

УДК 612.821.7

СВЯЗЬ ДЕЛЬТА-СНА И ФАЗИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА «БЫСТРОГО» СНА С СОХРАНЕНИЕМ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕМ ЗАУЧЕННОГО ПЕРЕД СНОМ РЕЧЕВОГО МАТЕРИАЛА

Л. П. Латш и Г. А. Манов

Институт эволюционной морфологии и экологии животных
им. А. Н. Северцова АН СССР
Сектор электрофизиологии
Москва

Факт положительного влияния естественного ночного сна на сохранение и воспроизведение заученного перед сном речевого материала был установлен еще в 20—30-е годы [1, 2]. В связи с обострением интереса исследователей к проблеме сна, обусловленным открытием двух видов сна — «быстрого» («парадоксального») и «медленного» (соответственно БС и МС) — и успехами в изучении их мозговых механизмов ([3—6] и др.), в последние годы были проведены более тщательные исследования, подтвердившие в основном полученные ранее результаты [7—9].

Указанное положительное влияние сна на память объясняли обычно устранением в этом состоянии отрицательного эффекта интерференции свежеприобретенного опыта с восприятием последующих сигналов окружающей среды (в виде так называемого ретроактивного торможения) из-за угнетения такого восприятия [1, 2]. Однако в последние годы были получены данные, позволяющие расценить мозговые процессы во сне как своеобразный этап интегративной деятельности мозга, связанный с активной переработкой информации, полученной в состоянии бодрствования [10—12]. Эти данные и высказанные на их основе гипотезы поднимают вопрос о возможности специального участия определенных фаз и стадий сна в процессах памяти, в «консолидации следов», обеспечивающего в конечном счете оптимальное использование нового опыта в организации последующей приспособительной активности. Настоящее исследование имело своей целью выяснение указанного вопроса.

МЕТОДИКА

Исследование было выполнено на 19 здоровых испытуемых-мужчинах 22—34 (в среднем $26 \pm 0,9$) лет. В течение трех ночей (1 адаптационная + 2 экспериментальные), разделенных недельными промежутками, производили непрерывную полиграфическую регистрацию сна: ЭЭГ, ЭОГ, субментальная ЭМГ, КГР, ЭКГ. Фазы и стадии сна определяли по общепринятым критериям [13]. При дальнейшем анализе стадии 3 и 4 учитывались вместе: дельта-сон.

Так как целью исследования было выяснение характера участия разных видов сна в установленном благоприятном влиянии сна на память, то производилось сравнение эффектов воспроизведения после первых двух циклов сна (с максимальной долей дельта-сна и минимальной БС)

одной ночи и после вторых двух циклов сна (с редукцией дельта-сна и значительным увеличением доли БС) другой ночи. Это давало возможность без нарушения нормальной структуры сна подвергнуть раздельному анализу роль дельта-сна и БС. Для наибольшего выравнивания состояний испытуемых при обучении и тестировании по ходу ночи и в разные ночи испытуемых пробуждали всегда в один и тот же момент цикла сна, а именно, спустя 200 с после появления первого «сонного веретена» (наступление стадии 2): в 1-м и 3-м циклах при исследовании первых двух циклов сна и в 3-м и 5-м при исследовании вторых двух циклов (рис. 1). Таким образом, о сходном состоянии бодрствования

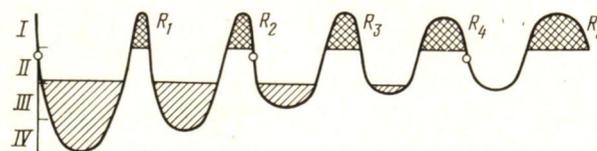


Рис. 1. Схема пробуждений для заучивания речевого материала и его воспроизведения. По оси ординат — стадии сна: I (B), II (C), III (D), IV (E). По оси абсцисс — последовательное развитие циклов ночного сна; косая штриховка — периоды дельта-сна, клетчатая штриховка (R) — периоды БС. Кружками отмечены моменты пробуждения

испытуемых при заучивании и тестировании в разных вариантах опытов судили по ЭЭГ-данным, непосредственно предшествовавшим пробуждению, а также по характеру обучения (количество повторений) до достижения необходимого критерия.

