

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ МОЗГА И ПОВЕДЕНИЯ

1. Методы изучения мозга
2. Методы изучения поведения

Вопрос_1

Методы изучения мозга

Определение_1:

Метод исследования – это принципы, технические приемы и средства проведения эксперимента.

До второй половины XIX века физиология мозга развивалась как экспериментальная наука, базирующаяся только на изучении животных. Подобные исследования показали, что базовые проявления деятельности нервной системы у разных организмов, в том числе и организма человека, имеют схожие черты. Прежде всего, основу работы нервной системы определяют следующие свойства:

- свойство проводимости, проведение возбуждения (нервного импульса) по волокну,
- передача возбуждения с одной нервной клетки на другую (например, нервную, мышечную, железистую),
- простые рефлексy (например, сгибания или разгибания конечности),
- восприятие световых, звуковых, тактильных и других раздражителей.

Основными методическими средствами изучения физиологии мозга того времени были *разрушение* и *раздражение*. С помощью этих методов получено огромное количество фактов в аналитическом и поведенческом плане. Наблюдение за простыми или сложными поведенческими явлениями с их детальным описанием явилось главным способом оценки целостной работы мозга.

Только с открытием новых методов исследования XIX-XX века наступил новый этап в изучении мозга, когда стало возможным исследовать функции, не разрушая мозг, не вмешиваясь в его функционирование, и вместе с тем изучать «высшие» проявления его деятельности – восприятие сигналов, функции памяти, сознания и многие другие.

Физиологические исследования в сочетании с изучением анатомии и морфологии головного мозга привели к однозначному заключению – именно головной мозг является *инструментом* нашего сознания, мышления, восприятия, памяти и других психических функций.

Один из первых лабораторных методов изучения высшей деятельности мозга был метод предложенный Иваном Петровичем Павловым – *метод условных рефлексов*.

В основе метода условных рефлексов заложена фундаментальная закономерность – предъявление животному двух стимулов – вначале условного, а затем безусловного, которое после некоторого числа их сочетаний приводило к тому, что при действии только условного сигнала у животного развивалась ответная безусловная реакция, т. е. образовывался условный рефлекс.

В 1903 году на 14-м Международном медицинском конгрессе в Мадриде, И.П. Павлов выступил с докладом на тему «Экспериментальная психология и психопатология на животных», где он впервые дал определение условного рефлекса, и показано, что условный рефлекс следует рассматривать как элементарный *психологический феномен*, который в то же время является физиологическим.

И.П. Павлов показал, что новые формы поведения могут возникать в результате установления связи между врожденными формами поведения (безусловными рефлексами) и новым раздражителем (условным раздражителем). В случае совпадения во времени и пространстве условного (нового) и безусловного (служащего стимулом безусловной реакции) раздражителя, новый раздражитель начинает вызывать безусловную реакцию, что приводит к совершенно новым особенностям поведения. Сформировавшийся таким образом условный рефлекс может в дальнейшем служить базой для формирования условных рефлексов второго и высших порядков.

Таким образом, по мысли Павлова, все поведение человека может быть понято, изучено и предсказано на основе знания цепочки условных рефлексов, механизмов их формирования и затухания.

Метод условных рефлексов, предложенный И.П. Павловым, оказал революционное влияние на физиологию и психологию. В распоряжение ученых был дан метод объективного исследования, поведения, перестраивалась вся методология научного мышления, формировалась, говоря словами И. П. Павлова, «объективная физиология мозга и поведения».

Значительный вклад в развитие физиологии мозга и психологии внес *метод регистрации* электрической активности мозга. Этот метод позволяет оценивать самые различные формы электрических процессов мозга – от суммарной электроэнцефалограммы до внутриклеточной активности отдельной клетки бодрствующего мозга.

Впервые, в 1929 г. австрийский психиатр Ханс Бергер обнаружил, что с поверхности черепа можно регистрировать «мозговые волны». Метод регистрации электрических волн получил название электроэнцефалография.

Определение_2:

Электроэнцефалография - это метод записи биологических волн (электроэнцефалограмму) с поверхности черепа, которые представляет собой биопотенциалы работающего мозга, отражающие суммарную активность нейронов коры головного мозга.

