

80. Шебей Ф. Изменение респирации при психической нагрузке в зависимости от черт личности // Психол. исследования познавательных процессов и личности. М., 1983. С. 169 - 173.
81. Шестова И.А., Фонсова Н.А., Шульговский В.В. Динамика доминирующей частоты α -ритма при восприятии и воспроизведении интервалов времени // Журн. высш. нерв. деят. 1996. Т. 46, № 2. С. 253 - 259.
82. Шидловский В.А. Мультивариативная адаптивная регуляция вегетативных функций // Вопр. кибернетики. М., 1978. С. 3-7.
83. Cattell R.B., Eber H.W., Tatsuoka M.M. Handbook for Sixteen Personality Factor Questionnaire. Champain., Ill., 1970.
84. Claridge G.W., Herrington R.N. Sedation threshold, personality and the theory of neurosis // J. Mental Sci. 1960. Vol. 160. P. 1568.
85. Fuch E., Flugge G., Hutzelmeyer H.D. Response of rats to the presense of stressed conspecifics as a function of time of day // Hormones and Behav. 1987. Vol. 21. № 2. P. 245-252.
86. Epstein S., Bahm R. Verbal hypothesis formulation during classical conditioning of GSR // J. Experim. Psychol. 1971. Vol. 86, № 2. P. 187.
87. Eysenk H.J., Levey A. Conditioning, introversion-extraversion and strength of nervous system // Biological Basis of Individual Behavior. N.Y., 1972. P. 100.
88. Hare R. Orienting and defense responses of visual stimuli // Psychophysiol. 1973. Vol. 10. № 5. P. 453.
89. Lacey J.Z. Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory // Psychological stress: Issues and research. N.Y., 1967. P. 66-82.
90. Punch J.C., King M.G. Effects of signaled and unsigaled stressor on EEG T-wave amplitude // Physiol. and Behav. 1976. Vol. 17. № 2. P. 227.
91. Robinson D.L. The diffuse thalamocortical system and Pavlovian-Eysenkian theory. A response to criticism // Personality and Individual differences. 1983. № 4. P. 535-541.
92. Robinson D. On the biological determination of personality structure // Pers. and Individ. Differ. 1986. Vol.7, № 3. P. 435-438.
93. Shapiro C.M., Griesel R.D., Bowtel P.R., Jooste P.L. Sleep patterns after graded exercise // J. Appl. Physiol. 1975. Vol. 39. P. 189.
94. Siegel D., Jonhson J., Davis C. Attention and perception of intensity of work // Percept. and Motor Skills. 1981. Vol. 53, № 2. P. 331-337.
95. Smith P.J. The prediction of individual differences in susceptibility to industrial monotony // J. Appl. Psychol. 1955. Vol. 39.
96. Smith D.B., Kleine R., Lindgren K. et al. The lateralized processing of affect in emotionally labile extraverts and introverts: central and automatic effects // Biol. Psychol. 1995. Vol. 39. № 2-3. P. 143.
97. Studd D., Healoy t.R., Broughton R. Personality and performance measures in natural extreme short scuters // Second International Sleep Research Congress. Edinburg, 1975. P. 39.
98. Tursky B., Schwarts G.E., Grider A. Differential patterns of heart rate and resistance during a digit transformation task // J. Exp. Psychol. 1970. Vol. 83. P. 451 - 457.
99. Walker J.M., Floyd F.C., Fein G. et al. Effects of exercise in sleep // J. Appl. Physiol. 1978. Vol. 44. P. 945.
100. Wilkinson R., El-Beheri S., Gieseking Ch. Performance and arousal as a function of incentive, information load on task novelty // Psychophysiol. 1972. Vol. 9. № 6. P. 589.
101. Wyatt S., Langdon J.H. Fatigue and boredom in repetitive work // Industrial Health Research Board Report. 1937. № 77.
102. Zloty R.B., Adamson J.D. Sleep of long distance runners // Activitas nervosa superior. 1973. Vol. 15. P. 215.

