

20. W.C., Wokp Y.-Ch. and Elgin S.C.R. Cell 16, 807 - 814, 1979.
21. Xu M., Barnard M.B., Roso S.M., Cockerill P.M., Huang S.-Y., Garrard W.T. J. Biol. Chem., 261, 3838 - 3846, 1986.
22. Xu Y.-H., Ishii S., Clark J.L., Sullivan M., Wilson R.K., Ma D.F., Rose B.A., Merlino G.T. and Pastan I. Nature, 309, 806 - 809, 1984.

Поступила 28.II.1996

Биолог. журн. Армения, 3-4 (49), 1996

УДК 612. 821

ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

В.Г. ГРИГОРЯН, А.Р. АГАБАБЯН, А.П. АРАКЕЛЯН

Ереванский государственный университет, кафедра физиологии человека, 375049

Нейрофизиологический анализ функционального состояния зрительной коры по показателям компонента P70 вызванных потенциалов выявил корреляты зрительного утомления. Обнаружена межгрупповая разница в преодолении зрительного дискомфорта при сосредоточении внимания, который у представителей I группы с высокой активностью коры приводит к облегчению, а у испытуемых II группы с низкой корковой активностью - к дезактивации зрительной коры.

Տեսողական կեղևի գործառական վիճակի նյարդաֆիզիոլոգիական վերլուծությունը, ըստ հրահրված պոտենցիալների P70 կոմպոնենտի ցուցանիշների, ի հայտ բերեց տեսողական հոգնածության կորելիատները: Հայտնաբերված է միջխմբային տարբերություն տեսողական դիսկոմֆորտի հաղթահարման մեջ ուշադրության կենտրոնացման դեպքում, որը կեղևի բարձր ակտիվությամբ փորձարկվողների մոտ բերում է թեթևացման, իսկ կեղևի ցածր ակտիվությամբ անհատների մոտ՝ տեսողական կեղևի դեզակտիվացման:

On a base of neurophysiological analysis of visual cortex active state, by the evoked potentials of P70 component indices, the correlates of visual weariness were revealed. The difference in groups, overcoming the visual discomfort for concentrating attention, was detected, which brought lightness for persons with high activity of cortex and disactivation of visual cortex for persons with low activity of cortex.

Активность коры - зрительное восприятие - механизмы адаптации

Труд оператора дисплея оказывает нежелательное воздействие прежде всего на состояние зрительного анализатора. Исследования показали, что зрительное утомление у операторов дисплея связано как с развитием гипофункции периферического аппарата, так и со сниженной активностью центральных мозговых структур. На ухудшение функционального состояния (ФС) ЦНС при развитии зрительного дискомфорта указывают характерные изменения параметров зрительных вызванных потенциалов (ВП), простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и других показателей, тесно связанных с уровнем и продолжительностью зрительной нагрузки [5, 7, 17].

Учитывая то обстоятельство, что зрительная нагрузка на периферический аппарат глаза одинакова для всех обследованных, следует искать причины устойчивости определенной части операторов к работе за дисплеем в индивидуальных особенностях регуляции активности в корковом звене зрительного анализатора. Общеизвестно, что одной из индивидуально-типологических особенностей, определяющих механизмы адаптации к различным видам труда, является конституционно заданный уровень корковой активации, связанный с выраженностью α -активности [4, 7, 12].

Связывая проблему ФС зрительного анализатора и механизмы его регулирования с генетически заданным уровнем активации коры, необходимо отметить, что работа оператора дисплея в сугубо профессиональном варианте в основном носит монотонный характер. Известно, что преодоление монотонии, одним из последствий которой является дезактивация коры, зависит от степени выраженности корковой возбудимости. Показано, что люди с высоким уровнем корковой активации - интроверты [6, 13] более устойчивы к монотонии, чем экстраверты [1, 2, 11, 14], для которых характерна пониженная активность коры. Таким образом, фактор зрительного утомления в работе оператора дисплея и проблемы, связанные с индивидуальными особенностями регуляции ФС зрительной коры, необходимо рассматривать в связи с монотонным характером деятельности.