Характер ЭЭГ определяется функциональным состоянием нервной ткани, уровнем протекающих в ней обменных процессов. Нарушение кровоснабжения, гипоксия¹ или глубокий наркоз приводят к подавлению биологической активности коры больших полушарий.

В условиях полного покоя и отсутствия внешних раздражителей у человека регистрируют спонтанно изменяющуюся ЭЭГ-активность головного мозга.

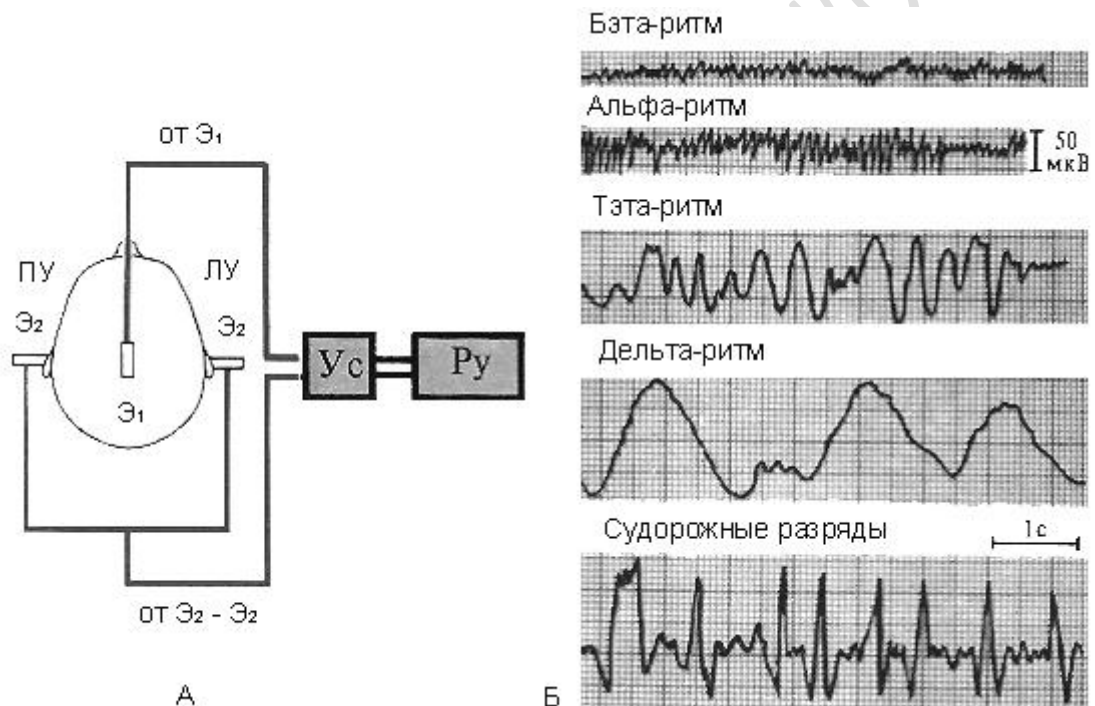


Рисунок 1 – Метод записи электроэнцефалограммы

А - схема регистрации ЭЭГ; В - основные ритмы ЭЭГ. Э₁ - активный электрод; Э₂ - индифферентный электрод; ПУ и ЛУ - правое и левое ухо

Основными компонентами спонтанной поверхностной ЭЭГ здорового человека считают два рода ритмических колебаний потенциала - α - и β -волны.

¹ - кислородное голодание ткани мозга

α -волны характеризуются частотой от 8 до 13 имп/с, возникают у человека при исключении зрительной афферентации (в темноте или при закрытых глазах в состоянии покоя). Амплитуда α -волн не превышает 50 - 100 мкВ. Наибольшая регулярность и амплитуда α -ритма регистрируется в теменной области коры на границе с затылочной областью. Эта область считается центром формирования α -волн в ЭЭГ.

β -волны доминируют в ЭЭГ человека при деятельном состоянии, интенсивной физической и умственной работе, эмоциональном напряжении, осуществлении ориентировочных и условных рефлексов. β -ритм состоит из быстрых волн длительностью до 40 - 50 мс и частотой 14 - 30 имп/с. Амплитуда β -волн не превышает 5 - 10 мкВ. Лучше всего β -ритм выявляется в лобных областях коры.