Ростовский государственный университет
Учебно-научно-исследовательский
институт валеологии

Статья поступила в редакцию 02.02.01

**Е.К. АЙДАРКИН, Д.Н. ЩЕРБИНА,
Е.В. КИРИЛЛОВА**

**К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ
ПРИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ КООРДИНАЦИИ**

Исследование психофизиологических механизмов перцептивного анализа временных параметров стимулов представляет существенный интерес в понимании сенсомоторной координации. Используемые методические подходы для изучения данных процессов в основном связаны с оценкой длительности различных интервалов времени при помощи сравнения их с эталонными параметрами. Оценка малых интервалов (менее 1-2 с) представляет собой достаточно простую тестовую процедуру. Предъявление длительных интервалов связано с использованием испытуемым метода «внутреннего отсчета»,

представляющего собой сложную вербализованную задачу, нейрофизиологический механизм которой в значительной степени маскирует сам процесс восприятия и анализа временных параметров стимуляции.

Использование метода связанных с событием потенциалов (ССП) привело к появлению понятия об эндогенных вызванных потенциалах (ВП), возникновение которых определяется не конкретным внешним воздействием, а ожиданием стимула или реакцией в определенный момент времени. К таким ответам относятся ВП на пропущенный стимул, негативная волна ожидания и т.д. [6, 8, 15, 17]. В данных тестовых процедурах стимулом для возникновения ВП являются интервалы времени, которые измеряются «биологическими часами» сенсорных систем мозга («перцептивное время» [5]) и являются основой для прогноза возникновения реакции («опережающее отражение» [4]).

Временные параметры стимула (ритмичность, аритмичность, частота, длительность) также являются важными при возникновении экзогенных (вызванных конкретным стимулом) ВП [8], установлено также, что увеличение длительности межстимульного интервала (МСИ) в диапазоне 1-9 с приводит к увеличению ВР [16].

Таким образом, используя метод ССП, можно говорить о времени как о самостоятельном виде стимуляции и об экзогенных и эндогенных механизмах его отсчета в процессе перцепции, что и явилось предметом настоящего исследования на примере зрительных и слуховых сенсомоторных реакций.

Методика

В исследовании приняли участие 9 человек в возрасте от 20 до 24 лет. В ходе электрофизиологического тестирования испытуемые сидели в кресле перед дисплеем в освещенной комнате. Расстояние от глаз до экрана составляло примерно 60 см. Стимулом служил белый квадрат со стороной 11,2 мм (40 пикселей), предъявляемый в центре на фоне темного дисплея. Время экспозиции составляло 50 мс. МСИ изменяли от 0,5 до 8 с по логарифмической шкале с шагом $\sqrt{2}$. Всего было использовано 9 интервалов: 500, 707, 1000, 1414, 2000, 2828, 4000, 5687 и 8000 мс. Каждый из указанных МСИ предъявлялся в ходе одной серии и был либо периодическим, либо величина его варьировала в пределах $\pm 10\%$.

ВП регистрировались в отведениях F3, F4, P3, P4, O1 и O2. Референтные электроды располагались на мочках ушей, а индифферентный – на лбу. Комплекс частот около 50 Гц вырезался с помощью режекторного фильтра. Коэффициент подавления синфазного сигнала составлял 105 дБ.

Эпоха анализа составляла 50 мс перед стимулом и до 950 мс после. Перед усреднением исходная ЭЭГ фильтровалась с полосой пропускания 0,05-30 Гц. Зрительные ВП усреднялись по 50 реализациям. Из суммы исключались ответы с ошибочной ЗМР (за ошибку принимались

ответы с ЛП меньше 100 и больше 500 мс), а также те реализации, в процессе которых с помощью электроокулограммы регистрировались значительные векодвигательные реакции.

