одного из учащихся устанавливают электроды для регистрации ЭЭГ в отведениях О1 и О2 по системе 10-20% (используют биполярный способ отведения потенциалов), а также электроды для регистрации ЭКГ (электроды устанавливают на правую и левую руки) и КГР (электроды устанавливают на внутреннюю и наружную стороны запястья левой руки испытуемого). Затем осуществляется запись ЭЭГ, КГР и ЭКГ.

Условия регистрации. Испытуемый находится в положении сидя с закрытыми глазами. В качестве слуховых стимулов используется звук частотой 1000 Гц, интенсивностью 60 дБ, длительностью 200 мс, интервал между стимулами 10 -15 с. Стимулы предъявляются до достижения выбранного критерия полного угасания ОР (отсутствие реакции при трех последовательных предъявлениях стимула). Испытуемого просят расслабиться и сидеть спокойно, не открывая глаз. После окончания регистрации исследуемых показателей учащиеся изучают компоненты ОР и определяют скорость ее угасания. В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Занятие 4. Методы изучения эмоциональных реакций человека

Цель работы: Освоить методы изучения эмоциональных реакций человека.

Задачи:

1. Изучить вегетативные и электроэнцефалографические корреляты эмоций;
2. Сопоставить реакции человека на нейтральные и эмоциогенные стимулы.

Оборудование и материалы: электроэнцефалограф «Энцефалан», персональный компьютер, программы для предъявления стимульного материала и обработки полученных данных, набор электродов для регистрации ЭЭГ, ЭКГ, КГР, спирт, вата, электродная паста.

Время – 2 часа.

Вводная часть

В этой части работы учащимся напоминают определение эмоций, какие функции они выполняют, виды эмоций, и какие структуры мозга участвуют в формировании эмоций.

По определению П.В. Симонова, эмоция есть отражение мозгом какой-либо актуальной потребности (ее качества и величины) и вероятности ее удовлетворения, которую мозг оценивает на основе врожденного и приобретенного опыта. В формировании эмоций участвуют кора мозга и лимбическая система. Различают обычно три вида эмоций: аффект, настроения и чувства. Аффект это очень сильное и кратковременное эмоциональное состояние, возникающее при неспособности субъекта найти адекватный выход из неожиданно сложившейся опасной ситуации. Настроения это продолжительные умеренные по интенсивности эмоциональные состояния, которые выступают в качестве эмоционального фона текущей психической жизни индивидуума. Высшим

проявлением эмоций у человека являются чувства. В онтогенезе они формируются позже ситуативных эмоций типа аффекта. Эмоции сопровождаются характерными вегетативными сдвигами: ростом частоты пульса и артериального давления, электродермальной активностью, изменением ритмики дыхания, сосудистыми реакциями и др.

Ход работы

1. Исследование реакции человека на эмоционально-нейтральную ситуацию мысленного представления физической нагрузки (бег по пересеченной местности). Вначале записывают фон 30 с, затем в течение 30 с испытуемый мысленно представляет, что он бежит по пересеченной местности.

Ожидаемая реакция: наблюдается повышение ЧСС на 2-16 уд/мин, депрессия альфа-ритма либо отсутствует, либо слабо выражена, генерация КГР, как правило, отсутствует. ЧСС в среднем составляет около 76,6 уд/мин.

2. Исследование реакций человека на мысленное представление ранее пережитого эмоционального события (обида или горе, радость и др.).

Предварительно проводится фоновая запись показателей в течение 30 с, затем испытуемому в течение 30 с предлагают мысленно представить ранее пережитое эмоциональное событие.

Ожидаемая реакция: наблюдаются значительные изменения ЧСС; ЧСС может повыситься до 100 уд/мин, депрессия альфа-ритма либо отсутствует, либо слабо выражена, наблюдается генерация КГР.

В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Занятие 5. Электромиографический (ЭМГ) метод в физиологии ВВД

Цель занятия: освоить этот метод

Задачи:

1. Освоить технику регистрации электромиограммы (ЭМГ);
2. Зарегистрировать ЭМГ у человека в состоянии покоя (фон), при дозированной физической нагрузке разной мощности;
3. Выяснить, каким образом зависят амплитудные и частотные параметры ЭМГ от мощности нагрузки;
4. Выяснить, какое влияние на характеристики ЭМГ оказывает мышечное утомление.

Оборудование и материалы: эргограф Моссо, электроэнцефалограф «Энцефалан», персональный компьютер, компьютерные программы для предъявления стимульного материала и обработки полученных данных, электроды для регистрации ЭМГ, спирт, вата, электродная паста.

Время – 2 часа.

Вводная часть

Природа ЭМГ. ЭМГ это запись биоэлектрической активности мышц. Регистрация ЭМГ осуществляется с помощью специальных приборов – электромиографов.

Частота мышечных токов может достигать 300-500 Гц, а амплитуда до 5-10 мВ. Частота ЭМГ определяется частотой разрядов в нейромоторных единицах, от которых отводятся мышечные токи, количеством функционирующих мышечных волокон, степенью возбуждения в нейромоторных единицах. Амплитуда ЭМГ зависит от количества возбужденных нейромоторных единиц и степени их синхронизации. Таким образом, амплитудные и частотные параметры ЭМГ характеризуют количество возбужденных нейромоторных единиц, степень их синхронизации и числа разрядов.

При различных формах двигательной активности перечисленные факторы изменяются по-разному. С ростом

интенсивности физической нагрузки амплитуда ЭМГ, как правило, возрастает, так как с ростом интенсивности нагрузки увеличивается количество функционирующих нейромоторных единиц и повышается степень синхронизации их возбуждения. Установлено, что на ранних стадиях мышечного утомления амплитуда ЭМГ возрастает, а на более поздних – снижается.

При статической нагрузке ЭМГ имеет вид непрерывной кривой. При динамической работе каждый двигательный цикл сопровождается пачкой мышечных токов. Биоэлектрическая активность мышц начинается за 0.1- 0.3 сек до начала движения.

Анализ ЭМГ осуществляется либо визуально, либо с помощью современных математических методов (например, с помощью корреляционно-спектрального анализа).

