

АКАДЕМИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК СССР

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ  
ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

---

В. Н. ЗАКЛЯКОВА

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ  
ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНОСТИ У ДЕТЕЙ  
НА ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ НЕПОСРЕДСТВЕННЫХ  
ЗВУКОВЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ**

(03.102 — физиология человека и животных)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

МОСКВА  
1972

ЛФУДЛ

Диссертация выполнена в лаборатории физиологии высшей нервной деятельности детей и подростков (заведующая — член-корреспондент АПН СССР, профессор **М. М. Кольцова**) Научно-исследовательского института физиологии детей и подростков (директор — академик **А. А. Маркосян**).

Научный руководитель — член-корреспондент, профессор **М. М. Кольцова**.

Консультант по ЭЭГ — кандидат биологических наук **Т. П. Хризман**.

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук **М. И. Стручков**.  
Кандидат биологических наук **Н. С. Мирзоянц**.

Отзыв о научно-практической значимости диссертации представлен Институтом эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР, г. Ленинград.

Автореферат разослан « 25/IV » . . . . . 1972 г.

Защита диссертации состоится « 25/IV » . . . . . 1972 г.  
в Научно-исследовательском институте физиологии детей и подростков АПН СССР по адресу, Москва, Г-117, ул. Погодинская, 8.

---

Со времени И. М. Сеченова принцип целостности в деятельности мозга стоит в центре внимания физиологов. Он выявляется в том, что мозг воспринимает внешние воздействия в определенных совокупностях, а не изолированно. Целостная деятельность мозга выявляется и в поведении организма: это не отдельные рефлекторные акты, а более или менее сложные цепи актов, органически слившихся в единое действие.

Физиологической основой целостной деятельности больших полушарий является выработка систем временных связей. Представления о принципе системности формировались в павловских лабораториях постепенно, на протяжении нескольких десятилетий. Первые относящиеся сюда факты были получены в лаборатории И. П. Павлова в 1907 г.: И. Я. Перельцевейг обнаружил, что порядок действия раздражителей точно фиксируется нервной системой животного. Исследованиями К. И. Кржышковского 1908; Соловейчика 1926; П. С. Купалова 1926—1962 гг., Э. А. Асратяна 1934—1966; Г. В. Скипина 1938; Л. А. Бам и С. Д. Каминского 1935; М. А. Усневич 1938; П. К. Апохина 1940—1941; А. О. Долина 1941, 1946; Л. О. Зевальда 1941; С. А. Петрова 1941; Ф. П. Майорова 1954; А. И. Счастливого 1954; 1968; Н. П. Муравьевой 1954; 1957; 1964; 1967; М. М. Хананашвили 1962; В. И. Сыренского 1967 и других авторов показано, что работа коры головного мозга чрезвычайно облегчается, если падающие на нее раздражители действуют в определенной последовательности. В павловских лабораториях явление системности изучалось, главным образом, на модели выработки динамического стереотипа, но оно выявляется и в формировании условных рефлексов на комплексы и цепи раздражителей, условных рефлексов на отношения раздражителей, переключения условно-рефлекторной деятельности. Системность выступает, как общий принцип синтетической деятельности больших полушарий. Исследованиями Э. А. Асратяна было

показано, что важнейшим условием образования системности является постоянный порядок следования раздражителей. Но в чем же собственно заключается значение этого фактора? Говоря о системности, например, в случае выработки динамического стереотипа, обычно имеют в виду систему временных связей, возникающих при ассоциировании условных раздражителей с безусловным подкреплением. Но что же объединяет эти рефлексы в единую систему? Л. Г. Воронин (1952) высказал мысль о том, что при выработке условных рефлексов на комплексные раздражители, кроме обычных условных-безусловных связей возникают временные «последовательные связи между раздражителями». М. М. Кольцова (1961—1963 гг.) предположила, что именно, временные связи, получаемые при ассоциировании раздражителей в постоянной последовательности и являются механизмом образования системности, поскольку здесь происходит замыкание временных связей между соответствующими сенсорными пунктами коры, их было предложено называть «сенсорными связями». Этот вид связей был описан Ю. К. Панферовым (1926) на детях. Он сочетал без специального подкрепления шум, подаваемый справа, и свет — слева. Замыкание условной временной связи проявилось в ориентировочной реакции в сторону ожидаемого раздражителя. М. М. Кольцова, (1967) дала классификацию сенсорных временных связей согласно которой выявляется несколько типов этих связей.

Например: при ассоциировании двух «индифферентных» раздражителей замыкается сенсорная связь типа «А», безусловным подкреплением здесь служит ориентировочная реакция ребенка. Второй тип сенсорной связи «Б» развивается при сочетании «индифферентного» раздражителя с условным, который в настоящее время не подкрепляется. Третий тип «В» получается при сочетании «индифферентного» раздражителя с условным, который подкрепляется в настоящее время. Четвертый тип «Г» — эта сенсорная связь образуется при сочетании в постоянной последовательности двух раздражителей, имеющих одинаковое сигнальное значение, применявшихся ранее с безусловным подкреплением, но в настоящее время неподкрепляемых. Пятый тип сенсорных связей «Д» возникает в случае ассоциирования раздражителя, который имеет ранее выработанное сигнальное значение, но не подкрепляется в настоящее время, с условным раздражителем подкрепляемым и т. д. Какова же роль сенсорных временных связей в процессе развития системности?