Целью данной работы было выяснение механизмов адаптации к зрительной нагрузке при моделировании монотонной работы оператора дисплея в зависимости от степени экстравертированности и исходного индивидуального уровня активации. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) проследить динамику ФС зрительной коры по амплитудно-временным показателям раннего компонента P70 зрительных ВП; 2) определить изменения времени ПЗМР в течение 4ч работы за дисплеем; 3) выяснить влияние степени экстравертированности и уровня исходной корковой активности на эффективность операторской деятельности.

Материал и методика. В эксперименте приняла участие группа студентов в возрасте 20-21,5 лет. Испытуемые - практически здоровые люди, правши. Все они не умели пользоваться компьютером и сидели за дисплеем впервые. На основании оценки степени экстравертированности и показателей уровня исходной фоновой активности были сформированы 2 группы испытуемых. В I группу (26 человек) вошли испытуемые с выраженной интроверсией и высокой активацией коры больших полушарий. Ко II группе (13 человек) были отнесены испытуемые с выраженной экстраверсией и низкой корковой активацией. Для выяснения степени экстравертированности был использован адаптированный опросник Айзенка [15]. При регистрации фоновой ЭЭГ до начала эксперимента уровень исходной корковой активности определялся по классификации Пушстера. Моделирование труда оператора дисплея заключалось в имитировании операторской работы в статуправлении: ввод цифрового материала, не несущего смысловой нагрузки, в базу данных компьютера в течение 4ч. Работа моделировалась на компьютере фирмы ССАТ-80-286. Реализация данной работы при обучении требует постоянного напряжения зрительного анализатора и выполняется на основе зрительного контроля при считывании цифр с листа, ориентировке на клавиатуре компьютера и оценки достоверности введенного материала на экране дисплея.

По специальной программе ошибки, допущенные за каждый час, фиксировались компьютером и по их количеству судили об эффективности деятельности. Учитывалась скорость ввода определенного количества знаков, по которой определялась продуктивность деятельности.

Регистрация объективных показателей ФС зрительной коры производилась дискретно, после каждого часа работы. Регистрацию проводили в затемненной звукозаглушенной экранированной камере в удобном для испытуемого расслабленном полужаком положении с закрытыми глазами.

Регистрировались ВП на световые стимулы и время ПЗМР. Стимуляция производилась фотостимулятором FTS-21, который запускался синхронно с блока "Selector" анализатора-интегратора "ANIEG-81" (Венгрия). В качестве стимулов использовались световые вспышки средней интенсивности (0,4 Дж) с длительностью экспозиции, равной 50мс, с межимпульсными интервалами приблизительно 3с. Стимулы предъявлялись в двух ситуациях: в условиях непроизвольного и произвольного внимания, которое достигалось с помощью специальных инструкций, по подсчету стимулов в разных вариациях. До эксперимента регистрировалась ЭЭГ на 8-канальном электроэнцефалографе фирмы "Меликор" (Венгрия). Программа эксперимента управлялась микрокомпьютером "Mazovia" (Польша), на дисплее которого регистрировалась и

усредняются вызванная электрическая активность на свет. Отводящий хлорсеребряный электрод, с помощью которого производилась регистрация электрической активности, располагали в точке 0 левого полушария, по системе 10:20, референтный электрод располагался на мочке уха. Потенциалы через усилители энцефалографа (постоянная времени 1с, полюса пропускания 0,5-70Гц) подавали на вход аналогово-цифрового преобразователя (АПЧ). Эпоха анализа составляла 500 мс. Усредняли по 32 реакциям на световые вспышки одинаковой интенсивности. Проводили 5 серий регистрации: до начала эксперимента (Т0, после 1-го (Т1), 2-го (Т2), 3-го (Т3) и 4-го (Т4) часа работы. Время ПМЗР измерялось с помощью прибора ИПР-01. Анализировался компонент Р70 усредненных ВП.

