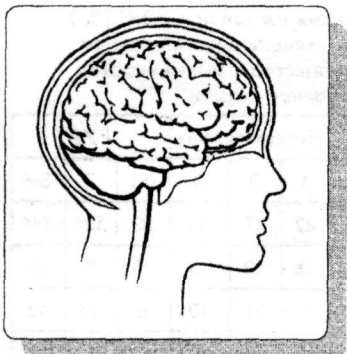




УДК 612.821.8

Т.Н. Резникова, Ю.Г. Хоменко, И.А. Святогор

О ВЛИЯНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС НА ЦВЕТОВОЕ ВОСПРИЯТИЕ РИТМИЧЕСКИХ ФОТОСТИМУЛЯЦИЙ

Институт мозга человека РАН, Санкт-Петербург; Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, г. Санкт-Петербург

Артифициальные стабильные функциональные связи (АСФС) — мозговой феномен долгосрочной памяти, формирующийся при импульсной стимуляции мозга на фоне активации подкорковых структур и участвующий в системе интрацентральной регуляции ЦНС. На основе этого феномена разработан метод формирования и активаций АСФС (метод АСФС), успешно применяющийся для лечения длительно текущих функциональных и органических заболеваний нервной системы, соматической патологии и др. [5]. Широко используется вариант метода АСФС, основанный на ритмических фотостимуляциях (РФС) [5]. Было отмечено, что в процессе воздействия РФС возникают разнообразные эффекты, но их систематического изучения, особенно цветового восприятия (ЦВ) РФС, не проводилось. Существует небольшое количество работ, посвященных эффектам восприятия фотостимуляций. Г. Уолтер, изучая эффекты мелькающего света на ЭЭГ, обнаружил, что при воздействии РФС у испытуемых возникали зрительные ощущения в виде многоцветных картин и сложных галлюцинаций с участием разных анализаторов, и предположил, что иллюзия движущейся спирали отражает движение сканирующей волны альфа-ритма по проекционной зрительной коре. В настоящее время изучению сканирующей роли альфа-ритма посвящены работы В.М. Каменкович и др. [4], установивших связь типов зрительных иллюзорных образов с траекторией движущейся волны альфа-ритма. В.А. Часов и Е.Д. Бельский [1] показали зависимость субъективных компонентов от частоты фотостимуляций и реакции усвоения ритмов на ЭЭГ, а также выявили изменения восприятия РФС в состоянии усталости и высказали предположение о возможности использования метода "цветогеометрической ритмоскопии" для оценки функционального состояния ЦНС. С.С. Негтманн, М.А. Эллиотт описывали при РФС иллюзии разного цвета и геометрических фигур и объясняли эти явления процессами в сетчатке и возбуждением при фотостимуляциях разных участков зрительной коры [10].

Однако в настоящее время до конца не выяснена сущность феномена зрительного восприятия фотостимуляций, не раскрыта полностью его взаимосвязь с функциональным состоянием ЦНС. В этом отношении изучение зрительного восприятия РФС в процессе воздействия методом АСФС представляет особый интерес, т.к. частота РФС в этом случае

Резюме

Выявлена зависимость цветового восприятия ритмических фотостимуляций в процессе лечения методом формирования и активаций артифициальных стабильных функциональных связей от уровня нарушения корково-подкорковых отношений, степени неустойчивости нейродинамических процессов и баланса процессов возбуждения и торможения. Результаты имеют теоретическое значение для расширения представлений о механизмах цветового восприятия, а также для разработки режимов воздействия методом формирования и активаций артифициальных стабильных функциональных связей.

T.N. Reznikova, Y.G. Khomenko, I.A. Svyatogor

THE INFLUENCE OF FUNCTIONAL STATE OF THE CNS ON COLOR PERCEPTION OF THE RHYTHMIC PHOTIC STIMULATIONS

Bram Research Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Summary

The dependence of the color perception of the rhythmic photic stimulations during the influence of the method of forming and activating of artificial stable functional connections on the functional state of the central nervous system was studied. It was revealed, that variety of the color perception of rhythmic photic stimulations depends on a level of interrelation disorders between cortex and subcortex, instability of neurodynamic processes and predominance of excitation in the central nervous system. The results have theoretical significance for the study of the color perception mechanisms and can be used to work out regimes of influence of the method of forming and activating of artificial stable functional connections.

