

О СООТНОШЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСИММЕТРИИ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ВОСХОДЯЩИХ И НИСХОДЯЩИХ ФАЗ ЭЭГ И ПРОДУКТИВНОСТИ НЕПРОИЗВОЛЬНОГО И ПРОИЗВОЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ

С. А. ИЗЮМОВА

(НИИ общей и педагогической психологии АПН СССР, Москва)

При поиске физиологических коррелятов психических функций важно выбрать такой физиологический параметр, который, с одной стороны, по своему смыслу адекватен данной психической функции, а с другой стороны, является достаточно информативным.

Исходя из совокупности фактов, полученных при изучении памяти [2], [9], [13], ее физиологических коррелятов [6], [7], [15], [16], а также на основе данных об уровне асимметрии альфа-волны [1], [4], [5], [8], [12], мы предположили, что показатели асимметрии могут быть связаны с процессами переработки и сохранения информации (впервые эта гипотеза была высказана А. А. Генкиным), поскольку функция запечатления, может, по-видимому, проявляться как в психологических, так и в физиологических показателях.

Проверка предположения о связи произвольной и произвольной памяти со средним уровнем асимметрии альфа-волн и составила задачу данной экспериментальной работы.

I. ПОКАЗАТЕЛИ НЕПРОИЗВОЛЬНОГО И ПРОИЗВОЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ

При выборе психологического теста «на память» мы исходили из следующих соображений. Во-первых, тест должен стимулировать высокую активность испытуемых, максимально их мобилизуя, так как при этом природные индивидуальные особенности проявляются наиболее ярко. Во-вторых, тест должен позволять строго количественно оценить результаты деятельности испытуемых. В-третьих, само запоминание должно происходить при понимании материала, так как такой вид запоминания наиболее близок к условиям, с которыми мы имеем дело в реальной жизни. Этим требованиям, как мы полагаем, отвечает тест Кетона [14].

В наших опытах на запоминание использовался несколько усложненный тест Кетона, состоящий в следующем. Испытуемым предъявлялась таблица из 24 цифр:

791214171922
242729323437

и давалась инструкция найти закон, по которому построена эта таблица. Принцип построения ее таков, что к каждому следующему числу (а их всего 13), начиная с первого, прибавляется попеременно то 2, то 3.

Данная задача позволяет вызвать высокую активность у испытуемых даже тогда, когда испытуемые не находят указанный принцип. В случае, когда испытуемые находят принцип, требование к памяти состоит в запоминании лишь самого закона, а также первого и последнего числа, однако даже в этих условиях (минимальных требований к памяти) получается разделение испытуемых по показателям запоминания, о чем свидетельствуют данные предварительных проведенных опытов по опробованию теста Кетона.

В основных опытах участвовало 48 здоровых испытуемых обоего пола в возрасте от 18 до 30 лет.

В соответствии с задачей исследования эксперименты были организованы так, что первая группа испытуемых (25 человек) запоминала материал произвольно, т. е. без мнемической установки, а вторая группа (23 человека), — произвольно, имея задачу запомнить. Испытуемые из первой группы, определив закон, по которому составлена таблица, сразу сообщали об этом экспериментатору. Время, затраченное на выполнение задания, регистрировалось (но оно не превышало 10 мин).

По прошествии двух минут после того, как таблицу убрали, испытуемых неожиданно просили воспроизвести все числа. Второй раз испытуемые воспроизводили числа через 7 суток. Таким образом, в первом случае имело место непосредственное воспроизведение, а во втором — отсроченное¹.

Перед испытуемыми из второй группы в инструкции была поставлена специальная задача запомнить числа после того, как будет найден основной принцип построения таблицы. В остальном все условия в опытах первой и второй группы совпадали. Воспроизведение регистрировалось также через 2 мин. и через 7 дней после окончания опыта.

В качестве показателей памяти использовались: количество правильно воспроизведенных чисел, с учетом места их в таблице, и время выполнения задания.

II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Для определения различных характеристик асимметрии длительностей фаз возрастания и убывания на тех же испытуемых был проведен специальный физиологический опыт, в котором регистрировалась фоновая ЭЭГ. Испытуемые находились в удобном кресле в звукоизолированной темной камере, с закрытыми глазами. К моменту регистрации фоновой ЭЭГ испытуемые были уже достаточно знакомы с обстановкой опыта, так как до этого участвовали в двух физиологических опытах с записью ЭЭГ.