В настоящей работе и была поставлена цель выяснить соотношение временных связей разного характера, вырабатываемых обычным путем (при сочетании условного и безусловного раздражителей) и сенсорных связей, возникающих при сочетании раздражителей, действующих в определенной последовательности в процессе образования системности. Кроме того, была сделана попытка выяснить участие различных структур мозга в процессе развития системности у детей.

### МЕТОДИКА

Наблюдение проводилось на здоровых детях 6—7 лет. Чтобы решить поставленные задачи, мы использовали условно-рефлекторный и электроэнцефалографический методы исследования. Всего было обследовано 85 детей, которые были разделены на 6 групп. Всем детям предъявлялись звуковые раздражители в стереотипе, 1-й и 2-й группам давался стереотип из 4-х звуковых раздражителей: Тон 200 гц — Звонок — М 120 — Свисток. Детям 3-й, 4-й, 5-й и 6-й групп стереотип из 7 раздражителей: Тон 800 гц — Звонок — М 120 — Свисток — Тон 200 гц — Колокольчик М 60.

Исследование проводилось в 2 этапа. На первом этапе работы раздражители предъявлялись в каждой группе в различном порядке. Безусловным подкреплением на 1-м этапе служила ориентировочная реакция ребенка. На 2-м этапе последовательность предъявляемых раздражителей была одинаковой для 1-й и 2-й; для 3-й, 4-й, 5-й и 6-й групп. Безусловным подкреплением на этом этапе являлась струя воздуха в глаз ребенка, при действии только последнего раздражителя стереотипа. На обоих этапах исследования звуковые раздражители пространственно располагались по-разному, одни подавались справа, другие слева, для того чтобы легче было регистрировать ориентировочную реакцию в сторону раздражителя. Время действия звуковых раздражителей 4—5 секунд. Интервалы между ними 1—1,5 сек. В работе сопоставлялось образование системности при различных условиях формирования сенсорных временных связей.

1. Предварительно данный порядок следования раздражителей на 1-м этапе сохранялся и на 2-м этапе при выработке системности с безусловным подкреплением, т. е. замкнувшиеся сенсорные связи далее в этом случае упрочивались.

2. Предварительно, т. е. на 1-м этапе работы, давался один порядок следования раздражителей, а на 2-м этапе он

менялся, когда вырабатывалась системность на оборонительном подкреплении (т. е. выработанные на 1-м этапе сенсорные связи нарушались). На первом этапе исследования визуально регистрировалась двигательная реакция ребенка (поворот головы и движение глаз в начале в сторону подаваемого, позднее ожидаемого раздражителя). На 2-м этапе исследования регистрировалась оборонительная мигательная реакция ребенка при помощи специального датчика. Полученные данные подвергались статистической обработке. Для каждой группы детей высчитывалось среднее арифметическое. Достоверность различия определяли при помощи критерия «t» Стьюдента.

Одновременно с регистрацией оборонительной мигательной реакции у нескольких детей во время выработки системности регистрировалась электроэнцефалограмма на 17 капальном электроэнцефалографе фирмы «Саней». Десять отведений (лобные, центральные, теменные, затылочные и височные) правого и левого полушария, отведения униполярные. Запись производилась 3 раза. Ребенок сидел с открытыми глазами.

**1-я запись:** ЭЭГ а) в состоянии спокойного бодрствования ребенка; б) при первом предъявлении звуковых раздражителей в системе, безусловное подкрепление, ориентировочная реакция.

**2-я запись:** ЭЭГ а) в состоянии спокойного бодрствования; б) результат первого этапа, т. е. когда была выработана система сенсорных связей; в) начало выработки системности, при первом и втором безусловном подкреплении последнего раздражителя предъявляемого стереотипа.

**3-я запись:** а) в состоянии спокойного бодрствования; б) системность выработана. Каждая электроэнцефалограмма оценивалась визуально. Кроме визуальной оценки, применялся корреляционный анализ ЭЭГ (М. Н. Ливанов 1960; 1962; Е. Б. Сологуб 1965; Т. П. Хризман, 1969).

При вычислении коэффициентов межцентральной корреляции исследовалась попарная корреляция биоэлектрических колебаний в двухсекундных униполярных отрезках ЭЭГ между десятью изучаемыми участками коры. Запись электроэнцефалограммы производилась с постоянной времени 0,3 сек. при скорости регистрации 60 мм/сек и 15 мм/сек. На интервалах в 50 м сек определяли вручную знак первой производной потенциала во времени. Нарастание амплитуды обозначали знаком (+), уменьшение — знаком (—). Коэффициент

корреляции рассчитывали по формуле С. П. Бернштейна (1946 г.):  $R = -\cos \frac{m}{n} \cdot \Pi$ , где  $R$  — коэффициент корреляции,  $m$  — число совпадений знаков,  $n$  — число отсчетов. Коэффициенты корреляции с абсолютным значением от  $\pm 0,4$  до  $\pm 1,00$  являлись значимыми; при значениях коэффициентов от  $\pm 0,40$  до  $\pm 0,69$  корреляция оценивалась как слабая; от  $\pm 0,70$  до  $\pm 0,84$  — как сильная; от  $\pm 0,84$  до  $\pm 1,00$  — как очень сильная. Всего было подсчитано 13600 коэффициентов корреляции, построено 325 корреляционных схем межцентральных отношений биопотенциалов различных структур мозга ребенка в процессе развития системности.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

### § 1. «РОЛЬ СЕНСОРНЫХ ВРЕМЕННЫХ СВЯЗЕЙ ТИПА «А» ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМНОСТИ»

На первом этапе исследования детям 1-й и 2-й групп на протяжении восьми дней (трехкратно в каждом эксперименте — всего 24 раза) предъявлялся стереотип из 4-х раздражителей.