включена в матрицу артифициальной связи, связанной с системой интрацентральной регуляции мозга, активации которой приводят к изменениям психофизиологического состояния [5, 7].

Материалы и методы

Обследовано 3 группы больных (73 чел.), представляющих модели разных нарушений регуляторных функций ЦНС. В I группу вошли 22 больных с отдаленными последствиями ЗЧМТ и нейроинфек-

ций в виде диффузной микроорганической симптоматики (9 женщин и 13 мужчин, возраст 18-65 лет). II группу составили 25 больных неврозом навязчивых состояний (15 женщин и 10 мужчин в возрасте 17-60 лет). В III группу вошли 26 больных ишемической болезнью сердца (ИБС) (4 женщины и 22 мужчины в возрасте 40-65 лет). Для всех больных было характерно отсутствие грубой неврологической симптоматики, наличие нарушений эмоциональной сферы и астенических проявлений (жалобы на головные боли, снижение памяти и внимания, тревожность, раздражительность и др.), что указывало на изменение церебрального гомеостаза [3], в основе которого лежат нарушения процессов регуляции, приводящие к дезадаптационным расстройствам. Цветовосприятие у всех больных было нормальным. Всего было проанализировано восприятие 4380 посылок РФС. В нашей работе использовался способ формирования АСФС, основанный на применении РФС определенной частоты на фоне действия этимизола как активатора и неспецифического коннектора [8].

Курс воздействия методом АСФС состоял из 10 сеансов активаций, представлявших собой РФС заданной частоты (при которой формировались АСФС). Сеанс активаций включал 6 посылок РФС одинаковой частоты (20 Гц) и интенсивности (0,3 Дж) длительностью по 10 с через 3-5 мин. После каждой посылки РФС проводился опрос больного о воспринимаемом цвете РФС, субъективных ощущениях и изменениях в состоянии, возникавших во время стимуляции. До начала курса лечения методом АСФС записывалась ЭЭГ по системе 10/20 (с помощью 16-канального электроэнцефалографа "Medicor") в состоянии спокойного бодрствования и при ритмической фотостимуляции, проводившейся дискретно в диапазоне 2-30 Гц через 2 Гц посылками по 4-5 с с такими же интервалами. При оценке ЭЭГ использовалась классификация И.А. Святотор [6], согласно которой выделялись показатели, характеризующие преимущественный уровень нарушения корково-подкорковых взаимоотношений (корковый, таламический и стволовой (мезопонтийный), степень неустойчивости нейродинамических процессов (легкая, умеренная и средней выраженности) и состояние баланса между процессами возбуждения и торможения по выраженности реакции усвоения ритмов (РУР). Для статистической обработки данных использовались критерий Манна-Уитни и коэффициент корреляции Спирмена (Statistica 6.0).

Результаты и обсуждение

Как показали проведенные исследования, несмотря на то, что все РФС подавались с одинаковыми параметрами, восприятие их разными больными варьировало. РФС могли восприниматься в виде световых мельканий разного цвета, геометрических фигур и других зрительных образов (элементарных: пятна, полосы и др. или сложных, например, "человек в белом халате", "коридор с множеством дверей"). Среди выделенных компонентов особый интерес представляло цветовое восприятие РФС. Подавляющее большинство больных (92%) восприни-

Частота появления разных цветов при РФС (%) при разном типе ЭЭГ, степени неустойчивости нейродинамических процессов и выраженности реакции усвоения ритмов

Цвет	Тип ЭЭГ				Неустойчивость			РУР		
	Н	К	Т	С	1	2	3	0-1	2	3-4
Белый	42	53	38	37	42	47	36	39	59*	34*
Серый	18	4	14	24	18	12	19	16	9	20
Черный	8	11	14	13	8	21	10	8	13	12
Красный	19	0*	35*	32*	19	29	32	3*	31*	30*
Оранжевый	3	0	4	3	3	4	3	0	2	4
Желтый	36*	3*	21	17	36*	11*	21	16	19	21
Зеленый	0*	0*	14*	12*	0*	2*	16*	0*	2*	15*
Голубой	15	18	12	10	15	16	10	22	4	14
Синий	1	0	6	7	1	8	5	0	2	8
Фиолетовый	1	0	2	5	1	0	4	0	1	4
Коричневый	3	6	2	4	3	4	3	4	4	3

Примечания. Тип ЭЭГ Н — нормальная ЭЭГ, К — корковый тип, Т — таламический тип, С — стволовой тип; неустойчивость: 1 — легкая, 2 — умеренная, 3 — средней степени выраженности; степень выраженности РУР: 0-1 — неотчетливая или отсутствует, 2 — достаточно отчетливая в диапазоне 8-22 Гц, 3-4 — расширенная, с гармониками и субгармониками; * — достоверность ($p < 0,05$) различия частот появления цветов при разных показателях функционального состояния ЦНС (по Манну-Уитни).