Для оценки функционального состояния испытуемых применялся тест "САН" [8], который предпринимался до начала работы на компьютере и через 4 часа после окончания эксперимента. Полученные в эксперименте данные подвергались статистической обработке по критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Результаты анализа эффективности и продуктивности деятельности показали почти одинаковую успешность в выполнении задания от Т0 к Т4. Большинство испытуемых как I (83,3%), так и II (75%) группы улучшали качество деятельности (уменьшалось количество ошибок) к концу работы, что свидетельствует о приобретении определенного навыка пользования дисплеем. К концу эксперимента ухудшались показатели качества выполнения работы у 8,4% испытуемых I группы и у 17% испытуемых II группы. Продуктивность деятельности, т.е. время выполнения задания, снижалась в I группе у 58,3% испытуемых, а во II - у 58%. Однако увеличение времени выполнения задания в I группе наблюдалось лишь у 8,4% испытуемых, в то время как во II группе - у 34% их. К концу эксперимента продуктивность деятельности не менялась у 33 % представителей I группы и у 8% - II группы. Отмечалось ухудшение настроения по тесту "САН" в конце работы у 86% экстравертов и у 15% интровертов. Как показали результаты дисперсионного анализа ЛП компонента Р70 высокоамплитудных ВП (I группа), в ситуации непроизвольного внимания латенция достоверно ($p < 0,05$) также увеличивается от Т0 к Т2, Т3, Т4 (табл. 1). От Т1 к Т4 латенция Р70 (I группа) увеличивается с достоверностью $p < 0,05$.

Таблица 1. Дисперсионный анализ среднестатистических значений ($M \pm m$) латентного периода (мс) компонента Р70 ВП в динамике 4-часовой работы на дисплее

Время регистрации	I группа		II группа	
	ситуация непроизвольного внимания	ситуация произвольного внимания	ситуация непроизвольного внимания	ситуация произвольного внимания
Т0	71,8 $\pm$ 9,6	73,3 $\pm$ 8,1	69,8 $\pm$ 9,1	73,3 $\pm$ 6,1
Т1	68,2 $\pm$ 3,1	73,2 $\pm$ 5,2	77,1 $\pm$ 5,2	82,1 $\pm$ 3,2
Т2	79,4 $\pm$ 8,1	77,4 $\pm$ 7,4	77,8 $\pm$ 6,1	84,2 $\pm$ 2,1
Т3	81,3 $\pm$ 10,7	82,4 $\pm$ 8,7	77,8 $\pm$ 4,2	81,7 $\pm$ 5,8
Т4	84,2 $\pm$ 4,2	90,0 $\pm$ 5,5	82,4 $\pm$ 4,6	87,1 $\pm$ 2,1

При привлечении внимания ЛП увеличивается ($p < 0,05$) по сравнению с ситуацией непроизвольного внимания при Т1 и Т4. В группе низкоамплитудных ВП (II группа) наблюдалось достоверное увеличение ЛП компонента Р70 от Т0 к Т4 ($p < 0,05$) как при непроизвольном, так и при произвольном внимании (табл. 1). Результаты дисперсионного анализа среднестатистических значений амплитуды Р70 высокоамплитудных ВП (I группа) показали достоверное ($p < 0,05$) уменьшение величины амплитуды от Т0 к Т4 и от Т2 к Т4 в ситуации непроизвольного внимания (рис. 1). Сосредоточение внимания приводит к достоверному ($p < 0,05$) увеличению амплитуды Р70 по сравнению с ситуацией непроизвольного внимания при Т1, Т2, Т3 и Т4. В динамике 4-часовой работы амплитуда Р70 в ситуации произвольного внимания достоверно не меняется.

Аналогичные результаты были получены при анализе величины амплитуды компонента

P70 низкоамплитудных ВП (II группа). Как видно из рис.2, амплитуда компонента P70 в ситуации непроизвольного внимания достоверно ($p < 0,05$) уменьшается от T0 к T4. Уменьшение величины амплитуды наблюдается также от T1 к T3 и от T2 к T4, от T2 к T4 и от T3 к T4. При сравнении данных, полученных в ситуациях непроизвольного и произвольного внимания, можно отметить недостоверное увеличение амплитуды P70 при T0 и T1. При привлечении внимания величина амплитуды P70 не меняется при T2, а при T3 и T4 уменьшается по сравнению с ситуацией непроизвольного внимания, т.е. наблюдается "отрицательный" коррелят внимания (рис.2). Динамика графической кривой амплитуды P70 имеет тенденцию к понижению от T0 к T4 и от T1 к T4. От T2 к T4 и от T3 к T4 наблюдается достоверное понижение амплитуды P70.

Сравнительный межгрупповой анализ амплитудных величин компонента P70 показал, что в течение 4-часовой работы на дисплее в ситуации спокойного бодрствования наблюдается



Рис. 1. График изменения амплитуды компонента P70 высокоамплитудных ВП (I группа) в течение 4-часовой монотонной работы на дисплее в ситуации непроизвольного (сплошная линия) и произвольного (пунктирная линия) внимания

T0, T1, T2, T3, T4 - время регистрации до начала, через 1, 2, 3, 4 часа работы соответственно.