Электроэнцефалограмма регистрировалась на энцефалографе японской фирмы «Саней» (тип 170) биполярно, при височно-затылочном отведении с левого полушария.

При сопоставлении с показателями памяти использовались следующие характеристики асимметрии длительности фаз нарастания и убывания:

- 1) $\bar{A} = \bar{A} - \bar{B}$ — средний уровень асимметрии;
- 2) $\lambda = \bar{A}/\bar{B}$ — коэффициент асимметрии;
- 3) $t = \frac{\bar{A} - \bar{B}}{\bar{A} + \bar{B}}$ — относительный коэффициент асимметрии.

Все показатели асимметрии длительностей фронтов ЭЭГ определялись по 30-секундным отрезкам кривых. При выборе репрезентативного временного отрезка (на 18 испытуемых) средний коэффициент асимметрии за 30-секундный интервал оказался устойчивой и стабильной характеристикой, что совпадает с данными А. А. Генкина [4].

Поскольку ручной способ подсчета этих характеристик вносит определенную долю субъективности в данные [3], был применен машинный способ обработки с использованием автоматического устройства для счета графиков типа «Силуэт» (шаг считывания 0,0133 сек) и ЭЦВМ «Наир-2» [10].

При статическом анализе результатов были использованы два критерия различия между группами: критерий «*t*» Стьюдента для малых выборок и непараметрический критерий различия Колмогорова-Смирнова. Следует отметить, что для малых выборок ($n < 25$ человек), когда характер распределения неизвестен, целесообразно использовать непараметрические критерии различия, которые не нуждаются в априорном знании закона распределения. Поэтому в данной работе для тех случаев, где найдены значимые различия между группами по «*t*» критерию Стьюдента (или они близки к уровню значимости), результаты подвергнуты дополнительному анализу по критерию Колмогорова-Смирнова.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. ВЛИЯНИЕ ИНСТРУКЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАПОМИНАНИЯ

Сравнение данных по первой группе, не имевшей установки на запоминание, и по второй группе, имевшей такую установку, показало, что введение мнемической задачи изменило как характер запоминания, так и картину воспроизведения (табл. 1). Прежде всего это выявилося в том, что во второй группе возросла продуктивность запоминания. Значительно увеличилось количество испытуемых, запомнивших все числа в таблице: если в первой группе их было всего лишь 4 человека, то во второй группе их число возросло до 10. Соответственно при наличии мнемической задачи количество испытуемых, относительно плохо запомнивших числа, составило только 8 человек, против 14 в первой группе. Различия по результатам запоминания между группами статистически достоверны ($p < 0,01$).

¹ В данное сообщение вошли результаты, полученные только для отсроченного воспроизведения.

Таблица 1

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ СРЕДНИМИ ДВУХ ГРУПП
ИСПЫТУЕМЫХ, ЗАПОМИНАВШИХ ЧИСЛА БЕЗ МНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ
И С МНЕМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕЙ

Статистические показатели	Продуктивность запоминания	Время (сек)	Показатели асимметрии		
			$\bar{A} - \bar{B}$	\bar{A} / \bar{B}	$\frac{\bar{A} - \bar{B}}{\bar{A} + \bar{B}}$
Средние для группы, не имевшей инструкции на «запоминание» (20 человек)	19,65	239	0,217	1,07	0,030
Средние для группы, имевшей инструкцию на «запоминание» (18 человек)	22,77	208	0,131	1,05	0,020
Разность средних	3,12	31	0,086	0,02	0,010
Критерий t	2,88	0,44	1,14	1,15	1,12
Уровень значимости p	<0,01	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

2. НЕПРОИЗВОЛЬНЫЙ И ПРОИЗВОЛЬНЫЙ ВИДЫ ПАМЯТИ И ИХ СВЯЗЬ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ АСИММЕТРИИ АЛЬФА-ВОЛНЫ

Так как нас интересовало запоминание в условиях понимания, из обеих групп были исключены испытуемые, которые не смогли найти алгоритма построения таблицы (5 человек в каждой группе).

В целях проверки первоначальной гипотезы о связи показателей асимметрии с процессами переработки и сохранения информации для обоих видов памяти по результатам отсроченного воспроизведения (через 7 суток) в каждой из групп были выделены по две «крайние» подгруппы: с лучшим и худшим произвольным и произвольным запоминанием¹.