Проведено две серии обследований. В первой серии (I) использовались следующие тестовые процедуры: 1. Регистрация ВП и/или времени реакции (ВР) при простой зрительно-моторной реакции (ЗМР) при соответствующих длительностях МСИ; 2. При длительностях более 1 с (2, 4, 8 с) испытуемый должен был мысленно производить отсчет времени в секундах с целью оптимального прогнозирования момента появления пускового стимула; 3. При подаче ритмической стимуляции частотой 1 Гц испытуемый должен был реагировать в соответствующей серии на 2-й, 4-й или 8-й в соответствии с тестовой процедурой; 4. Испытуемый должен был осуществлять левой рукой нажатие на каждый стимул, а правой только на 2-й, 4-й или 8-й стимул в соответствии с тестовой процедурой. Аналогичные исследования были проведены для звукового стимула.

Во второй серии (II) оценивалось влияние предварающей и последующей моторной реакции на величину «индивидуальной секунды», которая состояла из следующих тестовых процедур: 1. Испытуемому давалась инструкция нажимать на клавишу с отсрочкой в 1, 2 и 3 с. Индивидуальная секунда определялась как разность среднего времени нажатия для этих интервалов; 2. В предыдущую тестовую процедуру добавляли простую зрительно-моторную реакцию, предварающую отсроченную. При этом испытуемый производил два нажатия в ответ на стимул – одно сразу после стимула, а второе – с отсрочкой; 3. К первой тестовой процедуре к реакции, отсроченной на 1 с, добавляли дополнительную отсроченную реакцию в 0,5, 1, 1,5 и 2 с. В этом случае также высчитывалась индивидуальная секунда, полученная вычитанием дополнительных отсроченных реакций.

Для значений ВР вычисляли среднее, дисперсию и доверительные интервалы. Строились графики зависимости среднего ВР от МСИ, где по оси абсцисс откладывались величина МСИ в логарифмической прогрессии, а по оси ординат – ВР. По этим значениям для каждого испытуемого и при усреднении по исследуемой группе с помощью метода наименьших квадратов вычислялись формулы уравнений линейной регрессии $y=ax+b$ (коэффициенты a и b).

У ВП оценивались ЛП и амплитуда основных компонентов в диапазоне 150-400 мс. Амплитуда измерялась относительно изолинии. Точность измерения по времени составляла 5 мс, а по амплитуде 0,04 мкВ. Компоненты выделялись визуально.

Результаты исследования

Использование МСИ от 0,5 до 8 с показало неоднородность состояний человека при выполнении простой

ЗМР, что отражалось в величине дисперсии их ЛП, которая значительно увеличивалась при МСИ меньше 1000 мс с одновременным ростом количества ошибок (ложная тревога, пропуск стимула) (рис. 1). В связи с этим для дальнейшего исследования использовались МСИ от 1 до 8 с.

В I серии экспериментов у всех испытуемых при увеличении МСИ в выбранном диапазоне было выявлен достоверный рост средней величины ЛП простой ЗМР от 184-320 мс (при 1 с) до 268-410 (при 8 мс) при

относительной стабильности дисперсии. Разность между максимальным ЛП и минимальным варьировала в пределах 41-135 мс.

Эта зависимость достоверно аппроксимировалась линейным уравнением регрессии (рис. 2; таблица). У четырех испытуемых угол наклона прямых примерно одинаков, а свободный член варьировал от 162 до 282 мс. У остальных пяти испытуемых угол наклона прямых меньше, и они имеют приблизительно одинаковую величину свободного члена.