Звуковые индифферентные раздражители ассоциировались в следующей последовательности: 1 группа: Тон 200 гц — Звонок — М 120 — Свисток; 2 группа: Звонок — Тон 200 гц — Свисток — М 120. На первом этапе работы у всех детей была выработана система сенсорных временных связей типа «А». (Этот тип связи возникает при ассоциировании двух «индифферентных» раздражителей, безусловным подкреплением служит ориентировочная реакция). На втором этапе в обеих группах был дан стереотип раздражителей, который ранее применялся в 1-й группе. Теперь в обеих группах афферентные стимулы действовали в такой последовательности: Тон 200 гц — Звонок — М 120 — Свисток, и только действие свистка сопровождалось безусловным подкреплением в виде легкой струи воздуха в глаз ребенка. Стереотип с безусловным подкреплением предъявлялся также три раза в каждом опыте. Совместное время действия условного и безусловного раздражителей составляло 3—4 секунды. Индикатором выработки условной связи служила мигательная реакция, ожидаемое различие в сроках и динамике проявления этого показателя в 1-й и 2-й группах должно было выявить,

какую роль имеет предварительная выработка сенсорных временных связей.

#### **Результаты исследования первой группы детей (I этап)**

На первом этапе исследования, в результате 24-кратного ассоциирования ( $8 \times 3 = 24$ ) индифферентных звуковых раздражителей, у всех детей была получена система сенсорных временных связей. Показателем того, что система выработана служила двигательная ориентировочная реакция (вначале поворот головы, а затем только глаз в сторону ожидаемого раздражителя). У всех детей на 8-й день двигательная реакция упрочивалась и проявлялась в сторону ожидаемого раздражителя еще до начала его предъявления, что служило показателем замыкания сенсорной временной связи при ассоциировании раздражителей.

В процессе выработки системы сенсорных временных связей была выявлена динамика изменения ориентировочной реакции ребенка. В первый опытный день испытуемые, как правило, поворачивали голову и взгляд в сторону предъявляемого раздражителя в момент его предъявления. На 2-й, 3-й день отмечался на отдельные раздражители поворот головы в сторону ожидаемого раздражителя еще до начала его действия. На 5-й день уже преобладала ориентировочная реакция (легкий поворот головы и чаще глаз) в сторону ожидаемого стимула. На 6—7-й день почти на все раздражители, а на 8-й день на все без исключения, отмечалось движение глаз, именно в сторону ожидаемого раздражителя еще за секунду—две до его предъявления. Так как раздражители предъявлялись одни с правой, другие с левой стороны, то эту реакцию было легко проследить. Опрос детей позволил установить, что поворот глаз был обусловлен, именно, ожидаемым звуковым раздражителем, так как дети правильно называли последовательность раздражителей, а не простым чередованием стимулов справа и слева. Опрошенные дети ко 2-му этапу исследования не допускались, они использовались для контроля результатов 1-го этапа исследования.

#### **Второй этап работы**

Получив систему сенсорных временных связей, приступали к выработке системности с безусловным подкреплением.

Подкреплялся только четвертый раздражитель — свисток.

Такая постановка эксперимента давала возможность выявить роль предварительной выработки сенсорных связей, так как на втором этапе работы можно было проследить, как меняется уровень возбуждения каждого отдельного сенсорного пункта в зависимости от степени его связи с безусловно подкрепляемым раздражителем. Динамика процесса развития системности в 1-й группе была следующая. После безусловного подкрепления последнего раздражителя свистка ответная сигнальная реакция имела при действии каждого раздражителя уже с третьего предъявления стереотипа в первый опытный день. На 4-м, 5, 6, 7-м предъявлении подкрепляемого стереотипа, условный мигательный рефлекс отмечался на действии 2-го, 3-го и 4-го раздражителей. На 8, 9, 10-м предъявлениях условная мигательная реакция имела лишь при действии 3-го и 4-го раздражителей. На 11-м предъявлении условная мигательная реакция регистрировалась лишь на 4-й подкрепляемый раздражитель — свисток. У всех детей системность считалась выработанной и упроченной, когда условная мигательная реакция была четкой только на последний раздражитель, в течение трехкратного предъявления стереотипа. В первой группе системность была выработана на 13 предъявлении раздражителей.

#### **Результаты исследования 2-й группы детей (1 этап)**

У всех детей 2-й группы, как и у детей 1-й, на 7, 8 день ассоциирования звуковых раздражителей наблюдалась ориентировочная реакция (легкий поворот головы, движение глаз) в сторону ожидаемого раздражителя за секунду — две до его предъявления.