Техника регистрации ЭМГ. При регистрации ЭМГ чаще всего используются слабополяризующиеся электроды (хлорсеребряные), плоские, чашеобразные или с выпуклой поверхностью. Чаще всего используют биполярный способ отведения. При этом отводящие электроды устанавливают на исследуемую мышцу на расстоянии 1.5-2.5 см. Для снижения величины сопротивления электрод-кожа кожу пациента предварительно обрабатывают спиртом и используют электродную пасту.

Ход занятия

Одному из учащихся устанавливают электроды для регистрации ЭМГ на внутреннюю поверхность предплечья правой руки, на мышцу лучевого сгибателя кисти. Используя разные грузы, с помощью эргографа Моссó регистрируют ЭМГ при физических нагрузках разной интенсивности, а также при выполнении нагрузки до утомления (до отказа испытуемого от дальнейшего выполнения нагрузки).

В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Занятие 6. Электроэнцефалографический (ЭЭГ) метод в физиологии ВНД

Цель занятия: освоить метод электроэнцефалографии.

Задачи:

1. Освоить технику регистрации ЭЭГ;
2. Зарегистрировать ЭЭГ у человека в состоянии покоя при открытых и закрытых глазах;
3. Выяснить, какой ритм доминирует у человека при закрытых глазах;
4. Определить психологический тип личности по характеру альфа-активности;
5. Освоить функциональную пробу на закрывание-открывание глаз.

Оборудование и материалы: электроэнцефалограф «Энцефалан», персональный компьютер, компьютерные программы для предъявления стимульного материала и обработки полученных данных, электроды для регистрации ЭЭГ, спирт, вата, электродная паста.

Время – 2 часа.

Вводная часть

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) представляет собой запись биотоков мозга с помощью электродов, установленных на поверхность кожи головы животного или человека и такие электроды называются поверхностными.

История метода ЭЭГ

В 1875 г. английский ученый R. Caton показал, что с помощью электродов, наложенных на поверхность мозга, можно зарегистрировать его электрическую активность.

В 1913-1915 гг. русский ученый В.В. Правдич-Неминский в острых опытах на собаках зарегистрировал спонтанную электрическую активность зрительных и моторных зон коры больших полушарий. Эти опыты продемонстрировали наличие спонтанной электрической активности мозга и принципиальную

возможность ее регистрации, однако не привлекли к себе сколько-нибудь значительного внимания.

В 1929 г. австрийский психиатр Н. Berger впервые зарегистрировал электрическую активность мозга человека с поверхности головы. Он же описал основные ритмы ЭЭГ и предложил использовать буквы греческого алфавита для их обозначения. С этого момента и начинается фактическая история электроэнцефалографии.

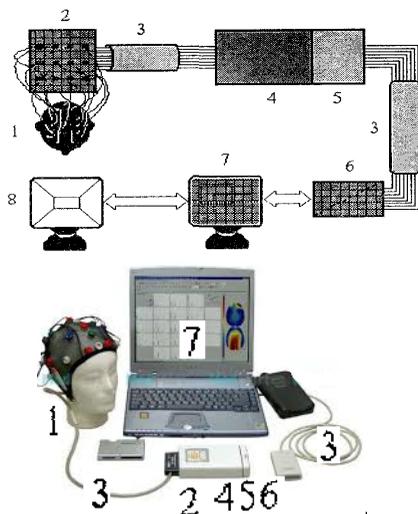


Рис. 9. Схема станда, предназначенного для регистрации ЭЭГ у человека.

1 - обследуемый, 2 - коммутационная панель, 3 - соединительные кабели, 4 - усилители (электроэнцефалограф), 5 - аналоговые фильтры усилителей, 6 - аналогово-цифровой преобразователь, 7 - ЭВМ, 8 -монитор для формирования симульных последовательностей.

(Цит по В.Н. Киров, 2003).

Методы регистрации ЭЭГ. Способы отведения ЭЭГ

1. Монополярный

В этом случае один электрод активный, устанавливается на кожу головы обследуемого, а второй – индифферентный, устанавливается в точке, потенциал которой близок к нулю (например, мочка уха). Этот способ отведения позволяет зарегистрировать абсолютную величину потенциала под активным электродом.

2. Биполярный

В этом случае оба электрода активные, устанавливаются на кожу головы. Этот способ отведения позволяет зарегистрировать разность потенциалов между отводящими электродами.

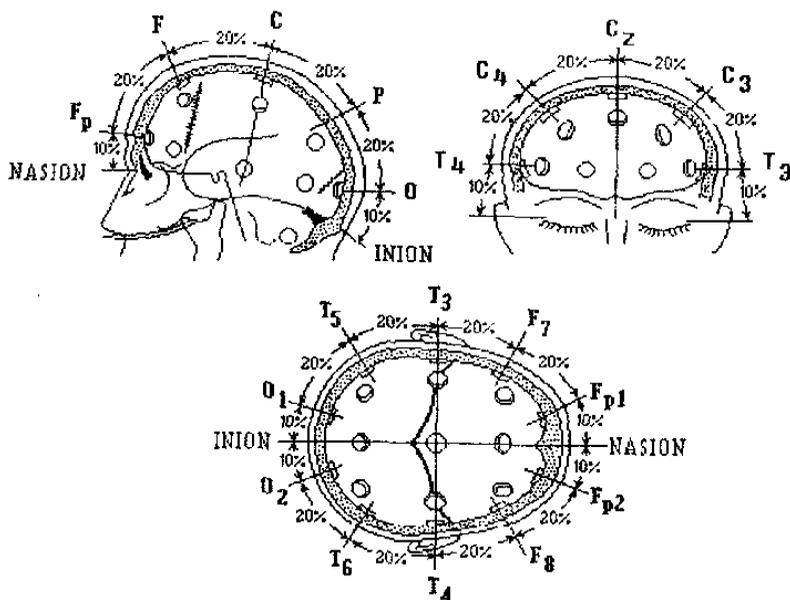


Рис.10. Методы регистрации ЭЭГ: международная схема расположения электродов 10-20%. (Цит. по В.Н. Киной, 2003).