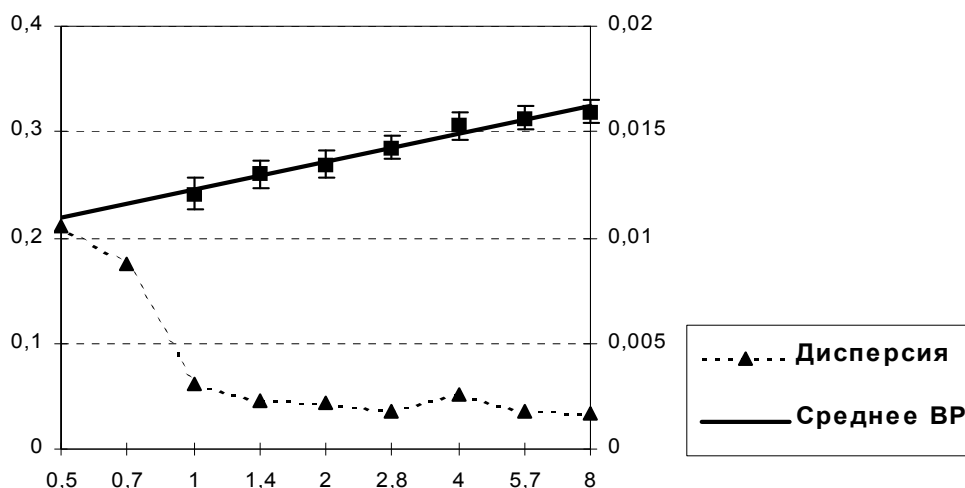


Рис. 1. Зависимость времени и дисперсии зрительно-моторной реакции от частоты стимуляции.

Прямая линия – линия регрессии, пунктирная – дисперсия; по оси абсцисс – межстимульный интервал в с, по оси ординат – время реакции в с, справа – дисперсия

Индивидуальные коэффициенты регрессии зависимости времени реакции от межстимульного интервала, с

№ п.п.	Коэффициент <i>a</i>			Коэффициент <i>b</i>		
	лев. рука	пр. рука	среднее	лев. рука	пр. рука	среднее
1	0,0128	0,0160	0,0144	0,2663	0,2579	0,2621
2	0,0164	0,0145	0,0154	0,2597	0,2642	0,2619
3	0,0219	0,0247	0,0233	0,2476	0,2369	0,2423
4	0,0222	0,0304	0,0263	0,1991	0,1779	0,1855
5	0,0294	0,0261	0,0277	0,2495	0,2527	0,2511
6	0,0298	0,0277	0,0288	0,2652	0,2718	0,2685
7	0,0318	0,0285	0,0302	0,2119	0,2339	0,2229
8	0,0301	0,0323	0,0312	0,3115	0,2981	0,3048
9	0,0524	0,0436	0,0480	0,1810	0,1923	0,1866
Среднее	0,0274	0,0271	0,0273	0,2435	0,2429	0,2432

Однородность линейных уравнений регрессии позволила усреднить результаты по всем испытуемым. Увеличение МСИ от 1 до 8 с приводило к достоверному увеличению ЛП простой ЗМР от 241 до 318 мс, которая имела линейный характер от логарифма длитель-

ности МСИ, что можно описать следующим уравнением:

$$BP = 0,0272 \log T + 0,243,$$

где BP - ЛП простой ЗМР, с; T - величина МСИ интервала с.

Из уравнения видно, что увеличение МСИ в 2 раза приводило в среднем к увеличению ЛП на 27 мс, а при МСИ в 1 с он составлял 243 мс.

Для исследования влияния эндогенного отсчета времени на эффективность испытуемому было предложено с периодичностью в 1 с вести отсчет времени; для экзогенного отсчета МСИ заполнялся ритмической стимуляцией с частотой 1 Гц. Из рис. 3 видно, что эндогенный отсчет существенно не повлиял на характер зависимости ЛП простой ЗМР от МСИ и сделал независимой величину ЛП простой ЗМР от величины МСИ.

Одновременный анализ ВП, зарегистрированных на зрительную стимуляцию, являющуюся пусковой для ЗМР, показал, что при увеличении МСИ в исследуемом диапазоне (процедуры 1 и 2) наблюдался рост выраженности ВП (амплитуды и длительности компонентов). Этот процесс регистрировался и в отсутствие двигательной реакции (рис. 4). Аналогичные закономерности были зарегистрированы для акустического воздействия.

Указанные изменения отсутствовали в процедурах 3 и 4, когда между целевыми стимулами предъявлялись дополнительные стимулы той же модальности. В этом случае конфигурация ВП оставалась одинаковой при различных интервалах между предупреждающим и пусковым стимулом.

Таким образом, увеличение МСИ было связано с увеличением амплитуды ВП и длительности ЛП ЗМР, если в период между предупреждающим и пусковыми стимулами отсутствовали дополнительные стимулы. Аналогичные закономерности были зарегистрированы для акустического воздействия.