**2-й этап.** В этой группе последовательность раздражителей на 2-м этапе была изменена, следовательно, замкнувшиеся в начале работы сенсорные связи нужно было разрушить и выработать новые. Поэтому во второй группе уже заведомо создавались неблагоприятные условия для развития системности, по сравнению с 1-й группой детей. В этой группе детей условная мигательная реакция появилась на 6—7-м предъявлениях стереотипа с безусловным подкреплением и упрочилась к 19—20 предъявлению. По мере того, как раздражители последовательно получали сигнальное значение, изменялся характер сенсорных временных связей в системе.

У детей первой группы, где сохранялась последовательность раздражителей на 2-м этапе работы, при втором безусловном подкреплении системы сенсорных связей, временная связь типа «А» между 4 и 3-м раздражителями переходит в тип «В». Этот тип сенсорных связей развивается при сочетании «индифферентного» раздражителя с условным, который в настоящее время подкрепляется. При 3-м предъявлении системы с безусловным подкреплением условная мигательная реакция регистрировалась при действии каждого предъявляемого раздражителя. Проявлялось сигнальное значение раздражителей и сенсорные связи качественно становились другими, более прочными; сенсорные связи типа «А» переходили в связи типов «Б», «В», «Г», и «Д». Во второй группе процесс динамики качественного изменения сенсорных связей начинался позднее, так как выработанная на 1-м этапе система сенсорных временных связей тормозила выработку системности на 2-м этапе, и поэтому системность во второй группе была получена на 6—7 предъявлений стереотипа позднее, чем в первой группе. Таким образом, становится очевидным, что даже в сравнительно легких условиях четырехчленного стереотипа роль сенсорных временных связей оказалась значительной.

Скорость выработки системности была различной в 1 и 2-й группах и зависела от сохранения предварительно выработанных сенсорных временных связей типа «А».

#### **§ 2. О РОЛИ СЕНСОРНЫХ ВРЕМЕННЫХ СВЯЗЕЙ ТИПА «А» ПРИ УДЛИНЕНИИ СТЕРЕОТИПА**

Для того чтобы нагляднее выявить роль сенсорных временных связей взяли еще 4 группы детей (3; 4; 5; 6) и создали более трудные условия для выработки системности: 1) увеличили число звуковых раздражителей в стереотипе до 7; 2) в каждой группе на первом этапе исследования была своя определенная последовательность ассоциируемых звуковых стимулов. 3-я группа: Тон 800 гц — Звонок — М 200 — Свисток — Тон 200 гц — Колокольчик — М 60.

4-я группа: эти же раздражители предъявлялись в другой последовательности: Колокольчик — М 200 — Тон 800 гц — М 60 — Свисток — Звонок — Тон 200 гц.

В 5-й группе детей эти же раздражители подавались в случайном порядке, каждый раз в новом.

В 6-й группе первый этап работы отсутствовал.

Первый этап работы длился 9 дней. Звуковые раздражители предъявлялись трехкратно в каждом опыте, т. е. каждый раздражитель был дан 27 раз. На первом этапе работы безусловным подкреплением являлась ориентировочная реакция ребенка. На втором этапе был дан стереотип раздражителей одинаковый для всех групп детей (Тон 800 гц — Звонок — М 200 — Свисток — Тон 200 — Колокольчик — М 60) с безусловным подкреплением (струя воздуха в глаз) при действии лишь последнего 7-го члена стереотипа — М — 60.

### Результаты исследования 3-й группы детей

На первом этапе работы при ассоциировании звуковых индифферентных раздражителей уже на 2-й и 3-й опытные дни у детей появилась ориентировочная реакция в сторону некоторых ожидаемых раздражителей. Двигательная ориентировочная реакция, т. е. поворот головы, а затем только движение глаз ребенка в сторону ожидаемого раздражителя, на все раздражители стала четкой к 8, 9 дню и служила показателем того, что система сенсорных связей сформирована. Последовательность раздражителей в этой группе на обоих этапах работы была одинаковой. Сохранение предварительно выработанной на первом этапе системы сенсорных временных связей способствовало упрочению ее на 2-м этапе, когда приступили к выработке системности на оборонительном подкреплении. Теперь звуковые «индифферентные» раздражители получали сигнальное значение. Условная мигательная реакция у большинства детей этой группы появилась на 4, 5, 6-й звуковые стимулы на 3-м предъявлении стереотипа. На 4-м, 5-м предъявлениях условная реакция, проявилась на 2-й раздражитель стереотипа. На 6-м предъявлении условная мигательная реакция регистрировалась на 2-й, 5, 6, 7-й стимулы. На 7-м предъявлении на 2, 3, 6, 7-й, на 8, 9 предъявлении на 3, 4, 6, 7, на 10 предъявлении на 2, 3, 4, 5, 6, 7 раздражители. На 11 предъявлении условная мигательная реакция регистрировалась на все раздражители, на 12 на 3, 4, 6, 7; на 13, 14, 15 предъявлениях на 5, 6, 7 раздражители, на 16, 17 предъявлении на 6, 7. На 18, 19, 20 предъявлениях условная мигательная реакция регистрировалась только на последний подкрепляемый раздражитель.