Методы обработки ЭЭГ

В современной электроэнцефалографии широко используются следующие методы анализа ЭЭГ:

1. Корреляционный анализ;
2. Спектральный анализ;
3. Когерентный анализ;
4. Вейвлетный анализ;
5. Вейвлетный биспектральный анализ и др. методы.

При этом ЭЭГ рассматривается как кусочно- стационарный процесс.

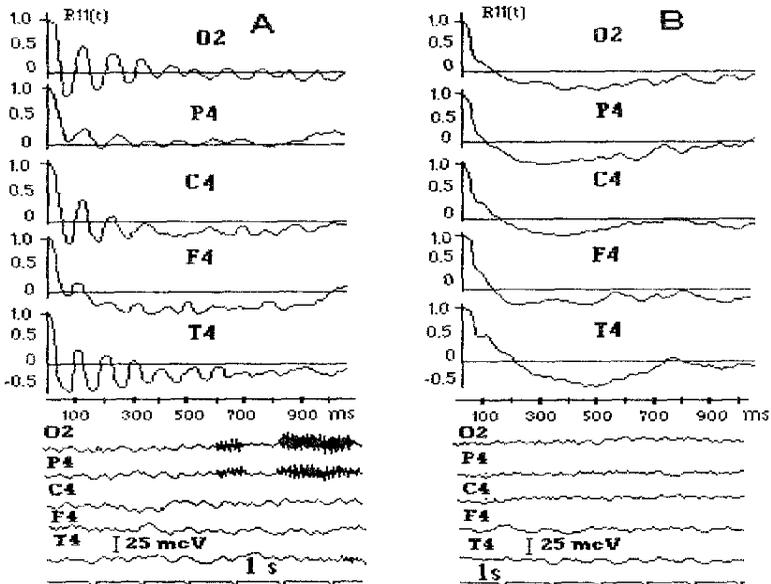


Рис. 11. Автокорреляционные функции ЭЭГ человека.

А – обследуемый с выраженной альфа-активностью в ЭЭГ, В – обследуемый с десинхронизированной активностью. (Цит. по В.С.Русинову и др., 1988).

Природа ЭЭГ

Согласно современным данным, основу суммарной электрической активности мозга (ЭЭГ), регистрируемой в

частотном диапазоне 0.5 – 30 Гц, составляют электрические процессы, протекающие в нервных клетках, а именно, медленные постсинаптические потенциалы (ВПСП и ТПСР). Считается, что максимальный вклад в формирование ЭЭГ вносят пирамидные нейроны коры больших полушарий, ориентированные перпендикулярно ее поверхности. При синхронном возбуждении этих нейронов происходит суммация их потенциалов, результатом которой и является ЭЭГ. В ЭЭГ человека выделяют 4 основных ритма: дельта, тета, альфа и бета.

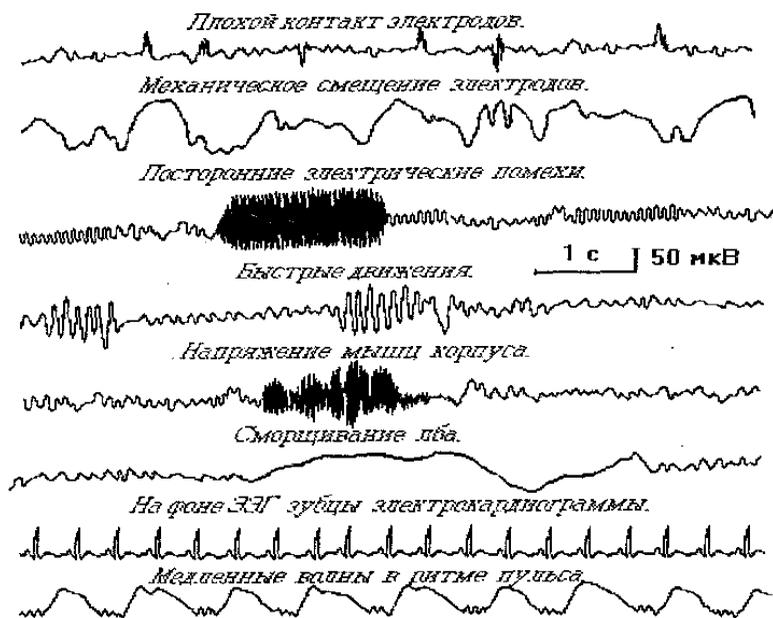


Рис. 12. Артефакты, наблюдаемые при регистрации ЭЭГ. (Цит. по Л.И.Сандригайло, 1986).

Основные ритмы ЭЭГ: дельта-ритм

К дельта-ритму относят колебания частотой от 0.5 до 4 Гц и амплитудой до 300 мкВ. В норме дельта-ритм в форме периодических колебаний регистрируется в стадии медленного сна. Регистрируемый в состоянии бодрствования дельта-ритм,

как правило, связан с мозговой патологией. Относительно природы дельта-ритма существуют разные точки зрения. В частности, предполагается, что дельта-ритм сна формируется при участии нейронных образований, находящихся в продолговатом мозге, а именно, в зоне ядра солитарного тракта. Во всех случаях появление дельта-волн в ЭЭГ рассматривается как свидетельство снижения коркового тонуса и усиления процессов торможения.

Основные ритмы ЭЭГ: тета-ритм

К тета-ритму ЭЭГ человека относят колебания частотой от 4 до 8 Гц и амплитудой до 100 мкВ.

Тета-ритм может регистрироваться у человека как в состоянии бодрствования, так во время неглубокого сна.

Поскольку тета-колебания чаще всего регистрируются в структурах гиппокампа, то полагают, что генератором тета-ритма является септум (прозрачная перегородка), на деятельность которого влияют различные структуры мозга, и, в частности, ретикулярная формация (РФ) среднего мозга.

Так как мощность тета-ритма увеличивается в условиях напряженной умственной деятельности, то его нередко рассматривают как ритм напряжения. С другой стороны, существует точка зрения, что он может быть связан с механизмами квантования внешней информации или извлекаемых из памяти энграмм.