δ -ритм состоит из ритмических медленных волн длительностью от 250 до 1000 мс. Частота колебаний 1 - 4 в секунду. Данный ритм выявляется при наркотическом сне или при поражениях кортикальных отделов мозга и в ЭЭГ здорового человека во время сна с амплитудой, не превышающей 20 - 30 мкВ.

В ЭЭГ спящего человека можно зарегистрировать и θ -ритм с частотой 4 - 8 колебаний/с. θ -ритм проявляется и при патологических состояниях головного мозга, а также при крайнем эмоциональном напряжении.

«Большой наука (big science) становится тогда, когда она начинает использовать дорогие измерительные приборы»².

В XX веке точные физико-химические и математические методы исследования заняли важное место в изучении биологических объектов. Все многообразие методов изучения мозга³ можно разделить на две группы:

- морфологические методы
- физиологические методы

Морфологические методы создают фундамент наших сведений о строении мозга. Наиболее эффективными являются:

- методы световой и электронной клеточной микроскопии
- методы гисто-, иммуно-, цито-, и радиохимии.
- биохимические методы изучения химических свойств биологически активных соединений, участвующих в жизнедеятельности нервных клеток.

Физиологические методы включают в себя экспериментальные приемы, позволяющие изучить функции живого мозга:

- *разрушение отдельных участков мозга* (экстирпация)

² - цитата взята из Фрит, К. Мозг и душа: Как нервная деятельность формирует наш внутренний мир / Крис Фрит; пер. с англ. П. Петрова. – М: Астрель : CORPUS, 2010. С.25

³ - возможные темы рефератов для семинарского занятия

- *электрическое раздражение*

Оба эти приема стали активно применяться в связи с внедрением в практику физиологического эксперимента *стереотаксической техники*. Стереотаксическая техника позволяет в трехмерной системе (3D-системе) вводить разрушающий или раздражающий электрод в любой локальный участок мозга.

- *приемы хемо-, термостимуляции ультразвуковое разрушение* отдельных мозговых структур. Эти приемы имеют ряд преимуществ перед электростимуляцией в связи с большей локальностью и контролируемостью воздействия. Кроме локальных воздействий применяют тотальное воздействие на мозг электромагнитными и звуковыми полями различной частоты.

- *микроэлектродный метод* основан на подведении к одиночным нейронам микроэлектродов. Чаще всего их делают в виде стеклянных микропипеток, которые перед опытом заполняются электролитом (3М КС1). Метод позволяет изучать активность одиночных нейронов ЦНС. С помощью микроэлектродов, вводимых внутрь нервных клеток, можно измерять мембранные потенциалы покоя, регистрировать постсинаптические потенциалы (возбуждающие и тормозные), а также потенциалы действия.

- *метод реоэнцефалографии*, основан на регистрации изменений сопротивления ткани мозга переменному току высокой частоты в зависимости от кровенаполнения и позволяет косвенно судить о величине общего кровенаполнения мозга, тонусе, эластичности его сосудов, состоянии венозного оттока.

- *метод эхоэнцефалографии* основана на свойстве ультразвука по-разному отражаться от структур мозга, его патологических образований, цереброспинальной жидкости, костей черепа и др. Кроме определения размеров локализации тех или иных образований мозга эхоэнцефалография благодаря использованию эффекта Доплера дает возможность оценивать скорость и направление движения крови в сосудах, участвующих в кровоснабжении мозга.

- *метод компьютерной томографии*, основанный на использовании рентгеновских лучей для измерения плотности структур мозга.

- *метод ядерного магнитного резонанса*, основанный на использовании радиоволн и сильного магнитного поля, который позволяет получить прижизненное изображение структур мозга, без вреда для участника эксперимента.

Вопрос_2

Методы изучения поведения

В конце XIX века в изучении поведения возникло новое перспективное направление с установкой на внедрение объективных психофизических методов изучения психических явлений. Это направление в значительной степени связано с именем *Чарльза Дарвина* (1809-1882 гг.) и открытым им эволюционный закон.