После первого пробуждения испытуемый заучивал один из четырех списков 10 неосмысленных слогов (триграмм типа согласная — гласная — согласная), причем внутри каждого списка согласные не повторялись, а гласные повторялись лишь в двух слогах (эти повторения распределялись случайным образом по всем четырем использованным спискам). Слоги в списках были одинаковой частотной представленности в русском языке и одинаковой ассоциативной силы [7]. Они предъявлялись зрительно с экспозицией 2 с и повторением списка до первого правильного его воспроизведения. После второго пробуждения испытуемому предлагали воспроизвести на бумаге заученные слоги в любом порядке. Величина забывания при воспроизведении подсчитывалась в условных единицах, названных в соответствии со способом исчисления «условными битами» (у. б.): потеря согласной оценивалась в 4,5 у. б., потеря гласной — в 3 у. б., перестановка букв — в 2,5 у. б. (в первом приближении можно принять, что одна согласная буква русского алфавита несет $\log_2 20$ у. б. информации, а одна гласная — $\log_2 8$ у. б.). Такой подсчет при всей своей условности давал возможность достаточно объективно количественно оценить полноту воспроизведения.

Порядок проведения экспериментов (ночи с исследованием первых и вторых двух циклов сна, номер списка, подлежащего заучиванию) был сбалансирован.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего среди испытуемых выявились значительные межиндивидуальные различия, существенно превышающие различия между воспроизведением заученного материала одним и тем же испытуемым после первых и вторых двух циклов ночного сна (табл. 1 и 2). Сопоставление потерь, выявившихся у испытуемых после первых и вторых двух циклов сна, методом ранговой корреляции по Спирмену показало наличие значимой положительной корреляции ($r = +0,51$, $p < 0,05$). Иными словами, относительный уровень потерь в той и другой ситуации был для каждого

Таблица 1

Сопоставление показателей воспроизведения заученного материала с некоторыми характеристиками структуры ночного сна (первые два цикла ночного сна)

№ исп.	Величина потерь, у. б.	Количество повторений при заучивании	Порядок исследования первых и вторых двух циклов (1→2=+)	Общее время дельта-сна в сотнях секунд	Общее время БС в сотнях секунд	Общее количество БДГ (десятки)	Сохранение материала на единицу времени дельта-сна, у. б./10 ² с	Время БС, приходящееся на интервалы между БДГ 0—2,9с, в сотнях секунд	Количество БДГ, возникающих с интервалом 0—2,9с (десятки)
1	40,5	10	—	33	22	15,7	2,4	1,61	1,06
2	14,5	30	+	43	6	1,3	2,5	0,075	0,5
3	12	16	—	39	16	3	2,8	0,105	0,5
4	0	21	+	43	26	2	2,8	0,085	0,5
5	21	10	—	46	16	2,8	2,2	0,09	0,4
6	7,5	47	+	44	9	1,6	2,6	0,115	0,5
7	65,5	28	+	36	11	1,5	1,5	0,055	0,3
8	9	13	+	42	15	4,9	2,6	0,125	0,7
9	0	16	—	56	16	7,6	2,1	0,505	3,3
10	3	18	+	50	23	18,8	2,3	1,62	9,9
11	66	15	—	45	20	10,8	3,6	0,82	5,2
12	28	16	—	38	18	6,3	2,4	0,335	1,9
13	51,5	8	+	36	29	15,3	1,9	1,22	6,7
14	7,5	25	—	45	7	2,4	2,5	0,13	0,6
15	67,5	16	+	30	31	11,8	1,8	0,36	2,4
16	12	12	—	33	13	7,3	3,3	0,55	3,4
17	14,5	6	+	52	26	27,5	2	2	15,2
18	4,5	10	—	36	14	4,6	3,2	0,285	1,9
19	25,5	8	+	44	36	6,3	2,1	0,405	2,5
\bar{M}	23,7	17,1	—	40,4	18,6	8	2,5	0,55	3
$\pm m$	5,17	2,2	—	2,05	1,85	1,59	0,12	0,14	0,85

Таблица 2

Сопоставление показателей воспроизведения заученного материала с некоторыми характеристиками структуры ночного сна (вторые два цикла ночного сна)