#### **Данные исследования 4-й группы детей**

Тот факт, что при ассоциировании звуковых раздражителей на первом этапе исследования была выработана система сенсорных временных связей, выявился в словесных реакциях детей, когда в начале 2-го этапа работы, те же самые звуковые раздражители были предъявлены в новой последовательности. Один испытуемый говорил: «Хочу сначала, хочу сначала», другой спрашивал: «Почему не так?» Условная мигательная реакция у детей этой группы появилась на 8—9-м предъявлениях стереотипа на последний подкрепляемый раздражитель «М 60». На 17—18-м предъявлениях условная мигательная реакция проявилась на 2-й и последующие раздражители стереотипа. В этой группе «латентный период» выработки системности как бы удлиняется, раздражители стереотипа у этих детей медленнее, чем в 3-й группе получали сигнальное значение. Системность упрочилась здесь в среднем на 27-м предъявлении стереотипа.

#### **Данные исследования детей 5-й группы:**

В этой группе раздражители на 1-м этапе исследования предъявлялись каждый раз в новой последовательности. При ассоциировании индифферентных раздражителей на 1-м этапе исследования у детей этой группы не было получено таких четких данных, как в 3-й и 4-й группах. Здесь на 6, 7, 8, 9-й день ассоциирования отмечались только единичные ориентировочные реакции в сторону ожидаемого раздражителя. У детей этой группы на первом этапе работы система сенсорных связей не была выработана. На 10-й день был предъявлен стереотип с безусловным подкреплением последнего раздражителя (М 60). Условная мигательная реакция появилась на 9—10-м предъявлениях стереотипа на последний подкрепляемый раздражитель. При последующих предъявлениях отмечается как бы усиление условной мигательной реакции, на 17-м предъявлении стереотипа условная мигательная реакция уже появилась на 2-й и последующие раздражители стереотипа. Далее отмечается уменьшение проявления условной мигательной реакции и упрочивается системность на 24—25-м предъявлении стереотипа.

#### **Результаты 6-й группы**

6-я группа испытуемых — контрольная. В этой группе заранее не создавали условий, положительно или отрицательно

влияющих на ход развития системности. Здесь как бы в чистом виде можно наблюдать процесс выработки системности при безусловном подкреплении последнего раздражителя стереотипа (М 60). Условная мигательная реакция здесь появилась на 7—8-м предъявлениях стереотипа, далее отмечается нарастание проявления условной мигательной реакции, которое становилось самым высоким на 6-й опытный день, т. е. на 16—17—18-м предъявлениях, когда отмечается условная мигательная реакция на 2-й и последующие раздражители стереотипа. При дальнейшем предъявлении раздражителей отмечалось снижение проявления условной мигательной реакции и системность упрочилась на 28—30-м предъявлении стереотипа. Сопоставляя результаты 3-й, 4-й и 5-й групп испытуемых между собой, где экспериментально были созданы различные предварительные условия, которые положительно или отрицательно влияли на ход развития системности, мы видим, что самые благоприятные условия были в 3-й группе детей. Здесь системность упрочилась к 19—20 предъявлению стереотипа. В четвертой группе, где при выработке системности приходилось нарушать выработанные на 1-м этапе работы сенсорные временные связи и выработать их заново, системность упрочилась на 28-м предъявлении. В пятой группе детей, где раздражители предъявлялись в разной последовательности, системность упрочилась на 25 предъявлении стереотипа, несколько позднее, чем в третьей группе и немного раньше, чем в четвертой группе. Это можно объяснить тем, что здесь не была выработана на первом этапе исследования система сенсорных связей, которая мешала бы развитию системности на 2-м этапе работы, как это наблюдалось в 4-й группе, когда был предъявлен новый стереотип звуковых раздражителей. Далее, сравнивая результаты каждой группы с результатами 6-й контрольной группы детей, опять видим, что наилучший результат — в третьей группе, где была предварительно, на 1-м этапе исследования, выработана система сенсорных временных связей, которая на 2-м этапе упрочивалась. Системность здесь была получена на 18—19—20 предъявлениях. В 6-й группе системность выработалась на 28—29—30 предъявлениях стереотипа.

В процессе выработки системности раздражители приобретали сигнальное значение, которое определялось динамикой качественного изменения сенсорных временных связей между возбуждаемыми сенсорными пунктами коры головного мозга ребенка. Очень наглядно роль предварительно выра-

ботанных сенсорных связей типа «А» выявляется в случаях, когда последовательность раздражителей, выработанная на 1-м этапе и на 2-м этапе исследования сохраняется (группа № 3). Здесь быстрее, чем у детей других групп, сенсорные временные связи типа «А» переходят в связи типов «Б», «В», «Г» и «Д». Благодаря этому, раздражители приобретают сигнальное значение раньше и системность вырабатывается быстрее.

Таким образом, различные условия эксперимента, влияющие на ход развития системности (благоприятствующие или мешающие формированию сенсорных временных связей), а также усложнение условий (удлинение цепи раздражителей в стереотипе до 7), довольно демонстративно показывают роль сенсорных временных связей в развитии системности.

**§ 3. О МЕЖЦЕНТРАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЯХ КОРРЕЛЯЦИИ  
БИОПОНЦИАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛОВ КОРЫ  
ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМНОСТИ  
ПО ДАННЫМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ЭЭГ С УЧЕТОМ  
ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ВЫРАБОТАННЫХ СЕНСОРНЫХ  
ВРЕМЕННЫХ СВЯЗЕЙ ТИПА «А»**

В данной работе была сделана попытка выяснить межцентральные отношения биопотенциалов различных отделов коры головного мозга при формировании системности. Для этого у детей регистрировалась электроэнцефалограмма в процессе выработки системности. Проводилась визуальная оценка фона биоэлектрической активности и был применен корреляционный анализ ЭЭГ, который позволил выявить степень статистической близости колебаний биопотенциалов центров проекционных и ассоциативных структур мозга, проследить особенности функциональных перестроек межцентральные отношений в зависимости от различных условий формирования сенсорных временных связей (при сохранении последовательности и при нарушении ее) в процессе выработки системности.