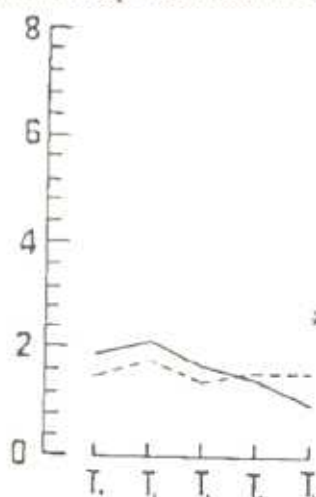


Рис. 2. График изменения амплитуды компонента P70 низкоамплитудных ВП (II группа) в течение 4-часовой монотонной работы на дисплее в ситуации непроизвольного (сплошная линия) и произвольного (пунктирная линия) внимания

T0, T1, T2, T3, T4 - время регистрации до начала, через 1, 2, 3, 4 часа работы соответственно.

уменьшение амплитуды P70 как в группе с высокоамплитудными (I группа), так и в группе с низкоамплитудными (II группа) ВП. В ситуации произвольного внимания имеет место межгрупповое различие в динамике изменения амплитуды P70: в I группе наблюдается увеличение величины амплитуды, а во II группе при привлечении внимания амплитуда P70 редуцирует.

Результаты анализа времени ПЗМР выявили следующие межгрупповые различия. У представителей I группы достоверных изменений времени реакции от T0 к T4 не обнаружено. В отличие от них, у представителей II группы наблюдается достоверное увеличение времени реакции от T0 к T4, от T1 к T4 и от T0 к T2. В процентном соотношении время ПЗМР увеличивается у 50% испытуемых I группы и у 81,8% представителей II группы. Укорочение времени реакции наблюдается у 33,3% представителей I группы (время реакции остается без изменений у 16,7% испытуемых этой группы) и у 18,2% испытуемых II группы.

Анализ средних значений ПЗМР (табл.2) показал, что в динамике высокоамплитудных ВП (I группа) никаких значимых изменений не происходит. В то же время в группе низкоамплитудных ВП (II группа) наблюдается достоверное увеличение значения времени реакции от T0 к T2, от T0 к T4 и от T1 к T4 ($p < 0,001$).

Анализ нейрофизиологических данных, полученных при моделировании монотонной

Таблица 2. Межгрупповые различия по показателям времени ПЗМР (мс) в течение 4 - часовой работы

Время регистрации	I группа	II группа
T0	232,6±7,3	231,7±13,2
T1	250,1±8,3	251,3±7,6
T2	227,7±7,6	304,7±8,2
T3	259,5±9,1	295,0±10,4
T4	255,0±7,6	303,8±8,2

работы на дисплее, показал, что у испытуемых обеих групп в ситуации непроизвольного внимания регистрируется динамичное (от T0 к T4) увеличение латенции и уменьшение амплитуды компонента P70, свидетельствующее об ухудшении зрительного восприятия. Одновременно обнаружено, что как в I группе, так и во II группе испытуемых наблюдается улучшение эффективности деятельности, свидетельствующее о приобретении определенного навыка при 4-часовом пользовании компьютером. Однако достоверное ухудшение показателей времени выполнения заданного объема работы, а также увеличение времени ПЗМР у экстравертов доказывает, что у испытуемых II группы достижение высокой эффективности к T4 является результатом дополнительного напряжения. Это подтверждается ухудшением параметров "САН" у большинства испытуемых экстравертов. Приведенные данные говорят о том, что испытуемые I группы легче преодолевают трудности, связанные с монотонным характером работы и с развитием зрительного утомления, по сравнению с испытуемыми II группы. Причину этого явления следует искать в различных механизмах обеспечения необходимого уровня активации, связанных с индивидуально-типологическими особенностями испытуемых I и II групп. Согласно принятому мнению [9], интроверты обладают развитой системой стволовых ретикуло-корковых связей, благодаря которым неокортексе находится под постоянным влиянием восходящей активирующей импульсации. Это обеспечивает модуляцию корковой активности по гомеостатическому типу и не требует запуска дополнительных структур для достижения необходимого уровня возбуждения.