№ исп.	Величина потерь, у. б.	Количество повторений при заучивании	Порядок исследования первых и вторых двух циклов (1→2=+)	Общее время дельта-сна в сотнях секунд	Общее время БС в сотнях секунд	Общее количество БДГ (десятки)	Сохранение материала на единицу времени дельта-сна, у. б./10 ² с	Время БС, приходящееся на интервалы между БДГ 0—2,9с, в сотнях секунд	Количество БДГ, возникающих с интервалом 0—2,9с (десятки)
1	6	13	—	2	48	46,3	57	4,13	26,3
2	7	13	+	2	20	22	56,5	1,71	11,2
3	64	28	—	5	21	13,8	11,2	0,83	5,1
4	19,5	12	+	14	48	31,9	7,2	2,13	9,7
5	12	21	—	27	31	19,3	4	1,01	6,3
6	19,5	19	+	17	36	27,4	5,9	2,38	14,5
7	56,5	39	+	21	35	33,9	3	2,39	14,6
8	14	22	+	23	38	30,9	4,7	2,17	13,4
9	0	18	—	25	25	34,9	4,8	3,37	21,3
10	9	7	+	6	29	46,8	18,5	4,22	27,8
11	57	11	—	5	38	36,3	12,6	3,27	21,2
12	52,5	11	—	0	72	70	67,5	5,9	35,4
13	38,5	5	+	16	38	41,2	5,1	3,51	25,2
14	25	31	—	19	42	32,3	5	1,98	12
15	82	15	+	32	24	13,3	1,2	0,88	5,6
16	28	14	—	6	40	16,6	15,3	1,43	9,8
17	9	6	+	44	9	5,2	2,5	0,54	3,5
18	25,5	9	—	28	21	11,8	3,4	0,83	5
19	67	22	+	0	35	44,8	53	3,73	26,8
\bar{M}	31,2	16,6	—	15,4	34,2	30,5	17,8	2,44	15,5
$\pm m$	5,5	2	—	2,79	3,05	3,5	4,7	0,32	2,29

испытуемого примерно одинаков. Это дает основание полагать, что выявленные значительные межиндивидуальные различия в забывании зависят прежде всего от индивидуальных свойств памяти испытуемых (см. ниже).

При сравнении воспроизведения заученного материала каждым испытуемым после первых и вторых двух циклов сна статистически достоверные различия не были выявлены, хотя можно отметить некоторую тенденцию к более значительному забыванию после вторых двух циклов

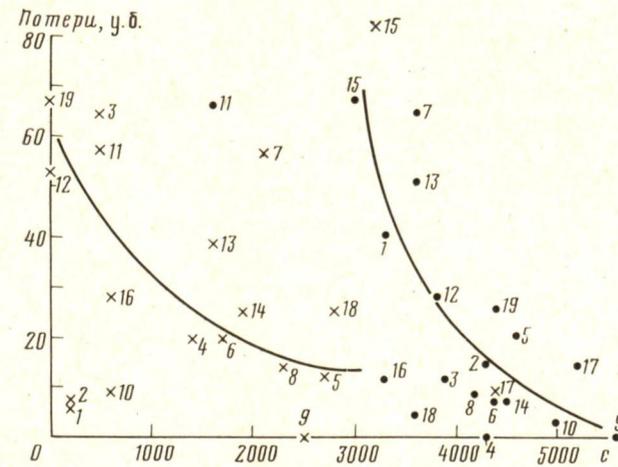


Рис. 2. Зависимость потерь при воспроизведении заученного материала от длительности дельта-сна в первых и вторых двух циклах ночного сна (цифры — порядковые номера испытуемых, крестики — вторые два цикла, точки — первые два цикла)

(у 11 из 19 испытуемых, $p > 0,1$). Не выявлено зависимости между числом повторений материала при заучивании и полнотой последующего воспроизведения, тем более что в опытах с обеими парами циклов такие числа существенно не различались (среднее число повторения соответственно 17,1 и 16,6, $t = 0,17$).