Основные ритмы ЭЭГ: альфа-ритм

Основу ритмической активности мозга у более 85% людей составляет альфа-ритм. Частота его варьирует от 8 до 13 Гц, а амплитуда может достигать до 50 мкВ. Как правило, альфа-волны модулированы по амплитуде более низкой частотой с периодом от 0.5 с до 5 с. Эти модулированные колебания альфа-ритма получили название альфа-веретен. Появление альфа-веретен в ЭЭГ носит аperiodический характер и отражает флуктуации функционального состояния мозга. Чаще всего альфа-ритм регистрируется при закрытых глазах в теменно-затылочных отведениях.

Выяснению функционального значения альфа-активности мозга в различных когнитивных процессах посвящено значительное количество работ. Интерес к этой проблеме возрос в связи с недавно полученными данными о высокой информативности, так называемой, индивидуальной частоты альфа-ритма. Установлено, что индивидуальная частота альфа-ритма (Individual Alpha Frequency - IAF) генетически детерминирована.

Показано, что IAF линейно увеличивается с увеличением нагрузки на рабочую память, причем, наибольший рост IAF обнаружен в левом полушарии при выполнении счетных и вербальных задач и в правом полушарии - при выполнении образных задач. Обнаружено, что созревание нервной системы сопровождается увеличением частоты альфа-ритма, а при старении ухудшение когнитивных способностей сопровождается уменьшением частоты альфа-ритма. Уменьшение частоты альфа-ритма и снижение когнитивных функций наблюдаются при нарушениях работы мозга: болезнях Альцгеймера, Паркинсона, Дауна, а также травмах спинного мозга.

Основываясь на этих данных, была выдвинута гипотеза «когнитивной готовности» («cognitive preparedness»). Согласно этой гипотезе, высокая готовность нейрональных сетей к когнитивной деятельности проявляется в высокой успешности деятельности и сопровождается более высокой частотой альфа-ритма, а с возрастом, при поражениях мозга и функциональных расстройствах, связанных с ограничением когнитивных способностей, частота альфа-ритма снижается.

В настоящее время обнаружено существование нескольких видов альфа-активности мозга, которые характеризуются примерно одинаковой частотой (7-14 Гц), но отличаются внутримозговыми источниками и функциональным значением. Высокоамплитудные волны частотой около 10 Гц, регистрируемые в теменно-затылочных областях коры головного мозга, обозначают термином «альфа-ритм» в его

узком понимании. На открывание глаз данный ритм реагирует уменьшением амплитуды колебаний («реакция десинхронизации»). Считается, что этот ритм участвует в регуляции анализа зрительной информации. Кроме классического альфа-ритма выделяют височный альфа-подобный «тау-ритм», регулярность которого нарушается при слуховой стимуляции и который не реагирует на открывание глаз. Предполагается, что этот ритм участвует в анализе звуковой и речевой информации.

Ритм, регистрируемый в районе центральной борозды головного мозга, обозначается как «мю-ритм». Десинхронизация этого ритма наблюдается при планировании и выполнении движений. Предполагается, что функциональное значение этого ритма заключается в передаче информации от слуховой и зрительной коры в соматосенсорную кору для планирования и выполнения действия. Лобная альфа-активность или «каппа-ритм», имеет независимое функциональное значение. В частности, показано, что мощность этого ритма увеличивается с возрастом. Обнаружена менее выраженная десинхронизация каппа-ритма при когнитивных нагрузках у непрофессионалов в сравнении с профессионалами, а также более выраженная синхронизация этого ритма (8-12 Гц) у тренированных лиц при выполнении задания, требующего дивергентного мышления, по сравнению с нетренированными индивидами.

В исследовании Yamamoto S. установлено существование двух независимых источников каппа-активности в медиальной фронтальной и передней поясной коре. При применении таких фармакологических препаратов, как лоразепам, было обнаружено, что мощность каппа-ритма (7.81–12.94 Гц) во фронтальных областях коры не меняется, в отличие от альфа-активности, регистрируемой теменно-затылочных областях коры. Оказалось, что, связанная с применением препарата пропофола потеря сознания, сопровождается снижением мощности теменно-затылочного альфа-ритма (8-12 Гц) и

увеличением мощности каппа- ритма в лобном отделе. Все это свидетельствует о том, что фронтальная каппа-активность по функциональным, нейрхимическим и иным показателям является независимой активностью в полосе частот альфа-ритма.

Наиболее популярная гипотеза, объясняющая механизм генерации веретенообразной альфа-активности мозга, связывает его с нейронами таламуса, обладающими спонтанной ритмической активностью и системой возвратных тормозных связей.

По характеру альфа-активности можно судить о психологическом типе личности. Лица, у которых альфа-ритм отсутствует при открытых и закрытых глазах, относятся к М-типу. Для них характерен образный тип мышления. Таких людей в человеческих популяциях около 15%. Лица, у которых альфа-ритм присутствует и при открытых и при закрытых глазах, относятся к Р-типу. Для них характерен словесно-логический тип мышления. Доля таких людей в человеческих популяциях около 15%. Лица, у которых альфа-ритм присутствует при закрытых глазах и исчезает при открывании глаз, относятся к R-типу. Они могут использовать оба типа мышления. Доля таких лиц в человеческих популяциях около 70%. Данная классификация была предложена известным английским физиологом Греем Уолтером.

Таким образом, имеющиеся литературные данные указывают на существование нескольких видов альфа-подобной активности мозга, которые отличаются источниками и функциональным значением. Эти данные также указывают на существование связей между альфа-активностью мозга, когнитивными процессами и их нарушениями. В то же время конкретные причины и нейрофизиологические механизмы, лежащие в основе этих связей, изучены недостаточно.

Основные ритмы ЭЭГ: бета-ритм

К бета-ритму относят колебания, частотой от 14 до 30 Гц и амплитудой до 25 мкВ. Чаще всего бета-ритм регистрируется у

человека в состоянии активного бодрствования в лобных и височных областях мозга. Существует точка зрения, что генерация бета-волн может быть связана с реверберацией возбуждения по замкнутым нейронным цепям между корой и РФ ствола мозга.

Относительно функционального значения бета-ритма единая точка зрения отсутствует. Некоторые исследователи рассматривают его как показатель активации мозга, вызванной восходящими влияниями РФ ствола мозга.