Дарвиновская революция в биологии привела к изменению многих традиционных научных дисциплин (сравнительная анатомия, морфология и систематика животных и др.) и способствовала появлению новых дисциплин. Эволюционное учение Чарльза Дарвина создало научные предпосылки для сравнительного изучения поведения животных и человека.

Научный подход в изучении поведения стал ориентироваться на объективные методы и принцип причинно-следственной связи (Э. Вебер, Т. Фехнер, В. Вундт). Однако доминирование взгляда на психику как на особое явление, не имеющее ничего общего с физиологическими процессами, препятствовало этому. Противоречия между научными фактами и умозрительными объяснениями привели к возникновению направлений:

- бихевиоризм
- ассоциативная психология
- гештальт-психологии

Один из основоположников бихевиоризма – американский психолог Э. Торндайк (1874-1949), который изучал поведение различных животных объективным путем.

Эксперимент 2

Животное помещалось в ящик и могло выйти из него к пище или на свободу, выучившись открывать дверцу. Например, кошка помещается в ящик, из которого она может выбраться, открыв задвижку, она может проявить много видов поведения, некоторые из которых могут оказаться эффективными. Торндайк установил, что при многократном помещении кошки в ящик успешное поведение наступало все быстрее и быстрее, и это продолжалось до тех пор, пока оно не стало предельно простым и быстрым. Кошка решала свою задачу, как разумное человеческое существо, хотя, возможно, и не так быстро. Торндайк описал свои результаты, указав на то, что поведение кошки было «запечатлено» (*stamped in*), поскольку оно сопровождалось открытием двери.

Тот факт, что поведение запечатлевается или сопровождается определенными последствиями, Торндайк назвал «законом эффекта». В

своих экспериментах он установил, что в рамках одной и той же ситуации определенное поведение протекает все более и более стабильно в отличие от других поведенческих проявлений. Фиксируя промежутки времени, которые требовались кошке для того, чтобы выбраться из ящика, он построил «кривую научения». Эта ранняя попытка описать поведенческий процесс количественно, аналогично описанию физических и биологических процессов, рассматривалась как важный шаг вперед. Он раскрыл процесс, который развертывался в течение длительного времени и который был доступен для наблюдения.

Однако кривые научения не описывают сущность запечатления. Критерий Торндайка – время, необходимое животному для того, чтобы выбраться из клетки, – был связан с устранением других видов поведения, и его кривая зависела от ряда различных действий, которые могла выполнять кошка в определенном ящике.

Форма кривой также зависела от поведения, которое было «успешным», и от того, был ли это редкий или обычный способ поведения в данном ящике. Можно сказать, что кривая научения, построенная таким образом, отражает свойства ящика с задвижкой, а не поведение кошки. Это положение распространяется на многие другие устройства, разработанные для изучения научения: различные лабиринты, через которые белые крысы и другие животные учатся проходить, ящики выбора, в которых животные научаются различать свойства, стимулов, аппараты, посредством которых представляется последовательность стимулов, подлежащих усвоению при изучении памяти человека – все они порождают различные кривые научения.

В результате наблюдений Торндайк сформулировал три главных закона обучения – *пользы, эффекта и упражнения*. Суть этих законов в том, что полезные действия животного в силу их связи с приятным чувством закрепляются, а вредные, вызывающие неприятные чувства, исчезают. Полезные действия становятся тем прочнее, чем больше организм в них упражняется.

Торндайк обратил внимание на ассоциацию между *стимулом и реакцией* организма как основу поведения животного. Хотя Торндайк в своих объяснениях экспериментальных фактов пытался сослаться на нейрофизиологические представления о нервной системе как субстрате обучения, решение же проблемы сводилось, по существу, только к констатации того, что животные могут приобретать полезные навыки, закрепляющиеся в результате упражнения. Бихевиористы, проводя эксперименты, фокусировали внимание главным образом на внешних детерминантах (факторах, причинах) поведения и не исследовали мозговые процессы, возникающие в результате действия стимула, вследствие которых развивается ответная деятельность организма.