мали РФС как цветные, и только 8% — как черно-белые. Встречался весь спектр цветов, с наибольшей частотой (в процентах от общего количества посылок РФС за курс АСФС) — белый (44,2%), красный (30,4%), желтый (21%), серый (19,2%), черный (13,1%), голубой (12,9%), зеленый (8,8%). Остальные цвета больные видели значительно реже.

Как показал сравнительный анализ результатов, во всех обследованных группах в ЦВ РФС доминировал белый цвет, в группе больных неврозами чаще, чем в других группах, видели красный, а в группе больных с последствиями ЗЧМТ и нейроинфекций — желтый цвет.

Следующим этапом исследования было изучение влияния функционального состояния (ФС) ЦНС на характер ЦВ-фотостимуляций. ФС определялось по фоновым реактивным паттернам ЭЭГ. По преимущественному уровню нарушения корково-подкорковых взаимоотношений (типу ЭЭГ) больные разделились на 4 подгруппы. В 1 подгруппу вошли лица с нормальной ЭЭГ (9,7% больных), во 2 — с нарушением корково-подкорковых отношений на уровне коры больших полушарий (8,1%); в 3 — на таламическом (48,4%), 4 — на стволовом уровне (33,9%). Выявлено, что в подгруппах с нарушениями на таламическом и стволовом уровне видели большее количество цветов во время одной посылки РФС (3-7 цветов), в ЦВ чаще появлялись красный и зеленый цвета ($p < 0,05$) (таблица). Пациенты с корковым типом ЭЭГ видели меньше цветов (1-2 цвета), среди которых преобладал белый цвет, зеленый и красный не встречались. ЦВ больных с нормальной ЭЭГ занимало промежуточное положение: видели 1-4 цвета

во время одной посылки РФС: чаще, чем при корковом типе ЭЭГ, видели желтый цвет; реже, чем при нарушениях на таламическом и стволовом уровне, красный цвет ($p < 0,05$), зеленый не видели.

При сравнении ЦВ больных с разной степенью неустойчивости ФС ЦНС были получены следующие результаты (табл. 2). Больные с легкой неустойчивостью нейродинамических процессов видели меньше цветов (1-4) во время одной посылки РФС; чаще, чем больные с умеренной неустойчивостью ($p < 0,05$), видели желтый цвет и не видели зеленого. При умеренной и средней неустойчивости видели 2-7 цветов, значительно чаще зеленый цвет ($p < 0,05$), причем частота его появления в восприятии РФС увеличивалась при повышении степени неустойчивости нейродинамических процессов.

По степени выраженности РУР больные разделились следующим образом: у 13% больных РУР отсутствовала или была неотчетливой; отчетливая РУР в диапазоне 8-22 Гц, но не на всем протяжении посылки РФС (нормальная РУР) — у 18% больных; расширенная РУР с гармониками и субгармониками — у 69% больных. Анализ данных показал, что больные с расширенной РУР видели большее количество цветов во время одной посылки РФС, чаще видели красный и зеленый цвета ($p < 0,05$). Больные с неотчетливой РУР чаще видели ахроматические цвета, очень редко красный цвет, не видели зеленый ($p < 0,05$). В ЦВ больных с нормальной РУР преобладал белый цвет, с достаточно высокой частотой встречался красный цвет, зеленый видели значительно реже.

Таким образом, ЦВ РФС зависит от исходного ФС мозга, что проявляется в разном количестве цветов, воспринимаемых во время одной посылки РФС, и в частоте появления красного и зеленого цветов. Зеленый цвет и многоцветное восприятие РФС встречалось чаще при нарушении корково-подкорковых отношений на таламическом и стволовом уровне, при средней неустойчивости нейродинамических процессов, преобладании процессов возбуждения в ЦНС (расширенная РУР). Последнее согласуется с данными Е.Д. Бельского и В.А. Часова [1] о появлении в восприятии РФС зеленого и синего цветов при возникновении РУР. Также при нарушении корково-подкорковых отношений на таламическом и стволовом уровне и повышении процессов возбуждения в ЦНС больные часто видели красный цвет, что не противоречит литературным данным о возбуждающем, активирующем действии красного цвета [2].