В то же время широко распространенную по коре низкоамплитудную бета-активность рассматривают как показатель патологии. В пользу этого свидетельствуют данные о том, что среди лиц с высокочастотным бета-ритмом повышен (по сравнению с нормой) процент психовегетативных расстройств.

Mandy-Castle (1957) предлагает диапазон бета-частот разделить на два поддиапазона бета-1 (14-18 Гц) и бета-2 (19-30 Гц), которые, предположительно, имеют разные источники и разное функциональное значение.

Другие ритмы ЭЭГ

Помимо рассмотренных основных ритмов ЭЭГ выделяют ряд дополнительных ритмов: дыхательный ритм, лямбда-ритм и некоторые другие.

Полагают, «дыхательный ритм» связан с иррадиацией по коре электрических процессов, протекающих в дыхательном центре. Его частота совпадает с частотой дельта-ритма.

В условиях освещения при поисковых сканирующих движениях глаз в затылочных отведениях ЭЭГ регистрируются периодические колебания частотой 4-5 Гц, которые исчезают при фиксации взора и квалифицируются некоторыми авторами, как лямбда-ритм.

Классификация типов ЭЭГ по Е.А. Жирмунской и В.С. Лосеву (1984)

Тип 1 – организованный во времени и пространстве (норма). Основной компонент ЭЭГ – альфа-ритм, характеризующийся высокой регулярностью, хорошей модулированностью по амплитуде, хорошим или слабым градиентом по поверхности головы.

Тип 2 – гиперсинхронный (умеренно нарушенный). Чрезмерно регулярная альфа-, бета- и тета-активность при утрате региональных различий.

Тип 3 – десинхронизированный (умеренно измененный). Характеризуется почти полным исчезновением или значительным снижением амплитуды альфа-волн, увеличением амплитуды и выраженности бета-колебаний или их отсутствием, наличием небольшого количества медленных волн. Амплитуда всех ЭЭГ-колебаний очень незначительная.

Тип 4 – дезорганизованный (значительно нарушенный). Выраженная, но недостаточно регулярная по частоте высокоамплитудная альфа-активность, наблюдаемая во всех областях мозга. Бета активность усилена по амплитуде, часто представлена низкочастотными колебаниями. Могут присутствовать дельта- и тета-волны высокой амплитуды.

Тип 5 – дезорганизованный, с преобладанием тета – и/или дельта-активности (грубо нарушенный). Характеризуется незначительной выраженностью альфа-активности. Регистрируются либо отдельные дельта-, тета- и бета-колебания, либо ритмическая активность в диапазонах дельта- и/или тета-ритма. Амплитуда ЭЭГ либо не отличается от нормы, либо высокая.

Ход занятия

На одного из учащихся устанавливают электроды для регистрации ЭЭГ в лобных, центральных, теменных, височных и затылочных отведениях по системе 10-20%. В качестве референтного используют объединенный ушной электрод. Затем осуществляется запись ЭЭГ в покое при закрытых и открытых глазах. После этого проводят пробу на закрывание/открывание глаз. Наблюдают за изменениями ритмики, отмечают прирост ритмов и время от момента открывания/закрывания глаз.

В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Занятие 7. Метод вызванных потенциалов (ВП) в физиологии ВНД

Цель занятия: Освоить метод регистрации и анализа вызванных потенциалов (ВП).

Задачи:

1. Освоить технику регистрации зрительных вызванных потенциалов у человека;
2. Освоить технику выделения вызванных потенциалов методом суммации однотипных ответов;
3. Определить характерные компоненты зрительного ответа.

Оборудование и материалы: электроэнцефалограф «Энцефалан», персональный компьютер, компьютерные программы для предъявления стимульного материала, для выделения и анализа ВП, электроды для регистрации ЭЭГ, ЭОГ, КГР, спирт, вата, электродная паста.

Время: 2 часа

Вводная часть

Вызванные потенциалы (ВП) это электрические потенциалы, которые могут быть зарегистрированы в любом отделе ЦНС (в том числе и с поверхности головы человека) в ответ на раздражение рецепторов, сенсорных путей и ядер. В

зависимости от модальности предъявляемых стимулов, различают слуховые, зрительные и сенсомоторные ВП. Последние регистрируют в ответ на электрическое раздражение рецепторов кожи. В общем случае ВП представляет собой сложный колебательный процесс, в котором выделяют отдельные волны или компоненты. Каждый компонент характеризуется амплитудой, измеряемой от пика до пика или от базовой линии, полярностью и латентным периодом, измеряемым от переднего фронта стимула до пика соответствующей волны. Базовую линию обычно определяют как среднее значение ЭЭГ на небольшом предстимульном отрезке ЭЭГ. Таким образом, ВП может быть описан совокупностью компонентов. При этом указывается обычно полярность соответствующего компонента латинскими буквами (Р или N) и указывается ЛП этого компонента. Образец записи компонентов ВП : P300, N150 и др.

В зависимости от величины ЛП различают: начальные (с ЛП до 15 мс), ранние (с ЛП от 15 до 100 мс), среднелатентные (с ЛП от 100 до 250 мс) и позднелатентные ВП (с ЛП больше 250 мс). Амплитудные и временные характеристики ВП существенно зависят от состояния и индивидуальных особенностей человека. Поэтому ВП можно использовать для оценки состояния и индивидуально-типологических особенностей человека. Регистрация ВП осуществляется также как и ЭЭГ и с помощью тех же приборов.

Поскольку амплитуда ВП как правило не превышает 15-20 мВ и они не видны на записях ЭЭГ, то для их выделения используют различные методы выделения сигнала из шума и в частности метод усреднения однотипных ответов. В последнем случае ЭЭГ, записанную синхронно с отметкой раздражения «режут» на отрезки равные периоду стимуляции. Затем эти отрезки как бы совмещают (начало первого отрезка совмещают с началом второго и тд.). Таким образом, получают матрицу данных, столбцами в этой матрице являются мгновенные значения ЭЭГ, а строками порядковые номера отрезком. Затем находят среднее значение по каждому столбцу матрицы.

Динамика этого среднего значения во времени и есть усредненный ВП.