Сопоставление характеристик воспроизведения (забывания) испытуемым заученного материала с представленностью в соответствующих двух циклах сна разных его стадий и фаз выявило, что для первых двух циклов ночного сна имеется четкая обратная зависимость (рис. 2) между величиной потерь материала при воспроизведении и представленностью стадий дельта-сна (коэффициент корреляции $r = -0,64$, $p < 0,01$). Для вторых двух циклов сна такая зависимость не установлена, в том числе и по критерию ранговой корреляции Спирмена.

Сохранение материала в памяти (его воспроизведение) в у. б. на единицу времени дельта-сна (10^2 с) для первых двух циклов сна (табл. 1) изменялось в очень узких пределах и составляло в среднем $2,5 \pm 0,12$ у. б. Для вторых двух циклов (табл. 2) эта величина оказалась весьма различной для разных испытуемых, в среднем по группе $17,8 \pm 4,7$ у. б. Для подавляющего большинства испытуемых сохранение на единицу времени дельта-сна было во вторых двух циклах выше, чем в первых (18 из 19; $t = 3,25$, $p \approx 0,002$).

Эти данные показали, что такой оказывающий, по-видимому, положительное влияние на сохранение заученного материала в первых двух циклах ночного сна фактор, как количество дельта-сна, во вторых двух циклах играет не столь определяющую роль. В то же время сохранение на единицу времени дельта-сна оказывается более высоким. Поэтому можно было предположить, что во вторых двух циклах дельта-сон либо почему-то перестал влиять на процессы памяти, либо продолжал оказы-

вать положительное влияние, но уменьшение его доли компенсировалось существенным положительным действием какого-то иного фактора, чья представленность соответственно возрастала. Второе предположение представлялось более логичным, так как оно исходило из признания единой функции мозговых процессов дельта-сна в разных циклах сна. Учитывая известные данные о значительной большей (по сравнению с первыми двумя циклами сна) представленности здесь БС, следовало в первую очередь проанализировать роль этой фазы сна.

Сколько-нибудь существенной корреляции между величиной потерь заученного материала при воспроизведении и такими характеристиками БС, как его длительность и количество быстрых движений глаз (БДГ), в первых и вторых двух циклах ночного сна выявить не удалось. Так

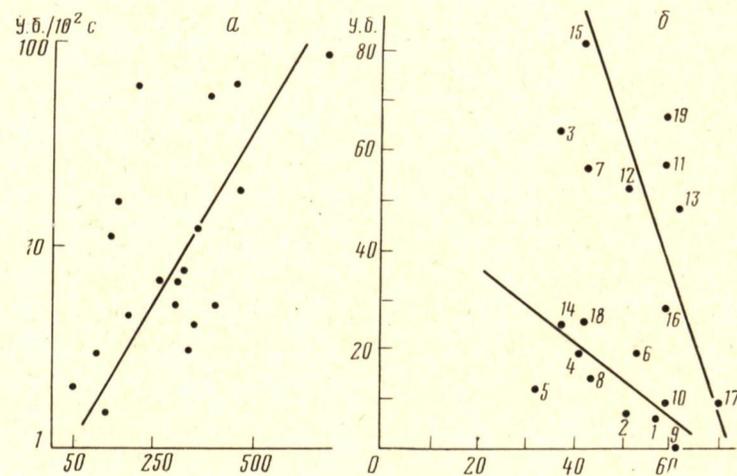


Рис. 3. Фазический компонент БС и воспроизведение после вторых двух циклов сна: а — зависимость сохранения на единицу времени дельта-сна от количества БДГ; б — зависимость потерь при воспроизведении заученного материала от доли БДГ, возникавших пачками (по оси абсцисс — процент БДГ, возникавших с интервалами до 3 с от общего количества БДГ)

как во вторых двух циклах отмечалась, с одной стороны, как бы большая эффективность дельта-сна в отношении сохранения заученного материала (большая величина сохранения на единицу времени дельта-сна), а с другой — значительная вариабельность такой эффективности от испытуемого к испытуемому, представилось целесообразным сопоставить характеристики БС вторых двух циклов с указанным показателем (табл. 2).