В серии II был проведен анализ влияния дополнительной активации центральной нервной системы на характер отсчета времени. Введение дополнительных заданий, предвещающих процедуру отсчета времени или выполняемых после ее окончания, существенно изменяло величину индивидуальной секунды. Так, из рис. 5 А видно, что среднее время простой ЗМР составляло 293 мс. В первой тестовой процедуре, связанной с отсчетом интервалов времени в 1, 2 и 3 с (рис. 5 Б, В, Г) после подачи зрительного стимула среднее ВР составило 1042, 1336 и 1983 мс соответственно. Дисперсия ВР с увеличением оцениваемого интервала возрастала.

Во второй тестовой процедуре, требующей проведения отсчета времени после выполнения предварительной простой ЗМР, происходило увеличение реакции при отмеривании 1 и 2 с в среднем на 550 мс (рис. 5 Д, Е), а оценка интервала в 3 с была неэффективной (рис. 5 Ж). Дисперсия ВР в данных трех процедурах практически не менялась.

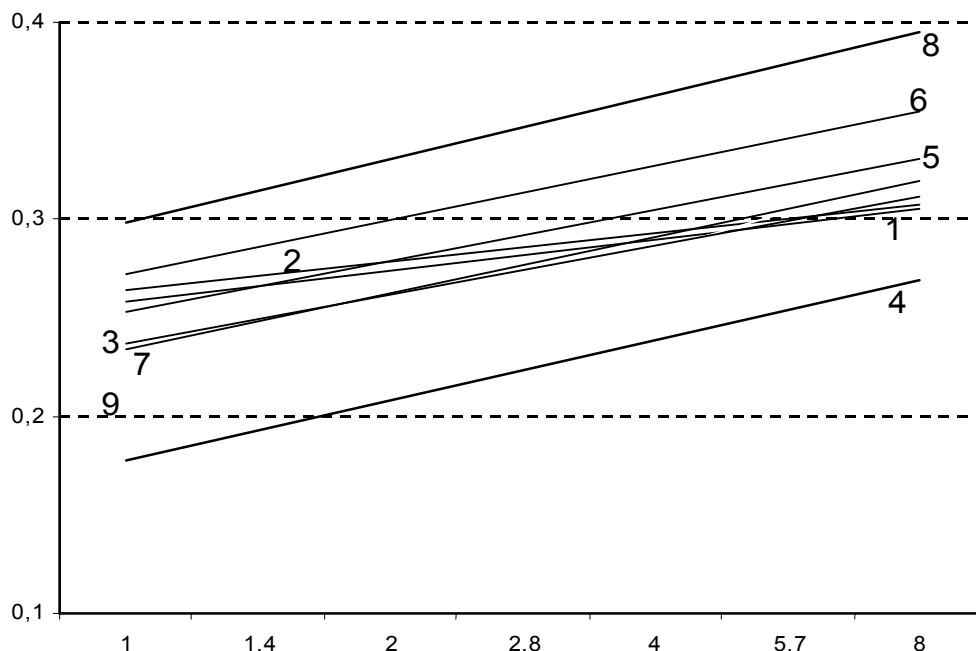


Рис. 2. Зависимость времени зрительно-моторной реакции от частоты стимуляции у отдельных испытуемых. Нажатия правой рукой. По оси абсцисс – межстимульный интервал в с, по оси ординат – время реакции в с. (пояснения в тексте)