Ход занятия

На одного из учащихся устанавливают электроды для регистрации ЭЭГ в лобных, центральных, височных, теменных и затылочных отведениях по системе 10-20%. В качестве референтного используют объединенный ушной электрод, а также электроды для регистрации ЭОГ (электроды устанавливают у нижнего края глазной впадины и над бровью) и КГР (электроды устанавливают на внутреннюю и наружную стороны запястья левой руки испытуемого). Затем осуществляется запись ЭЭГ, КГР и ЭОГ в покое при закрытых и открытых глазах (фон). После этого осуществляется регистрация ВП. Условия регистрации. Испытуемый находится в положении сидя с открытыми глазами, взор устремлен в центр затемненного экрана монитора. В качестве зрительных стимулов используется светлый квадрат со стороной 2 см, появляющийся периодически в центре экрана монитора. Длительность этого стимула 50 мс, интервал между стимулами 2000 мс, число предъявляемых стимулов- 100. Испытуемого просят делать как можно меньше мигательных движений.

В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Занятие 8. Методы изучения активности зеркальных нейронов у человека при наблюдении и выполнении ритмической деятельности

Цель занятия: Освоить эти методы.

Задачи:

1. Зарегистрировать ЭЭГ у человека в покое и при наблюдении за оператором, который периодически с максимальной частотой нажимает на клавишу компьютера «Пробел»;

2. Зарегистрировать ЭЭГ у человека в покое и при выполнении той же деятельности левой рукой;
3. Зарегистрировать ЭЭГ у человека в покое и при выполнении той же деятельности правой рукой;
4. Выяснить, как изменяются спектральные характеристики мю-ритма ЭЭГ при наблюдении и выполнении ритмической деятельности, а также в зависимости от способа выполнения этой деятельности (правой или левой рукой).

Оборудование и материалы: электроэнцефалограф «Энцефалан», персональный компьютер, компьютерные программы для предъявления стимульного материала и обработки полученных данных, электроды для регистрации ЭЭГ, ЭОГ, КГР, спирт, вата, электродная паста.

Время: 2 часа

Вводная часть

В последние десятилетия пристальное внимание исследователей привлекают, так называемые, зеркальные нейроны, которые обнаружены у животных и человека. Характерной особенностью этих нейронов является то, что они активируются при выполнении человеком какого-либо действия, при наблюдении за действиями других и при мысленном представлении этих действий. В настоящее время у человека выделяют три вида зеркальных нейронов: "двигательные", которые обеспечивают понимание значения действий и намерений других людей, "коммуникативные", которые предположительно играют важную роль в формировании речи и языка, "эмоциональные", которые обеспечивают распознавание эмоций других людей. Показано, что характерным ЭЭГ - коррелятом активации зеркальных нейронов у человека является депрессия мю-ритма частотой 8-13 Гц в центральных областях коры. Согласно популярной в настоящее время гипотезе, зеркальные нейроны могут служить нейрональной основой для интерпретации действий, подражательного обучения и имитации поведения других

людей. Вместе с тем, анализ литературы свидетельствует о том, что в настоящее время практически не изучена зависимость структурно-функциональной организации и активности системы зеркальных нейронов (СЗН) от пола и латеральной организации мозга. Недостаточно изучена локализация разных видов зеркальных нейронов у человека, их роль в развитии ряда социально значимых заболеваний (аутизм и др.). Поэтому дальнейшие исследования в этой области являются актуальными и перспективными.

Методы изучения активности зеркальных нейронов

В опытах на животных зеркальные нейроны чаще всего исследуют путем регистрации их импульсной активности с помощью вживленных в мозг электродов. В наблюдениях на людях по этическим соображениям используются не инвазивные и малоинвазивные методы: электроэнцефалография, магнитоэнцефалография, томографические методы (ПЭТ, фМРТ) и транскраниальная магнитная стимуляция.

6. Регистрация импульсной активности нейронов

Изучение активности нервных клеток, или нейронов, как целостных морфологических и функциональных единиц нервной системы, безусловно, остаётся базовым направлением в психофизиологии. Одним из показателей активности нейронов являются потенциалы действия – электрические импульсы длительностью несколько миллисекунд и амплитудой до нескольких милливольт. Современные технические возможности позволяют регистрировать импульсную активность нейронов у животных в свободном поведении и, таким образом, сопоставлять эту активность с различными поведенческими показателями. В редких случаях в условиях нейрохирургических операций исследователям удаётся зарегистрировать импульсную активность нейронов у человека. Поскольку нейроны имеют небольшие размеры (несколько

десятков микрон), то и регистрация их активности осуществляется с помощью подводимых вплотную к ним специальных отводящих микроэлектродов. Своё название они получили потому, что диаметр их регистрирующей поверхности составляет около одного микрона. Микроэлектроды бывают металлическими и стеклянными. Металлический микроэлектрод представляет собой стержень, изготовленный из специальной высокоомной изолированной проволоки, кончик которого заточен особым способом. Стеклянный микроэлектрод представляет собой заполненную электролитом стеклянную трубочку диаметром около 1 мм с тонким незапаянным кончиком. Электрод фиксируется в специальном микроманипуляторе, укрепленном на черепае животного, и коммутируется с усилителем. С помощью микроманипулятора электрод через отверстие в черепае пошагово вводят в мозг. Длина шага составляет несколько микрон, что позволяет подвести регистрирующий кончик электрода очень близко к нейрону, не повреждая его (рис. 13А). Подведение электрода к нейрону осуществляется либо вручную, и в этом случае животное должно находиться в состоянии покоя, либо автоматически на любом этапе поведения животного. Усиленный сигнал поступает на монитор и записывается на магнитную ленту или в память ЭВМ. При «подходе» кончика электрода к активному нейрону экспериментатор видит на мониторе появление импульсов, амплитуда которых при дальнейшем осторожном продвижении электрода постепенно увеличивается. Когда амплитуда импульсов начинает значительно превосходить фоновую активность мозга, электрод больше не подводят, чтобы исключить возможность повреждения мембраны нейрона. Пример импульсной активности нейрона, зарегистрированной у кролика, находящегося в условиях свободного поведения, представлен на рис. 13Б.