Оказалось, что имеется высокая положительная ранговая корреляция между сохранением на единицу времени дельта-сна и фазическими проявлениями БС у испытуемых (рис. 3, а): общим количеством БДГ ($r = +0,63$, $p < 0,01$), количеством БДГ, идущих пачками, т. е. с интервалами между отдельными БДГ до 3 с ($r = +0,62$, $p < 0,01$), временем, занятым такими частыми БДГ ($r = +0,61$, $p < 0,01$). В то же время не выявилось статистически значимой зависимости между сохранением на единицу времени дельта-сна и общей длительностью фазы БС во вторых двух циклах ночного сна ($r = +0,43$, $p > 0,05$).

Можно было предположить, что выявленная положительная ранговая корреляция отражает иное выражение отрицательной ранговой корреляции между количеством БДГ и длительностью дельта-сна. Действительно, подобная значимая корреляция была в настоящем исследовании установлена во вторых двух циклах сна ($r = -0,75$, $p < 0,01$), но не в первых двух ($r = -0,2$), что само по себе является новым фактом.

И в этом случае замена количества БДГ общей продолжительностью БС уменьшала корреляцию с представленностью дельта-сна ниже уровня значимости ($r = -0,42$, $p > 0,05$).

Выявленные отношения могли свидетельствовать либо о реципрокных изменениях выраженности двух категорий мозговых процессов, не имеющих отношения к процессам памяти во сне, либо о взаимосбалансированном характере этих изменений, обеспечивающем осуществление функции памяти на достаточном уровне вследствие своего рода компенсируемости уменьшения соответствующих мозговых процессов в дельта-сне процессами, связанными с фазическим компонентом БС. Так как первое предположение противоречило результатам, полученным при исследовании первых двух циклов сна, более обоснованным представлялось второе.

Роль фазического компонента БС подтверждается сопоставлением величин потерь при воспроизведении заученного материала с таким количественным показателем БДГ, идущих с короткими интервалами (до 3 с), как процентное отношение последних к общему числу БДГ, выявившим во вторых двух циклах ночного сна довольно интересные отношения (рис. 3, б). Оказывается, что все испытуемые могут быть разделены на две группы, внутри каждой из которых забывание тем меньше, чем большую часть общего количества БДГ составляют возникающие с наиболее короткими интервалами.

Одну из этих групп составили испытуемые с низким забыванием (ранговые корреляции характеризуются параметрами $r = -0,66$, $p \approx 0,05$), а другую — преимущественно с высоким ($r = -0,82$, $p < 0,03$). По-видимому, это деление на две группы отражает некоторые свойства памяти испытуемых, которые связаны не только с уровнем воспроизведения (потерь). Правильнее, очевидно, охарактеризовать их определенным законом соотношения потерь с использованной характеристикой часто возникающих БДГ, отраженным в первом приближении соответствующими прямыми на рис. 3, б. Если эти прямые действительно выявляют существующие закономерности, то, продлив их в обе стороны, можно предположить, что в первую группу испытуемых (с низкими потерями) при расширении объема исследования могут войти и индивидуумы с относительно большим уровнем потерь, а во вторую — с относительно низким уровнем последних (например, испытуемый № 17, рис. 3, б).

Полученные в настоящем исследовании результаты свидетельствуют о положительном влиянии стадий дельта-сна фазы МС на воспроизведение заученного перед сном речевого материала. Это влияние четко выявляется в первых двух циклах ночного сна, когда дельта-сон максимально выражен. Однако и в последующих двух циклах сна возможно такое влияние, несмотря на значительно менее отчетливую его выраженность.

Имеющиеся в литературе сведения о роли МС в процессах памяти немногочисленны [12, 14—18] и противоречивы. О положительном влиянии дельта-сна на память говорят недавно опубликованные данные о лучшем сохранении речевого материала после первых 4 ч ночного сна, богатых дельта-сном, чем после вторых 4 ч [15, 17]. Некоторое отличие от наших данных обусловлено, по-видимому, тем, что в указанных исследованиях сравнение производилось не между периодами сна, включающими законченные циклы сна, так что первые 4 ч могли включать в себя дельта-сон третьего цикла сна. Кроме того, использовался иной критерий обучения (воспроизведение $\frac{2}{3}$ списка), при котором организующая роль сна в процессах памяти могла выступить явственнее.

Противоположное мнение — об отрицательном влиянии фазы МС на память — постулируется в исследовании [14]. Однако результаты, приведенные в более поздней публикации этих же исследователей [16], свидетельствуют о допустимости иной интерпретации данных.