На разнонаправленные изменения "настройки" зрительного восприятия при изменениях уровня неспецифической активации ЦНС указывал В.М. Смирнов [7]. При активационном состоянии наблюдалось яркое, обостренное восприятие окружающего ("психическая гиперестезия"), в то время как при инактивационном состоянии отмечались противоположные изменения — "психическая гипестезия" [7]. Поскольку наблюдаемые нами особенности ЦВ РФС связаны с уровнем неспецифической активации ЦНС, они, вероятно, имеют схожие мозговые механизмы с состояниями "психической гиперестезии" и

"психической гипестезии". С другой стороны, на ЦВ РФС оказывает влияние неустойчивость нейродинамических процессов, предполагающая отсутствие согласованности в работе функциональных систем. При этом в процессе восприятия РФС активируются дополнительные нейронные ансамбли, что находит выражение в появлении большего количества цветов. В этом плане представляет интерес предположение о "прорыве физиологических границ" под действием РФС, высказанное Г. Уолтером. Возможно, в случае восприятия широкого спектра цветов при РФС белого цвета происходит подобный "прорыв", и вместо белого мелькающего света подаваемой фотостимуляции больные видят разнообразные окрашенные образы.

Выводы

Мозг отвечает на РФС, наряду с другими реакциями, цветовыми ощущениями разного рода, зависящими от исходного функционального состояния ЦНС. Механизм реализации этих ощущений связан с уровнем неспецифической активации. При дезадаптационных расстройствах, в основе которых лежит неустойчивость функционального состояния ЦНС, цветовые ощущения при РФС наиболее выражены. Большая роль в реализации этих ощущений принадлежит тону коры больших полушарий и уровню активации подкорковых структур.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Цветовое восприятие РФС связано с функциональным состоянием ЦНС.
2. При повышении степени выраженности реакции усвоения ритмов, свидетельствующем о преобладании в ЦНС процессов возбуждения, наблюдается разнообразное цветовое восприятие РФС заданной частоты, а также более частое появление в восприятии красного и зеленого цветов.
3. При неустойчивом функциональном состоянии ЦНС также наблюдается разнообразное цветовое восприятие РФС заданной частоты и более частое появление в восприятии зеленого цвета и редкое — желтого.
4. Разнообразие цветового восприятия РФС заданной частоты максимально при нарушении корково-подкорковых отношений на таламическом и стволовом уровне и минимально при снижении тонуса коры. При нормальной ЭЭГ цветовое восприятие РФС занимает промежуточное положение.
5. Выявленные закономерности представляют теоретический интерес в отношении изучения мозговых механизмов зрительного восприятия и влияния на цветовое восприятие РФС общего функционального состояния ЦНС, а также имеют практическое значение в плане оценки ФС ЦНС в процессе воздействия методом АСФС для разработки режимов лечебных активаций.

Л и т е р а т у р а

1. Бельский Е.Д., Часов В.А. // Клинико-электрофизиологические показатели функционального состояния головного мозга человека: Тр. ЛИЭТИ-На. Вып. 27. Л., 1971. С. 110-119.

2. Гуменюк В. А., Джебраилова Т. Д. и др. // Вестник Новгородского гос. ун-та. 1998. №8.
3. Зимкина А.М. // Физиол. журн. СССР. 1972. №7. С. 1011-1018.
4. Каменкович В. М., Барк Е. Д, Верхлютов В. М. и др. // Журн. высш. нервн. деят. Т. 48. 1998. Вып. 3. С. 449-457.

5. Резникова Т.Н. // Обозрение психиатрии и мед. психологии им. В.М. Бехтерева. 1993. №4. С. 143-146.

6. Святогор И.А., Моховикова И.А., Бекшаев С.С. и др. // Журн. физиол. ВНД им. И.П. Павлова. 2005. № 2. С. 178-188.

7. Смирнов В.М. Стереотаксическая неврология. Л.: Медицина, 1976. 264 с.