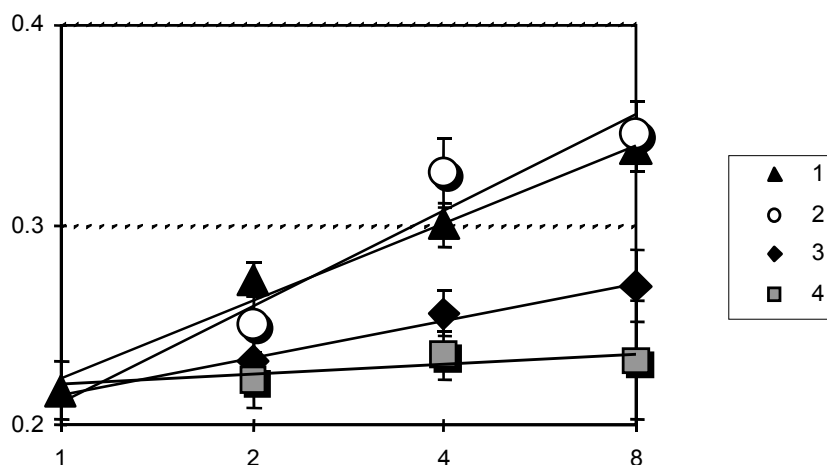


Рис. 3. Зависимость времени зрительно-моторной реакции от частоты и вида заполнения межстимульного интервала

Прямые линии – линии регрессии. Цифровые обозначения соответствуют номерам тестовых процедур (см. описание методики). По оси абсцисс – межстимульный интервал в с. По оси ординат – время реакции в с

В третьей тестовой процедуре исследовалось влияние дополнительной процедуры отсчета интервалов (0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 с), (рис.5 З, И, К и Л, соответственно), которая проводилась сразу после отсчета индивидуальной секунды на 170 мс.

Анализ ВП на запускающий зрительный стимул показал, что конфигурация ВП в затылочной области была сходной в различных тестовых задачах. Незначительные изменения касались лишь поздних компонентов. В лобных отведениях в сериях с реализацией отсроченной реакции ВП характеризовались значительным уменьшением амплитуды компонентов, в особенности компонента P250. Причем ВП в правом полушарии подвергался большим изменениям, и в целом межполушарная асимметрия в лобных отведениях выражена сильнее.

Таким образом, величина ВР и конфигурация ВП в значительной мере определяется межстимульным интервалом и эта зависимость носит логарифмический характер. Эта зависимость сохраняется при эндогенном отсчете интервалов времени и исчезает при использовании внешнего датчика времени (сенсорная стимуляция). Эндогенный отсчет времени (индивидуальная секунда) определяется уровнем активации центральной нервной системы.

Обсуждение результатов

Полученные результаты показывают, что увеличение МСИ приводит к большей выраженности ВП (особенно поздних компонентов) и ВР. Для ВР эта зависимость носит логарифмический характер. Эти данные согласуются с аналогичными работами [11,12-16], в которых показано, что существуют короткие и длинные интервалы. Для коротких

интервалов характерна линейная прямо пропорциональная зависимость величины ВР от МСИ (интервалы до 10 с), для длинных эта зависимость отсутствует (интервалы более 10 с). Аналогичные зависимости получены для параметров ВП, выраженность которых также прямо пропорциональна длительности МСИ [7].

Относительно информационного процесса, лежащего в основе оценки величины МСИ, существует несколько точек зрения: а) запечатление длительности МСИ, заданной внешними стимулами [13, 14] (экзогенные «биологические часы»); б) измерение на основе имеющегося в нервной системе эталона [9] (эндогенные «биологические часы»); в) измерение МСИ осуществляется с использованием обоих механизмов в зависимости от его длительности [3].

Для выяснения преобладающего механизма оценки времени мы использовали две процедуры: а) устный счет с частотой 1/с (активация «эндогенных часов»); б) ритмический сенсорный стимул с частотой 1/с (активация «экзогенных часов»).

Приведенные выше результаты показали, что при перцептивном анализе времени более эффективными были «экзогенные часы», запускаемые внешними сенсорными (звуковыми и световыми) стимулами, применение которых существенно уменьшало величину ВР и ВП и делало независимыми их от величины МСИ. Предполагается, что в основе работы «экзогенных часов» лежит динамика уровня активации коры [10], которая может поддерживаться двумя возможными механизмами: а) физиологическим (рефрактерность, циклы восстановления); б) психологическим (ожидание, уровень произвольного внимания).