Эффективность дельта-сна относительно сохранения следов, определяемая как количество воспроизводимого материала, приходящегося на единицу времени дельта-сна, оказалась в первых двух циклах сна весьма стабильной величиной. Такая стабильность может указывать на то, что, несмотря на явную многофакторную обусловленность полученных данных о влиянии сна на память (о чем свидетельствует высокая результативность именно ранговых корреляций), в первых двух циклах основную роль играет фактор представленности дельта-сна. Однако в связи с имеющимися данными [19] о значении самого факта наличия БС (без влияния его длительности, количества эпизодов) в улучшении воспроизведения после периодов дневного сна нельзя при этом исключить участие процессов БС.

Во вторых двух циклах сна значимой корреляции между потерями при воспроизведении и количеством дельта-сна установить не удалось, хотя кривые для первых и вторых двух циклов (на рис. 2) обнаруживают известное сходство. При этом, несмотря на резкое уменьшение длительности дельта-сна во вторых двух циклах по сравнению с первыми (табл. 1 и 2), потери при воспроизведении в обоих случаях оказались примерно одного порядка. Иными словами, если дельта-сон продолжает оказывать положительное влияние на память и во вторых двух циклах, то он это делает как бы с большей относительной эффективностью, чем в первых двух циклах.

Роль в этих эффектах различий в состояниях бодрствования при обучении и воспроизведении в первых двух и вторых двух циклах ночного сна, по-видимому, несущественна. Ведь, во-первых, пробуждения для обучения и воспроизведения проводились в один и тот же момент в цикле сна (см. выше), что способствовало значительному выравниванию исходных состояний. Обучение до одного и того же критерия также нивелировало в известной степени значение различий в состоянии бодрствования. Во-вторых, различие в состоянии бодрствования должно было сказаться (в условиях обучения до определенного критерия) в количестве повторений заучиваемого материала, необходимых для достижения этого критерия. В действительности же различия в количестве повторений при обучении перед первыми двумя и вторыми двумя циклами сна оказались незначительными (в среднем 16,6 и 17,1 соответственно; $p > 0,1$), что дает основание оценивать состояния бодрствования в обеих ситуациях обучения как весьма сходные, если не тождественные практически. В-третьих, известно, что различия в состояниях бодрствования больше сказываются на обучении, чем на сохранении и воспроизведении заученного материала. И по нашим данным не было выявлено существенных различий в уровне воспроизведения после первых двух и вторых двух циклов сна; т. е. различие в состояниях бодрствования и здесь себя ничем не проявило. Наконец, в-четвертых, выявленная при этом некоторая тенденция к ухудшению воспроизведения после двух вторых циклов сна оказалась в определенной мере обратной тому, что можно было бы ожидать, если бы различия в бодрствовании играли существенную роль. Так, состояние бодрствования при пробуждениях после первых двух циклов, т. е. после значительных периодов дельта-сна, должно быть более низким, чем после четырех циклов сна (при воспроизведении после вторых двух циклов), когда испытуемый был более выспавшимся и пробуждался после значительных периодов БС. Также и в отмеченной выше работе [15] было установлено ухудшение воспроизведения после вторых 4 ч сна по сравнению с первыми 4 ч. Показана также независимость этих результатов от времени суток [18]. Таким образом, хотя некоторые различия в состоянии бодрствования при воспроизведении не могут быть окончательно исключены, полученные результаты дают основания считать их влияние на результаты настоящего исследования несущественными. Объяснить повышенную эффективность

благоприятного влияния дельта-сна на последующее воспроизведение во вторых двух циклах следует, по-видимому, значительно большей представленностью фазы БС. При этом следует учесть также данные разных исследователей о роли БС в сохранении (воспроизведении) результатов новых научных [19—22].