**1 запись:** При анализе данных первой записи ЭЭГ было выявлено, что в состоянии спокойного бодрствования число корреляций биопотенциалов мозга равнялось 34%. Фокус взаимосвязанной биоэлектрической активности отмечался в моторных областях. При первом предъявлении индифферентных звуковых раздражителей число корреляций несколь-

ко уменьшилось — 32%, отмечалась высокая способность устанавливать межцентральные связи ниже-теменных и моторных областей мозга со всеми регистрируемыми зонами, но больше с височными.

**2-я запись:** 25-е ассоциирование звуковых раздражителей в стереотипе, т. е. когда выработана система сенсорных временных связей. В состоянии спокойного бодрствования происходит пространственное перераспределение взаимосвязанной биоэлектрической активности исследуемых областей мозга. По сравнению с первой записью на фоне общего снижения числа корреляций (34—25%) отмечается активность височных и нижнетеменных областей мозга. При действии звуковых раздражителей уменьшается общее число корреляций (32%—23%) по сравнению с первой записью. На фоне снижения числа корреляций во всех областях в височной зоне число корреляций биопотенциалов мозга несколько возрастает или остается без изменения.

#### Второй этап работы

**2-я запись:** Вырабатывалась системность на оборонительном подкреплении, 1-е и 2-е предъявление стереотипа раздражителей. У детей 1-й группы, где последовательность раздражителей была одинаковая на первом и втором этапах исследования, т. е. сохранялись предварительно выработанные сенсорные связи типа «А», отмечалось усиление межцентральных отношений биопотенциалов мозга между моторными и височными зонами обих полушарий. На месте слабых положительных корреляций ( $R = +0,4$  до  $+0,69$ ) появились сильные и очень сильные корреляции ( $R = +0,7$  до  $+0,84$ ) и ( $R = +0,85$  — до  $+1,0$ ). У детей 2-й группы, где последовательность раздражителей менялась на втором этапе работы, межцентральные отношения биопотенциалов мозга походили на те, которые наблюдались при первых предъявлениях звуковых раздражителей.

**3-я запись:** Системность выработана. Уже в состоянии спокойного бодрствования выявилась группа центров, статистически связанная, состоящая из моторной, ниже-теменной и височной зон мозга. При действии звуковых раздражителей на фоне снижения общего числа корреляций отмечалось усиление межцентральных отношений биопотенциалов мозга, между группой регистрируемых центров, локализующейся больше в правом полушарии, объединяющей ниже-те-

менную ассоциативную структуру с моторной и височной проекционными зонами мозга. Можно предположить, что их статистическая близость обусловлена функциональной заинтересованностью данных структур мозга.

### ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Теоретическое значение проблемы заключается в том, что образование системности является физиологической основой целостной деятельности мозга. Практическое значение проблемы определяется тем, что навыки и привычки (из которых, собственно, и строится поведение) представляют собой системы условных рефлексов. Это означает, что экспериментальные данные, касающиеся выяснения благоприятных условий для формирования системности, имеют прямое отношение к практике воспитательной работы.

Экспериментальный прием, используемый нами в работе (т. е. предварительная выработка сенсорных временных связей типа «А») позволил выявить роль и значение сенсорных временных связей в процессе развития системности. Наше предположение, что на образование системности окажут влияние различные условия развития сенсорных временных связей, подтвердилось. Приведенные данные позволяют видеть существенную роль именно сенсорных временных связей, влияющих на скорость выработки системности, как в 4-членном, так и 7-членном стереотипе. Когда на 2-м этапе исследования был предъявлен стереотип звуковых раздражителей при безусловном подкреплении только последнего раздражителя, то именно у детей 1-й группы (4-членный стереотип раздражителей) и у детей 3-й группы (7-членный стереотип), где последовательность раздражителей на 1-м и 2-м этапе была одна и та же, т. е. сохранилась предварительно выработанная система сенсорных связей удалось наблюдать более быстрое образование системности. У детей этих групп, раньше чем у остальных, нам удалось вычленить момент динамического слияния отдельных раздражителей в систему. В 1-й и 3-й группах раздражители получали сигнальное значение на 7—8 предъявлений стереотипа раньше, по сравнению с другими группами. У детей этих групп нам удалось проследить более быструю иррадиацию и концентрацию процесса возбуждения из коркового представительства безусловного центра по предварительно выработанным сенсорным временным связям.

Более быстрое образование системности в 1-й и 3-й группах было обусловлено тем, что предварительно выработанные нестойкие сенсорные связи типа «А», на 2-м этапе не нарушались, а наоборот, упрочивались, когда было применено безусловное подкрепление. И поэтому, в этих группах они быстрее качественно менялись, переходя в более стабильные связи типа «Б», «В», «Г» и «Д», по мере того, как раздражители получали сигнальное значение. Таким образом, в процессе развития системности на непосредственные звуковые раздражители происходит постепенный переход нестойких сенсорных временных связей в более прочные. Образование системности обусловлено динамикой качественных изменений сенсорных временных связей.