Возникновение *бихевиоризма* было прогрессивным явлением в истории психологии, нанесшим удар идеалистическим представлениям о психической деятельности. Это направление впервые показало, что ассоциация — связь не между идеями, а между стимулом и ответом организма. Однако отказ от изучения нервных механизмов поведения сильно сужал значение этого направления. Противоречие между результатами эксперимента и попытками их объяснить привело в 20-х гг. к разделению бихевиоризма на несколько ветвей. Так, одни считали, что вся психическая деятельность сводится к операциям, действиям (*Б. Скиннер*), а другие придавали исключительное значение мотивам, потребностям, побуждениям, стремлениям организма к цели

Д. Гартли (1705-1757) и *Дж. Пристли* (1733-1804) – основоположники ассоциативной психологии, которые в объяснении поведения оперировали понятием ассоциации идей.

Иной подход к изучению психических явлений связан с направлением, получившим название *гештальт-психология*. Представителями этого направления были главным образом немецкие психологи: *К. Коффка* (1886-1941), *В. Кёлер* (1887-1967), *К. Левин* (1890-1947) и др.

Основная идея этих психологов состояла в том, что восприятие всегда целостно, а в связи с этим обучение должно рассматриваться не как образование ассоциации между стимулом и реакцией, а как некоторая «реорганизация перцептивной деятельности» (перцепция – восприятие). Целостное восприятие, по мнению сторонников этого направления, не может быть выведено из отдельных его частей, в нем всегда присутствует некоторый фон, который характеризует своеобразие образа.

Внедрение в психологию экспериментальных методов изучения мозга способствовало развитию методов изучения поведения. Среди наиболее значимых можно выделить:

- метод этологического наблюдения
- метод условного рефлекса
- метод когнитивного изучения

Методы *этологического* изучения поведения состоят в *наблюдении* за поведением различных видов животных в *естественных* или *лабораторных условиях*. Главная задача заключается в выявлении путем наблюдения основных структурных составляющих поведения (блоков) и тех факторов, которые ответственны за их реализацию. Наиболее частыми лабораторными методами являются следующие:

- метод «лабиринта»
- метод «обходного пути»:

- метод «выбора на образец»
- дифференцировочная дрессировка
- метод «проблемный ящик»

Метод «лабиринта»: подопытному животному ставится задача нахождения пути к определенной, непосредственно не воспринимаемой им «цели», которой является чаще всего пищевая приманка. Позволяет изучать вопросы, связанные со способностью животных к **выработке двигательных навыков** (научению).

Метод «обходного пути»: животное в данном случае непосредственно воспринимает объект (приманку), на который направлены его действия уже в начале опыта. Используется для изучения способности разных животных к **экстраполяции**.

Метод «выбора на образец»: животному предлагается произвести выбор среди ряда объектов, руководствуясь образцом, который показывается ему экспериментатором или в специальном аппарате. Правильный выбор подкрепляется. Этот метод применяется для изучения **сенсорной сферы животных**.

Дифференцировочная дрессировка: направлена на выявление способности подопытного животного к различению одновременно или последовательно предъявляемых объектов и их признаков

Метод «проблемный ящик»: перед животным ставится задача или открыть для себя выход из клетки, приводя в действие различные приспособления (рычаги, педали, затворы и т.п.), или же, наоборот, проникнуть в клетку, где находится подкорм, отмыкая запирающие устройства. Этим методом исследуются сложные формы научения и моторные элементы **интеллектуального поведения** животных.

Методы *условно-рефлекторного* изучения поведения проводятся в *лабораторных условиях* при ограничении действующих сенсорных сигналов и поведенческих актов. Именно эти сигналы вводятся в функциональную (временную) связь с данной поведенческой реакцией. Лабораторный эксперимент позволяет моделировать различные формы поведения и подвергать их тщательному физиологическому анализу. Последнего не удается достичь с помощью этологических методов. На основе метода условных рефлексов возможны дополнительные приемы для того, чтобы изучать свойства и определять локализацию физиологических процессов, обеспечивающих поведенческую деятельность. Наиболее часто используются следующие:

- пробы возможности образования разных форм условных рефлексов
- онтогенетическое изучение условных рефлексов
- филогенетическое изучение условных рефлексов
- экологическое изучение условных рефлексов

- использование электрических показателей условно-рефлекторной реактивности

- фармакологические воздействия на условные рефлексы

- моделирование процессов условно-рефлекторной деятельности

Пробы возможности образования разных форм условных рефлексов: у собаки можно образовать условный рефлекс на невоспринимаемый ухом человека сверхвысокий тон 25 000 колебаний/с.