Проведенный анализ влияния БС на воспроизведение заученного перед сном материала выявил достаточно сложные отношения. Не удалось обнаружить во вторых двух циклах сна существенной зависимости забывания при последующем воспроизведении от таких общих характеристик БС, как его длительность и представленность фазического компонента — БДГ. Однако при сопоставлении с величинами сохранения материала на единицу времени дельта-сна четко выявилась положительная корреляция между этими величинами и количественными показателями БДГ. Выявлена также отрицательная корреляция количества БДГ с длительностью дельта-сна. В то же время корреляция с общей длительностью БС не достигала уровня статистической значимости. Эти данные позволяют предположить относительную компенсацию во влиянии на память дефицита дельта-сна мозговыми процессами, связанными с фазическим компонентом БС.

Можно также высказать предположение (подлежащее, однако, специальной проверке) об отрицательном характере влияния тонического компонента БС на сохранение (воспроизведение) заученного перед сном материала. Возможно, что этой двойственностью влияния фазы БС на память и объясняются в какой-то мере расхождения данных разных исследователей, оценивавших БС недифференцированно.

Как известно, с представленностью БДГ связываются некоторые аспекты содержательной стороны сновидений: их насыщенность событиями и образами, активный характер [5]. При этом особенно показательны возникновение БДГ вспышками. Именно с представленностью таких БДГ выявлена значимая отрицательная корреляция забывания при воспроизведении, хотя при этом оказалось необходимым разбить испытуемых на две группы, отражающие какие-то более общие особенности мнемической деятельности, возможно типологические. Выявленная положительная роль фазического компонента БС, связываемого с интенсивными психическими переживаниями во сне, затрудняет объяснение благоприятного влияния сна на память лишь снятием интерференции со стороны «посторонней» психической активности. Можно полагать, что это влияние обусловлено в значительной мере осуществлением во время сна каких-то специальных мозговых процессов, связанных с переработкой полученной в бодрствовании информации, с формированием на ее основе следов долговременной памяти и реорганизацией существующих мозговых программ, что согласуется с некоторыми современными теориями памяти [23]. При этом процессы, происходящие в дельта-сне и последующем периоде БС, оказываются взаимосвязанными, составляя, в соответствии с некоторыми другими данными [12], последовательные этапы осуществления той интегративной деятельности мозга, которая, очевидно, в значительной мере определяет функциональное назначение сна.

ВЫВОДЫ

1. В первых двух циклах ночного сна выявлена отрицательная корреляция забывания заученного речевого материала (неосмысленных триграмм согласная — гласная — согласная) с количеством дельта-сна, что может свидетельствовать о положительном влиянии этого вида сна на сохранение (воспроизведение) такого материала. Во вторых двух циклах сна подобная корреляция не достигала значимых величин.

2. Сохранение материала на единицу времени дельта-сна было практически одинаковым у разных испытуемых в первых двух циклах сна и очень разным (но существенно большим) во вторых двух циклах.

3. Обнаружена положительная корреляция представленности фазического компонента БС—БДГ (как общего количества, так и количества сгруппированных в пачки) с сохранением материала на единицу времени дельта-сна во вторых двух циклах, а также отрицательная корреляция в этих циклах между количеством БДГ и длительностью дельта-сна. Выявлена отрицательная корреляция доли БДГ, идущих пачками, с величинами забывания в двух группах испытуемых, выделенных по различиям в общем уровне воспроизведения. Эти данные свидетельствуют в пользу положительного влияния фазического компонента БС на сохранение (воспроизведение) заученного материала.