При произвольном запоминании между испытуемыми этих подгрупп были обнаружены различия (статистически достоверные) по всем показателям асимметрии длительностей фронтов возрастания и убывания альфа-волн в состоянии покоя (табл. 2).

Корреляционный анализ результатов показал, что между показателями средней асимметрии альфа-волны и продуктивностью произвольного запоминания имеется отрицательная корреляция² (табл. 3).

Таким образом, физиологическими показателями, характеризующими лучшее и худшее произвольное осмысленное запоминание, оказались различные характери-

Таблица 2

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ СРЕДНИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ
ДВУХ ГРУПП ИСПЫТУЕМЫХ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ
НЕПРОИЗВОЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ

Статистические показатели	Время (сек)	Характеристики асимметрии		
		$\bar{A} - \bar{B}$	\bar{A} / \bar{B}	$\frac{\bar{A} - \bar{B}}{\bar{A} + \bar{B}}$
Средние для группы с «хорошей» памятью ($n=9$)	273,9	0,14	1,13	0,024
Средние для группы с «плохой» памятью ($n=7$)	152,7	0,40	1,05	0,060
Разность средних	121,2	0,26	0,08	0,036
Критерий t	1,11	6,05	5,87	5,25
Уровень значимости p	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001
Критерий Колмогорова-Смирнова	—	3,94	3,94	3,94
Значение λ^2 эмпирического	—	$\lambda_{эмп}^2 > \lambda_{01}^2$	$\lambda_{эмп}^2 > \lambda_{01}^2$	$\lambda_{эмп}^2 > \lambda_{01}^2$

¹ Деление на «крайние» подгруппы было проведено по следующему принципу: в подгруппы с лучшим запоминанием вошли индивиды с показателями памяти большими, чем ($x_{ср} + 2/3$ сигма); в группу же с худшим запоминанием соответственно меньшие ($x_{ср} - 2/3$ сигма).

² Коэффициенты корреляции были подсчитаны по формуле Пирсона.

Таблица 3

КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ
НЕПРОИЗВОЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ ЧИСЕЛ И
УСТОЙЧИВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СУММАРНОЙ
ЭЭГ ПОКОЯ

Показатели	Характеристики асимметрии		
	$\overline{A - B}$	$\overline{A / B}$	$\frac{\overline{A - B}}{\overline{A + B}}$
Продуктивность памяти при отсроченном воспроизведении	-654***	-682***	-675***

Примечание: 1. Данные получены только для тех испытуемых, которые правильно нашли алгоритм. 2. Нули и запятые в числовых значениях коэффициентов опущены.

*** $p < 0,001$

ки асимметрии длительностей восходящих и нисходящих фаз ЭЭГ в состоянии покоя. Для группы с худшим произвольным запоминанием средние коэффициенты асимметрии за 30-секундный интервал имеют большие значения, чем для испытуемых, лучше запомнивших числа. Для произвольного запоминания такая связь между результатами запоминания и характеристиками асимметрии не обнаружена (табл. 4).

Результаты запоминания для обоих видов памяти не зависят в наших опытах от времени выполнения задания (табл. 2 и 4).

Тот факт, что для произвольного вида памяти получена связь результатов запоминания и характеристик асимметрии длительностей фронтов, а для произвольного — нет, объясняется, вероятно, специфическими особенностями данного теста, в котором значительную роль играют мыслительные процессы, а требования к функции собственно памяти невелики. Поэтому при наличии мнемической задачи общий высокий уровень запоминания не дает возможности выявить индивидуальные различия в такой степени, в какой они выступили при произвольной мыслительной и мнемической деятельности.

Как же интерпретировать наличие связи характеристик асимметрии длительности нисходящих и восходящих фаз фоновой ЭЭГ с результатами произвольного запоминания в условиях понимания испытуемыми алгоритма задачи и их высокой психической активности?

Можно предположить, что рассматриваемые характеристики формы волны имеют непосредственное отношение к той стороне процесса сохранения информации, которая связана с ее активной переработкой. Здесь уместно привести данные нашей работы [11], в которой было осуществлено непосредственное сопоставление характеристик асимметрии с одним из показателей процессуальной стороны мнемической деятельности в рассматриваемом тесте — числом переборov вариантов решения задачи при поиске принципа построения таблицы. Оно обнаружило высокую отрицательную корреляцию между указанными признаками ($p < 0,001$).