Онтогенетическое изучение условных рефлексов⁴: изучение сложного поведения животных разных возрастов и установление того, что в поведении является приобретенным, а что врожденным.

Филогенетическое изучение условных рефлексов: сравнение свойств условных рефлексов животных разного уровня развития, позволяющее оценить направление движения эволюции. Установлено, что скорость образования условных рефлексов резко нарастает от беспозвоночных к позвоночным животным.

Экологическое изучение условных рефлексов: изучение условий жизни, раскрывающих происхождение особенностей поведенческой деятельности. Например, голубь, ориентируется в воздушной среде преимущественно с помощью зрения, поэтому зрительные условные рефлексы вырабатываются, гораздо лучше.

Использование электрических показателей условно-рефлекторной реактивности: дает возможность наблюдать формирование условных рефлексов в структурах мозга еще до того, как он проявляется в двигательных или иных реакциях организма.

Фармакологические воздействия на условные рефлексы: использование тех или иных препаратов усиливающих или ослабляющих образование условных рефлексов.

Моделирование процессов условно-рефлекторной деятельности: использование методов математического моделирования для описания в виде формул количественные зависимости образования условного рефлекса. Результаты математического анализа позволяют давать суждения о закономерностях формирования условных связей и предсказание возможности образования условного рефлекса в модельном эксперименте.

Методы *когнитивного изучения* поведения используются в лабораторных экспериментах, состоят в выявлении тех сторон психики животных или человека, которые определяют их *поведение в сложных ситуациях*. Причем наряду с выявлением способов решения поведенческих задач путем тренировки, то есть обучения, эти методы позволяют

⁴ - у щенков, никогда не видевших мясо, слюна на него не выделяется, что доказывает то, что выделение слюны не врожденный а приобретенный рефлекс

обнаружить в поведении животных явления так называемой *эвристики*, то есть способности сразу находить правильный выход из новой и необычной ситуации. Этими методами ученые пытаются описать *познавательную - когнитивную* сторону поведения. Постепенно усложняя поставленные перед животным задачи, исследователь оценивает диапазон способностей животного к их решению, будь-то лабиринт, проблемный ящик или ориентация в свободном пространстве. Можно выделить следующие методы когнитивного изучения поведения:

- метод свободного перемещения по И. С. Бериташвили (1975 г)
- методы экспраполяции по Л.В. Крушинскому (1977 г)
- методы изучения вероятностного прогнозирования (Н.А. Бернштейн, 1966, П.В. Симонов 1986 г)

Метод *свободного перемещения* в экспериментальном манеже по И. С. Бериташвили (1975 г): у высших позвоночных при первом восприятии местоположения пищи создается образ пищи и местоположение в данной среде. Метод Бериташвили позволяет оценить образное (психонервное) поведение.

Методы *экспраполяции* по Л.В. Крушинскому (1977 г) позволяет оценить элементарную рассудочную деятельность животного и эвристический уровень деятельности мозга.

Методы изучения *вероятностного прогнозирования*, т.е. оценки возможности предвосхищения будущего результата, основанного на вероятностной структуре прошлого опыта и информации о наличной ситуации (Н.А. Бернштейн, 1966, П.В. Симонов 1986 г).

Литература

1. Смирнов, В.М. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность / В.М. Смирнов, С.М. Будылина. - М.: Медицина, 2003. - 304 с.
2. Шульговский, В. В. Основы нейрофизиологии: Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Аспект Пресс, 2000. - с. 277.
3. Батуев, А.С. Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности / А.С. Батуев. - Л.: Наука, 1986. - 340 с.
4. Александров, Ю.И. Психофизиология / Ю.И.Александров. - М.: Медицина, 2001. - 230 с.
5. Данилова, Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н. Н. Данилова, А.Л. Крылова. - Ростов н/Д: Феникс, 1999. - 480 с.