Классификация сенсорных временных связей, данная М. М. Кольцовой (1967), позволяет увидеть неограниченные возможности в динамике сенсорных временных связей, а следовательно в динамической перестройке систем временных связей, что, по-видимому, и является ведущим фактором в аналитико-синтетической деятельности мозга ребенка. Это положение находит очень наглядное подтверждение в наших фактах. Изменение свойств временных связей в ходе формирования системности показывает, что это очень лабильный механизм целостной деятельности мозга. Целостная деятельность мозга, физиологической основой которой является системность (И. П. Павлов; П. С. Купалов, Э. А. Асратян; М. М. Кольцова) в результате динамики временных связей становится более совершенной, что обеспечивает более тонкое приспособление организма к окружающей среде. Работы М. М. Кольцовой (1958—1967), Е. И. Дегтярь (1962, 1963), В. И. Закляковой (1963; 1965), А. Н. Знаменской (1968), проведенные на большом числе детей раннего и старшего дошкольного возраста показали, что значение сенсорных временных связей тем больше, чем выше интегративный уровень мозговой деятельности. При изучении изобразительной деятельности детей З. В. Денисова (1965) указывает на значение «межкомпонентных» временных связей: структура того или иного комплексного раздражителя формируется именно в результате того, что сначала происходит синтез отдельных составляющих его элементов на основе выработки системы условных связей.

В полученных нами данных находит свое отражение эволюция временной связи у животных, где основным принципом является переход от диффузных ко все более локаль-

ным формам деятельности. Временные связи, вырабатываемые между индифферентными раздражителями в результате многократного сочетания, т. е. сенсорные связи типа «А» Карамян А. И. (1964), Карамян А. И. и Сергеев Б. Ф. (1966) называют ассоциативными и считают их проявлением более высокого развития центральной нервной системы. Образование сенсорной временной связи типа «А», вырабатываемой между двумя индифферентными раздражителями, где безусловным подкреплением является ориентировочный рефлекс, у ланцетников, миног, рыб и амфибий получить невозможно. Начиная только с рептилий, впервые в ряду позвоночных, оказывается возможным образование ассоциативных временных связей, причем только при сочетании раздражителей одной модальности (Б. Ф. Сергеев, 1967).

В исследованиях на животных выявлено, что усложнение аналитико-синтетической деятельности мозга является результатом прогрессивного развития новых структур мозга.

Исследования морфологов показывают, как вместе с усложнением функции в филогенезе все более усложняется структура образований коры мозга. Но это усложнение достигает наивысшей степени только у человека (С. А. Саркисов; И. И. Филимонов; Е. И. Кононова, И. С. Преображенская, Л. А. Кукуев (1955).

В связи с этим и встал вопрос: какие же структуры обеспечивают целостную деятельность мозга ребенка?

В процессе развития системности выявлена существенная роль нижне-теменной ассоциативной зоны (39 поле по Бродману). Отмечается высокая способность этой структуры устанавливать связи с другими областями мозга на разных этапах формирования системности. Полученные нами данные о существенной роли нижне-теменной области в процессе развития системности, полностью совпадают с литературными данными. Участие ассоциативных зон коры в выработке условных рефлексов у животных было показано исследованиями Г. Джаспера, Г. Риччи и Б. Доуна (1962); Г. Т. Сахнуллиной (1957—1962). На основании клинических наблюдений давно отмечалось большое значение заднего третичного поля в нормальной деятельности человека. При поражении нижне-теменной зоны мозга наблюдаются расстройства сложных целенаправленных двигательных актов, сложных видов чувствительности, расстройства речи, грубые расстройства письма, счета, а также такие расстройства, как нарушение схемы тела, нарушение ориентировки в простран-

стве и направлении (В. М. Бехтерев, 1928; И. А. Станкевич, 1949; В. Пенфильд и Т. Расмуссен, 1950; Е. К. Сепп, 1949; А. Р. Лурия, 1962 и другие).

Наши данные о тонической перестройке межцентральных отношений биоэлектрических потенциалов мозга и существенной роли нижне-теменной структуры в процессе образования системности у детей коррелируют с данными, полученными при выработке двигательного стереотипа у взрослого человека (Е. Б. Сологуб, 1965) и при выработке двигательного стереотипа у детей (Хризман Т. П., 1969). Представления М. Н. Ливанова (1960—1962) о пространственной синхронизации биоэлектрических потенциалов, о том, что синхронизм колебаний биоэлектрических потенциалов в различных пунктах коры головного мозга действительно отражает возможность функциональных контактов между структурами, находит свое подтверждение в наших данных. Изменение уровня пространственной синхронизации биоэлектрических потенциалов мозга выявилось в ходе выработки системности в изменении числа корреляций биоэлектрических потенциалов и тонической перестройке межцентральных отношений биоэлектрических потенциалов коры головного мозга.