Таблица 4

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ СРЕДНИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ
ДВУХ ГРУПП ИСПЫТУЕМЫХ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ

Статистические показатели	Время (сек)	Характеристики асимметрии		
		$\overline{A - B}$	$\overline{A / B}$	$A / \overline{B} / \overline{A + B}$
Средние для группы с «хорошей» памятью ($n=10$)	158,0	0,21	1,07	0,030
Средние для группы с «плохой» памятью ($n=5$)	215,4	0,08	1,03	0,010
Разность средних	57,4	0,13	0,04	0,020
Критерий t	0,55	0,99	1,13	1,05
Уровень значимости p	$>0,05$	$>0,05$	$>0,05$	$>0,05$
Критерий Колмогорова-Смирнова	—	0,534	аналогично	
Значение λ^2 , эмпирического	—	$\lambda_{эм}^2 < \lambda_{05}^2$	$\lambda_{эм}^2 < \lambda_{05}^2$	$\lambda_{эм}^2 < \lambda_{05}^2$

Психофизиологический смысл выявленных соотношений заключается в том, что *меньшие* значения устойчивых характеристик асимметрии связаны с *большим* количеством вариантов решения задачи; большее же число вариантов решения связано с более высокой продуктивностью запоминания.

Эти данные подтверждают нашу гипотезу о том, что в характеристиках асимметрии находят свое отражение процессы, связанные с активными действиями испытуемых при первичной переработке информации, которые, в свою очередь, являются решающим фактором при запоминании.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Артемьева Е. Ю., Хомская Е. Д. Изменения асимметрии воли при различных функциональных состояниях в норме и при поражении лобных долей мозга. Сб. «Лобные доли и регуляция психических процессов». Изд-во МГУ, 1966.
2. «Вопросы психологии памяти». Сб. под редакцией А. А. Смирнова. М., Изд-во АПН РСФСР, 1958.
3. Генкин А. А. Об асимметрии длительности восходящих и нисходящих фаз ЭЭГ задних отделов головного мозга здорового человека. «Доклады АПН РСФСР», 1962, № 4.
4. Генкин А. А. Длительность восходящих и нисходящих фронтов ЭЭГ как источник информации о нейрофизиологических процессах. Автореферат кандидатской диссертации. Л., 1964.
5. Генкин А. А. Статистические характеристики длительностей фаз колебаний ЭЭГ и некоторые механизмы произвольной активности человека. Симпозиум № 6 «Электрофизиологические корреляты поведения». Материалы XVIII Международного психологического конгресса. М., 1966.
6. Голубева Э. А., Рождественская В. И. О соотношении произвольного запоминания с некоторыми психофизиологическими показателями. «Вопросы психологии», 1969, № 5.
7. Голубева Э. А., Гусева Е. П. Свойства нервной системы как фактор продуктивности произвольного и произвольного запоминания. Сб. «Проблемы дифференциальной психофизиологии». Т. VII. Под ред. В. Д. Небылицына. М., Изд-во АПН СССР, 1972 (печатается).
8. Даллакян И. Г. Отражение активности эмоционально-мотивационных механизмов мозга в некоторых показателях электроэнцефалограммы. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1970.
9. Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. М., Изд-во АПН РСФСР, 1961.
10. Изюмова С. А., Мульдаров В. К. О способе автоматического анализа длительностей фаз возрастания и убывания единичного колебания ЭЭГ. «Вопросы психологии», 1971, № 6.
11. Изюмова С. А. Устойчивые характеристики асимметрии фаз ЭЭГ и их психофизиологические корреляты. Кандидатская диссертация. М., 1972.
12. Крупнов А. И. Исследование соотношения между фоновыми электроэнцефалографическими показателями и динамическими признаками активности поведения. «Вопросы психологии», 1970, № 6.
13. Смирнов А. А. Проблемы психологии памяти. М., Изд-во «Просвещение», 1966.
14. Katona G. Organizing and Memorizing. Columbia University Press, 1940.
15. Kleinsmith L. I., Kaplan S. Interaction of arousal and recall interval in nonsense syllable paired-associate learning. "J. of Experimental Psychology", v. 67, No. 2, 1964.
16. Levonian E. Attention and consolidation as factors in retention. Симпозиум № 21. Кратковременная и долговременная память. «Материалы XVIII Международного психологического конгресса». М., 1966.