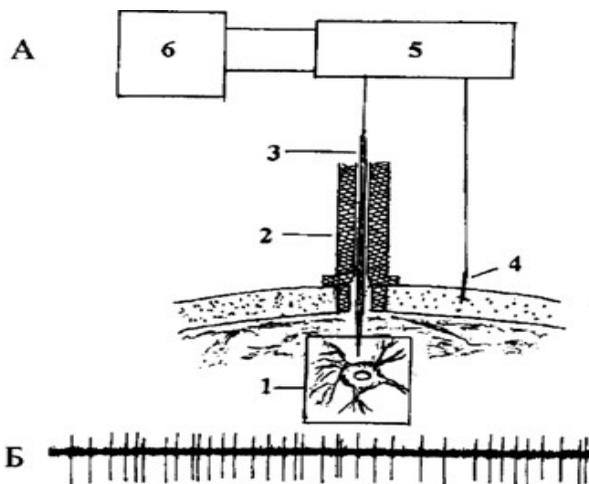


Рис. 13. А – принципиальная схема регистрации импульсной активности нейрона:

1 – нейрон (увеличен) и кончик отводящего электрода; 2 – микроманипулятор (в разрезе); 3 – микроэлектрод с отводящим проводом; 4 – индифферентный электрод;

5 – усилитель; 6 – монитор и записывающее устройство
 Б – пример записи импульсной активности нейрона (нейронограмма) (Цит. по Ю.И. Александрову и др., 2014)

7. Магнитоэнцефалография (МЭГ)

При изучении активности зеркальных нейронов у человека используется также магнитоэнцефалография, основанная на регистрации магнитного поля, возникающего вокруг мозга как объемного проводника с током. Магнитоэнцефалография – одна из уникальных инновационных технологий нейроимиджинга. Данный метод позволяет с высокой точностью локализовать источники нейронной активности в пространстве и времени. Наряду с фундаментальными исследованиями, такими, как исследования сенсорных и моторных функций мозга и

когнитивных процессов памяти, внимания, речи и т. д., МЭГ дает возможность неинвазивной локализации эпилептических очагов патологической нейронной активности и дифференциальной диагностики различных форм эпилепсии, что позволяет осуществлять предоперационную диагностику.

8. Томографические методы исследования: функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ)

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) представляет собой активно применяемый в настоящее время метод функционального картирования головного мозга. Принцип действия метода заключается в регистрации BOLD-сигнала (blood oxygen level-dependent) от вокселей (объемных точек) при исследовании головного мозга в ответ на выполнение того или иного задания (парадигмы). В ответ на активацию той или иной области головного мозга в ней изменяются параметры гемодинамики, что приводит к снижению уровня дезоксигемоглобина и повышению уровня оксигемоглобина. При нейровизуализации это явление характеризуется усилением интенсивности сигнала на серии томографических изображений, количественная оценка которых позволяет косвенно определить степень нейрональной активации. Эта методика широко применяется как за рубежом, так и в нашей стране не только с целью функционального картирования, но и для изучения явлений нейропластичности при различных заболеваниях центральной нервной системы (например, при инсульте, рассеянном склерозе, дистонии и пр.). Однако, в последние 10 лет всё больший интерес исследователей привлекает методика фМРТ покоя (фМРТп). Принцип ее действия остается таким же, как и при классической фМРТ. Единственным отличием является отсутствие при фМРТп каких-либо парадигм (т.е. активных заданий или воздействий, предъявляемых пациенту). Во время проведения фМРТп обследуемый субъект находится в магнитно-резонансном томографе в состоянии покоя, ему даются инструкции максимально расслабиться и не думать о

чем-либо конкретном. В различных работах встречаются разные взгляды относительно того, нужно ли обследуемому субъекту закрывать глаза или нет. Сторонники оставления глаз открытыми аргументируют свою позицию тем, что это предотвращает засыпание субъекта. При обработке полученных при исследовании временных последовательностей (т.е. колебаний BOLD-сигнала, оцениваемых для каждого исследуемого вокселя отдельно) оценивается схожесть временных и частотных характеристик (паттерна активации) между всеми имеющимися вокселями. Необходимо отметить, что при анализе сигнала при фМРТп интерес представляют именно низкочастотные колебания (около 0,01–0,1 Гц) временных последовательностей. В настоящее время имеется ряд доказательств, свидетельствующих о том, что эти низкочастотные колебания не являются артефактами в состоянии покоя (например, вследствие дыхательных движений и биения сердца), а отражают важнейший интегративный показатель деятельности мозга – *базальную нейрональную активность*. Об этом говорит: стабильная выявляемость определенных паттернов активации в состоянии покоя в различных группах исследуемых субъектов (воспроизводимость результатов); наличие корреляции этих паттернов со специфической картиной ЭЭГ; высокая зависимость между спонтанными BOLD-колебаниями и одновременно регистрируемой в эксперименте импульсной нейрональной активностью; соответствие характера распределения выявляемых паттернов активации участкам мозга, связанным между собой как функционально, так и структурно.

9. Томографические методы исследования: позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) – это современный метод трехмерной визуализации, основанный на способности радиоактивного изотопа накапливаться в биологических тканях, обладающих высокой метаболической

активностью. В ходе исследований в кровь обследуемого вводят короткоживущий радиоизотоп, который с током крови поступает в мозг. Из-за избытка протонов в ядре, во время радиоактивного распада эти изотопы излучают позитроны (положительно заряженные частицы), являющиеся формой антиматерии. В ходе реакции аннигиляции позитроны взаимодействуют с электронами, и их масса переходит в энергию. При каждом таком событии (взаимодействие позитрона и электрона) масса переходит в энергию в виде 2-х фотонов с энергией 511 кэВ, которые распространяются под углом 180° друг от друга. В ходе исследований голова субъекта помещена в специальную ПЭТ-камеру, в которую в виде круга вмонтированы кристаллические детекторы фотонов. Подобное расположение детекторов позволяет фиксировать только те фотоны, которые образуются одновременно и разлетаются под углом 180° друг к другу. Области мозга с разной метаболической активностью поглощают введенный радиоизотоп с разной интенсивностью, но не утилизируют его. В той области мозга, активность которой повышена, кровоснабжение и соответственно концентрация изотопа выше, чем в других зонах мозга. Поэтому частота «вспышек», связанных с образованием фотонов аннигиляции, в активной области мозга выше и, следовательно, «разлетающиеся» фотоны на одни детекторы попадают чаще, чем на другие. Информация от детекторов поступает на компьютер, который создаёт плоское изображение (срез) мозга. В современных ПЭТ – исследованиях часто используемым изотопом является 2-дезоксид-2-[фтор -18]- фторо-D-глюкоза (18 ФДГ), аналог глюкозы, в котором гидроксильная группа замещена фтором-18. Период полураспада фтора-18 равен 110 минутам, что значительно больше, нежели у других изотопов, использующихся при ПЭТ.