Получив данные, используя условнорефлекторный и электроэнцефалографические методы исследования, мы могли сопоставить их и провести корреляцию между полученными результатами. 1. При первом предъявлении стереотипа звуковых раздражителей ориентировочная реакция ребенка характеризуется диффузными межцентральными отношениями биоэлектрических потенциалов регистрируемых зон мозга. Число значимых межцентральных корреляций составило 32%. 2. Четкий условнорефлекторный ответ, когда системность выработана, находит свое отражение в снижении (32% — 26%) общего числа корреляций и в усилении внутриполушарных отношений между нижне-теменной, моторной и височной зонами мозга, больше правого полушария. 3. Корреляционный анализ ЭЭГ позволил выявить существенную роль задних ассоциативных нижне-теменных зон мозга в системных реакциях ребенка.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Сопоставление различных условий выработки системности позволило выявить существенную роль сенсорных временных связей в процессе образования системности.

2. Используемый нами экспериментальный прием предварительной выработки системы сенсорных временных связей типа «А» при последующем упрочении ее (группа № 1 и № 3) с последующим безусловным подкреплением позволил:

а) вычленил момент динамического слияния отдельных раздражителей в систему; б) проследить динамику распространения процесса возбуждения из коркового представительства безусловного центра по ранее замкнутым сенсорным связям; в) установить изменение свойств временных связей в процессе формирования системности: сенсорные связи типа «А» переходили в более прочные и вместе с тем лабильные связи типа «Б», «В», «Г» и «Д» (быстрее в 1-й и 3-й группах).

3. При попытке электроэнцефалографического изучения процесса образования системности с применением метода корреляционного анализа ЭЭГ, у всех детей выявлено наличие корреляций колебаний биопотенциалов проекционных и ассоциативных структур мозга. Удалось проследить топическое перераспределение межцентральных корреляций биопотенциалов на разных этапах формирования системности.

4. Когда системность выработана, происходит сдвиг в сторону уменьшения общего числа связей (32%—26%). Однако на фоне снижения числа корреляций отмечается топическая перестройка межцентральных отношений биопотенциалов мозга, увеличивается число сильных корреляций ( $R = +0,70 - +0,84$ ) и появляются очень сильные связи ( $R = +0,85 - +1,0$ ).

5. У детей первой группы, где предварительно выработанные сенсорные связи типа «А» упрочивались при сохранении последовательности на 2-м этапе исследования, выявились сильные внутриполушарные корреляции между височной и моторной зонами мозга, что, вероятно, способствовало более быстрому качественному изменению сенсорных связей типа «А» в тип «Б», «В», «Г», «Д», а следовательно ускорило выработку системности.

6. Выявляется высокая способность нижне-теменной ассоциативной структуры устанавливать межцентральные отношения с другими структурами мозга в процессе образования системности.

7. Полученные данные имеют не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку основой выработки навыков и привычек является формирование систем временных связей.

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ АВТОРА ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Роль анализаторных систем при выработке обобщения у детей. Тезисы докл. 20 сов. по пробл. ВНД, 1963 г. (в соавторстве).
  2. Функциональная роль слухового и двигательного анализаторов в выработке обобщения в первой и второй сигнальных системах. Ж. Высшей нервн. деят., 1963, т. XIII, в. 6.
  3. Сравнительная роль непосредственного и словесного подкрепления при выработке системности. Сб. материал. симпозиума «Сигнальн. системы человека». 1965.
  4. К вопросу о физиологическом механизме формирования системности. Тезисы докл. 21 совещ. по пробл. высш. нервн. деят. Изд. «Наука», 1966.
  5. Сравнительная роль слухового и двигательного анализаторов в развитии системности. ВНД в клинике здорового и больного ребенка. г. Горький, 1967.
  6. Роль двигательного анализатора в развитии системности. V научн. совещ., посв. пам. акад. Л. А. Орбели, Л., 1968.
  7. О роли различных отделов коры головного мозга в анализе первосигнальных звуковых раздражителей у детей от 2—3 лет по данным ЭЭГ. 9-я конф. по возрастной физиол., морфол. и биохимии М., 1969 (в соавторстве).
  8. О межцентральных отношениях корреляций биопотенциалов различных отделов коры большого мозга при формировании системы условн. рефлексов по данным ЭЭГ. 22-е совещ. по проблемам ВНД, посв. 120-летию со дня рождения И. П. Павлова, г. Рязань, 1970.
  9. О функциональном состоянии коры головного мозга у детей 6—7 лет по данным корреляционного анализа ЭЭГ Всесоюзн. научн. конфер. по актуальн. пробл. обществ. дошкольного воспитания и вопр. подготовки детей к школе. 1970.
  10. Особенности межцентральных отношений колебаний биопотенциал. проекционных и ассоциативных структур мозга у детей при сохранении следов различной деятельности. В книге «Память и следовые процессы» (Тезисы) 1970. (в соавторстве).
  11. О развитии функциональн. связей в коре головного мозга у детей по данным корреляционного анализа ЭЭГ. XI съезд Всесоюзн. физиол. общ-ва им. И. П. Павлова, т. 2, стр. 378, Л., 1970 (в соавторстве).
  12. Об особенностях межцентр. корреляций различных отделов коры головного мозга при формировании системности у детей старшего дошкольного возраста. Новые исследов. в психологии и возрастной физиол. 1970.
  13. Попытка изучения механизмов образования системности условнорефлекторн. и электроэнцефалографич. методами у детей. X научн. конф. по возр. морфол. физиол. и биохимии. М., стр. 259, 1971.
  14. О корреляции данных по развитию системности у детей, полученных условнорефлекторным и электроэнцефалографическим методами. 23-е совещ. по проблемам ВНД, 1971.
-