4. Благоприятное влияние сна на память не может быть объяснено только снятием интерференции с новыми переживаниями (восприятиями). По-видимому, оно находится в связи с особыми мозговыми процессами, имеющими место в дельта-сне и БС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jenkins J., Dallenbach K. Amer. J. Psychol., 1924, v. 35, p. 605.
2. Van Ormer E. B. Arch. Psychol., 1932, v. 77, p. 1.
3. Aserinsky E., Kleitman N. Science, 1953, v. 118, p. 273.
4. Dement W. C., Kleitman N. EEG and Clin. Neurophysiol., 1957, v. 9, p. 673.
5. Латаш Л. П. В кн.: Механизмы сна. Л., «Наука», 1971, с. 23.
6. Jouvet M. Physiol. Revs, 1967, v. 47, p. 117.
7. Манов Г. А. В кн.: Память и следовые процессы. Пущино-на-Оке, Научный центр биологических исследований АН СССР, 1970, с. 114.
8. Ekstrand B. R. J. Exptl Psychol., 1967, v. 75, p. 64.
9. Lovatt D. J., Warr P. B. Amer. J. Psychol., 1968, v. 81, p. 253.
10. Gaarder K. Arch. Gen. Psychiatr., 1966, v. 14, p. 253.
11. Shapiro A. Exptl Neurol., 1967, v. 19, suppl. 4, p. 56.
12. Латаш Л. П. В кн.: Клиническая нейрофизиология. Л., «Наука», 1972, с. 372.
13. Rechtschaffen A., Kales A. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. Washington, D. C., Govern. Print. Office, 1968.
14. Portnoff G., Baeckeland F., Goodenough D. R., Karacan I., Shapiro A. Percept. Motor Skills, 1966, v. 22, p. 751.
15. Yaroush R., Sullivan M. J., Ekstrand B. R. J. Exptl Psychol., 1971, v. 88, p. 361.
16. Goodenough D. R., Sapan I., Cohen H., Portnoff G., Shapiro A. Psychophysiol., 1971, v. 8, p. 749.
17. Fowler M. J., Sullivan M. J., Ekstrand B. R. Science, 1972, v. 179, p. 302.
18. Barrett T. R., Ekstrand B. R. J. Exptl Psychol., 1972, v. 96, p. 321.
19. Barker R. A. Psychophysiol., 1972, v. 9, p. 107.
20. Lucero M. A. Brain Res., 1970, v. 20, p. 319.
21. Pearlman C. A. Psychon Sci., 1971, v. 25, p. 135.
22. Leconte P., Hennevin E. C. r. Acad. sci., 1971, v. 273, p. 86.
23. Грановская Р. М. Восприятие и модели памяти. Л., «Наука», 1974.

Статья поступила
3 января 1975 г.

УДК 612.886

ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНОГО УСКОРЕНИЯ НА НИСТАГМЕННУЮ РЕАКЦИЮ, ВЫЗВАННУЮ УГЛОВЫМ УСКОРЕНИЕМ

Ф. А. Солодовник

Исследования влияния раздражения отолитового аппарата на нистагменную реакцию проводились многими исследователями [1—8]. В ряде работ указывается, что при раздражении отолитового аппарата происходит активация нистагменной реакции, вызванной воздействием углового ускорения или калорической пробой [3, 9—11]. В то же время отмечается, что в результате раздражения отолитового аппарата происходит и торможение нистагменной реакции [1, 12, 13].

Более детальные исследования функционального взаимодействия между отолитовым аппаратом и купуло-эндолимфатической системой позволили установить, что нистагменная реакция при раздражении отолитового аппарата изменяется в зависимости от положения головы человека или животного относительно вектора линейного ускорения [2, 7, 8, 14—16], а также в зависимости от величины действующего линейного ускорения [2, 5, 11, 17, 18].

Целью настоящей работы является изучение влияния линейного ускорения, вызывающего различные по виду раздражения отолитового аппарата, на выраженность нистагменной реакции. Учитывая зависимость нистагменной реакции от положения головы испытуемого относительно вектора линейного ускорения, мы сочли целесообразным вести исследования при воздействии на человека линейного ускорения в сагиттальной и фронтальной плоскостях.

МЕТОДИКА

Исследования проводились на здоровых людях 20—32 лет на четырехштанговых качелях с вращающимся креслом [19]. Для регистрации горизонтального нистагма накладывали электроды диаметром 0,8 см у наружных углов глазных щелей, затем испытуемого фиксировали привязными ремнями к креслу. Голова испытуемого была наклонена вперед на 30°, глаза закрыты, на глазах светонепроницаемые очки. Каждое исследование состояло из трех последовательно выполняемых этапов:

1) вращение испытуемого на кресле неподвижных качелей вправо и через 5 мин влево;

2) спустя 5 мин начинали качание качелей, а через 5 мин во время качания — вращение испытуемого вправо. Далее следовало одно качание в течение 3 мин, а затем вращение влево. В конце — только качание в течение 3 мин, после чего качели останавливали. Таким образом, во время 15-минутного качания на качелях выполнялось два вращения в обе стороны;

3) через 1 мин после качания производили вращение испытуемого на кресле неподвижных качелей в обе стороны.