Также могут использоваться изотопы: кислород -15 (период полураспада 2 минуты), азот - 13 (период полураспада 10 минут) и углерод-11 (период полураспада 20 минут). Изотопы для ПЭТ

производятся в специальных ускорителях элементарных частиц – циклотронах. Получить изотоп для ПЭТ в простом ядерном реакторе невозможно, поскольку радиоактивная молекула встраивается в биологическую молекулу (в глюкозу, например) для того, чтобы нормально участвовать в физиологических или патологических процессах организма, что невозможно воспроизвести в реакторе.

10. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС)

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) – это метод нейростимуляции и нейромодуляции, основанный на электромагнитной индукции электрического поля в заданном участке головного мозга. Начиная с 90-х годов XX века интерес к ТМС неуклонно возрастает, поскольку этот метод является неинвазивным и потенциально обладает широкими диагностическими и терапевтическими возможностями: число публикаций, посвященных ТМС, согласно базе данных PubMed, возросло с 67 в 1990 г. до 8699 в 2012 г.

«Предшественником» ТМС стал метод транскраниальной электростимуляции головного мозга (ТЭС), разработанный в 1980 г.. ТЭС позволяет регистрировать моторные вызванные потенциалы (двигательные реакции периферических мышц) в ответ на стимулирование двигательных зон коры через интактные ткани скальпа, что дает возможность оценивать функциональную целостность кортикоспинального пути на всем его протяжении. Однако, болезненность процедуры резко ограничивает возможность использования ТЭС в клинической практике; в настоящее время ТЭС проводят с целью интраоперационного мониторинга при операциях на спинном и головном мозге у пациентов, находящихся под общей анестезией. Поиск более щадящих способов нейростимуляции привел к разработке в 80-х годах прошлого века метода ТМС. С тех пор проведено множество исследований этого метода, предложены новые методики ТМС и новая аппаратура. В 1996 г. Национальный Институт Здоровья США (National Institute of

Health, или NIH) впервые разработал клинические рекомендации по применению ТМС, которые были адаптированы в 1999 г. Международной Федерацией Клинической Нейрофизиологии. В 2008 г. рекомендации NIH были обновлены и в настоящее время являются наиболее полным руководством по безопасности и клиническим аспектам применения ТМС.

Ход занятия

На одного из учащихся устанавливают электроды для регистрации ЭЭГ в лобных, центральных, теменных, височных и затылочных отведениях по системе 10-20%. В качестве референтного используют объединенный ушной электрод. Затем осуществляется запись ЭЭГ в покое, при наблюдении за оператором, при выполнении ритмической деятельности самим испытуемым левой и правой рукой.

В конце занятия учащиеся делают выводы о проделанной работе.

Литература

1. Психофизиология: Учебник для вузов. 4-ое изд./ Под ред. Ю.И. Александрова. – СПб: Питер. 2014. – 464 с.
2. Кирой В.Н. Физиологические методы в психологии (учебное пособие). Ростов-на-Дону, Изд-во ООО «ЦВВР». 2003. – 224 с.
3. Ю.В. Бушов, М.В. Светлик Зеркальные нейроны и их функции: учебное пособие. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 94 с.
4. Избранные лекции по современной физиологии с приложением на DVD. Под ред. М.А. Островского и А.Л. Зефирова. Казань.: Изд-во «Арт-Кафе. 2010. - 332 с.
5. Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: Учебник для вузов. 3-е изд. СПб.: Питер, 2012. – 320 с.
6. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности. Учебник. М.: Издательский центр «Academia», 2014. – 384 с.
7. Смирнов В.М., Смирнов А.М. Физиология сенсорных систем, высшая нервная и психическая деятельность. Учебник. М.: Издательский центр «Academia», 2013. – 384 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Предмет и методы физиологии высшей нервной деятельности.....	3
Поведение.....	3
Обучение.....	4
Торможение рефлекторной деятельности: виды торможения.....	10
Влияние наследственных факторов на поведение.....	11
Эмоции, виды эмоций.....	11
Потребности и мотивации.....	13
Теория функциональных систем и поведение.....	14
Механизмы памяти, виды биологической памяти.....	16
Сон и бодрствование.....	18
Стресс.....	20
Рассудочная деятельность высших антропоидов.....	21
Особенности ВНД человека.....	24
Функциональная асимметрия мозга.....	25
Осознаваемое и неосознаваемое в деятельности мозга.....	27
Конституция и индивидуальность.....	28
Методические указания к проведению практические занятий.....	32
Занятие 1. Методы изучения моторных, сенсорных и психических асимметрий у человека.....	32
Занятие 2. Методы изучения восприятия интервалов времени человеком.....	38
Занятие 3. Методы изучения ориентировочной реакции у человека.....	40
Занятие 4. Методы изучения эмоциональных реакций человека.....	42
Занятие 5. Электромиографический метод в физиологии ВНД.....	44
Занятие 6. Электроэнцефалографический метод в физиологии ВНД.....	46
Занятие 7. Метод вызванных потенциалов в физиологии ВНД.....	57
Занятие 8. Методы изучения активности зеркальных нейронов у человека при наблюдении и выполнении ритмической деятельности.....	59
Литература.....	69

Издание подготовлено в авторской редакции

Отпечатано на участке цифровой печати
Издательского Дома Томского государственного университета
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел. (3822) 529-849.
E-mail: rio.tsu@mail.ru

Заказ № 4171 от «16» декабря 2019 г. Тираж 50 экз.