Усилением ретикуло-корковых влияний можно объяснить и облегчение в диапазоне первичного ответа, приводящее к компенсации зрительного утомления у интровертов при 4-часовой работе за дисплеем. В отличие от них, экстраверты в первые 2 часа работы легко переносят зрительную нагрузку, о чем свидетельствует стабильное ФС первичной зрительной коры как в ситуации непроизвольного, так и произвольного внимания. В дальнейшем в связи с развитием монотонии и необходимостью повысить уровень корковой активности испытуемые II группы вынуждены запустить фронто-таламокорковые механизмы волевого внимания, т.к., в отличие от интровертов, они не обладают мощной системой ретикуло-корковых связей. У экстравертов в зрительной коре сосредоточение внимания приводит к дезактивации. Это явление можно объяснить развитием маскировки по Бремеру [3], в основе которой лежит окклюзия неспецифических и специфических потоков возбуждения. Мы полагаем, что у экстравертов с низкой активностью коры имеет место именно этот механизм дезактивации, когда сильный ретикуло-таламический импульс, достигая зрительной коры, вовлекает в активность большинство зрительных нейронов первичной зоны, которые впадают в рефрактерность и не могут ответить на приходящие к ним специфические импульсы. Дезактивация в зрительной коре, наступающая в результате волевой регуляции уровня активности коры, и является, как мы полагаем, одной из причин ухудшения продуктивности в деятельности и психического состояния.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в основе различных механизмов реализации деятельности на дисплее лежит генетическая детерминированность степени экстраверсии и уровня активности. Механизм гомеостатического регулирования уровня активности коры, присущий интровертам с высокой активацией коры, обеспечивает оптимальное ФС зрительной коры, в то время как волевой механизм регуляции у экстравертов с низким уровнем активности коры может привести к временному ухудшению зрительного восприятия, что чревато развитием зрительного дискомфорта и связанного с ним психоэмоционального перенапряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аладжалова Н.А., Арнольд О.Р. Психол. журн., 2, 51, 1991.
2. Аминов Н.А. Вопр. психологии, 2, 77, 1974.
3. Баклаваджян О.Г. Вегетативная регуляция электрической активности мозга. 110, Л., 1967.
4. Василевский Н.Н. Современные проблемы экологической физиологии. 17, Л., 1984.
5. Гельтишова Е.А., Селехова Г.Н. Гигиена и санитария, 4, 31-34, 1991.
6. Данилова Н.Н. Типологические особенности высшей нервной деятельности. 37, М., 1963.
7. Джебраилова Т.Д. Физиология человека, 21, 2, 44, 1995.
8. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Мирошников Н.П., Шарай В.Б. Вопр. психологии, 6, 141, 1973.
9. Загер О. В сб.: Кортикальная регуляция деятельности подкорковых образований головного мозга. 173-189, Тбилиси, 1968.
10. Коичева В., Станчев В., Израил М., Станков П.Л. Химия и здравоохранение. 32, 5, 42-47, 1989.
11. Колесов С.А. Физиология человека, 19, 2, 91, 1993.
12. Малкин В.Б. Военно-мед. журн., 5, 4-7, 1978.
13. Павлова Л.П., Криво В.М. Физиология человека, 3, 1, 28, 1977.
14. Рождественская В.И. Индивидуальные различия работоспособности. 180, М., 1980.
15. Русалов В.М. Психол. журн., 1, 113-136, 1987.
16. Сороко С.И., Бекшаев С.С. Физиол. журн. СССР, 67, 1765-1773, 1981.
17. Черниловская Ф.М., Калинина Н.И. Гигиена труда в электр. промышленности. 73-79, М., 1988.

Поступила 4.IV.1996

Биол. журн. Армении, 3-4 (49), 1996

УДК 612. 821. 6

К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ КРАСНОГО ЯДРА В АДАПТИВНОМ ПОВЕДЕНИИ КРЫС

И.Р. МАДАТОВА, Л.Г. КАЗАРЯН, Ж.С. САРКИСЯН, О.А. БОЯХЧЯН, К.Н. ГЕВОРКЯН

Институт зоологии НАН Армении, 375044, Ереван

Показано, что разрушение красного ядра у крыс приводит к нарушению высшей нервной деятельности. Обсуждается характер участия красного ядра в условнорефлекторной деятельности крыс.