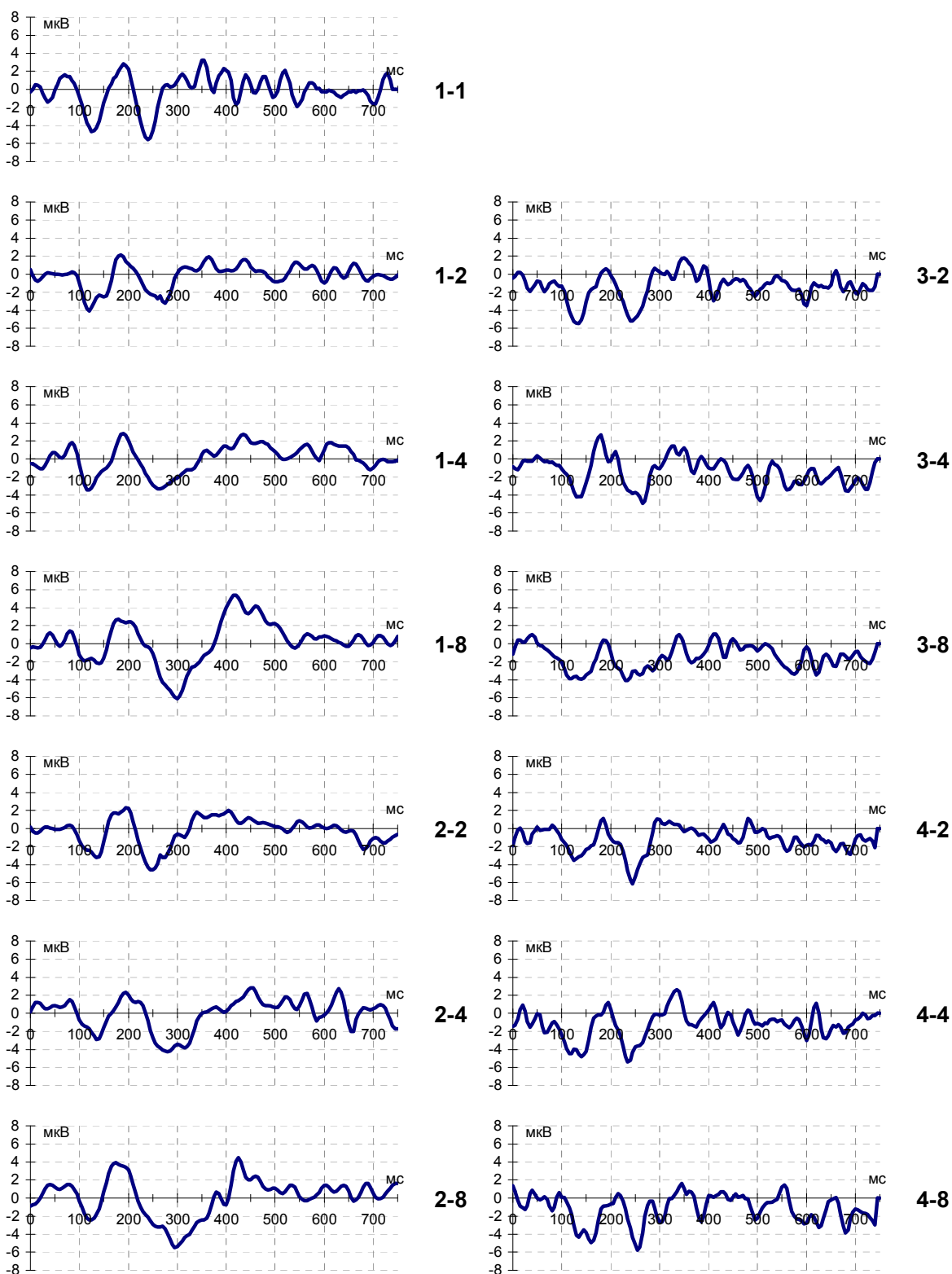


Рис. 4. Динамика конфигурации вызванных потенциалов при изменении длительности и вида заполнения межстимульного интервала

Обозначения: первая цифра – номер тестовой процедуры, вторая цифра – межстимульный интервал (пояснения в тексте). По оси абсцисс – время в мс, по оси ординат – амплитуда в мкВ. Начало координат соответствует моменту подачи стимула (положительность вниз)

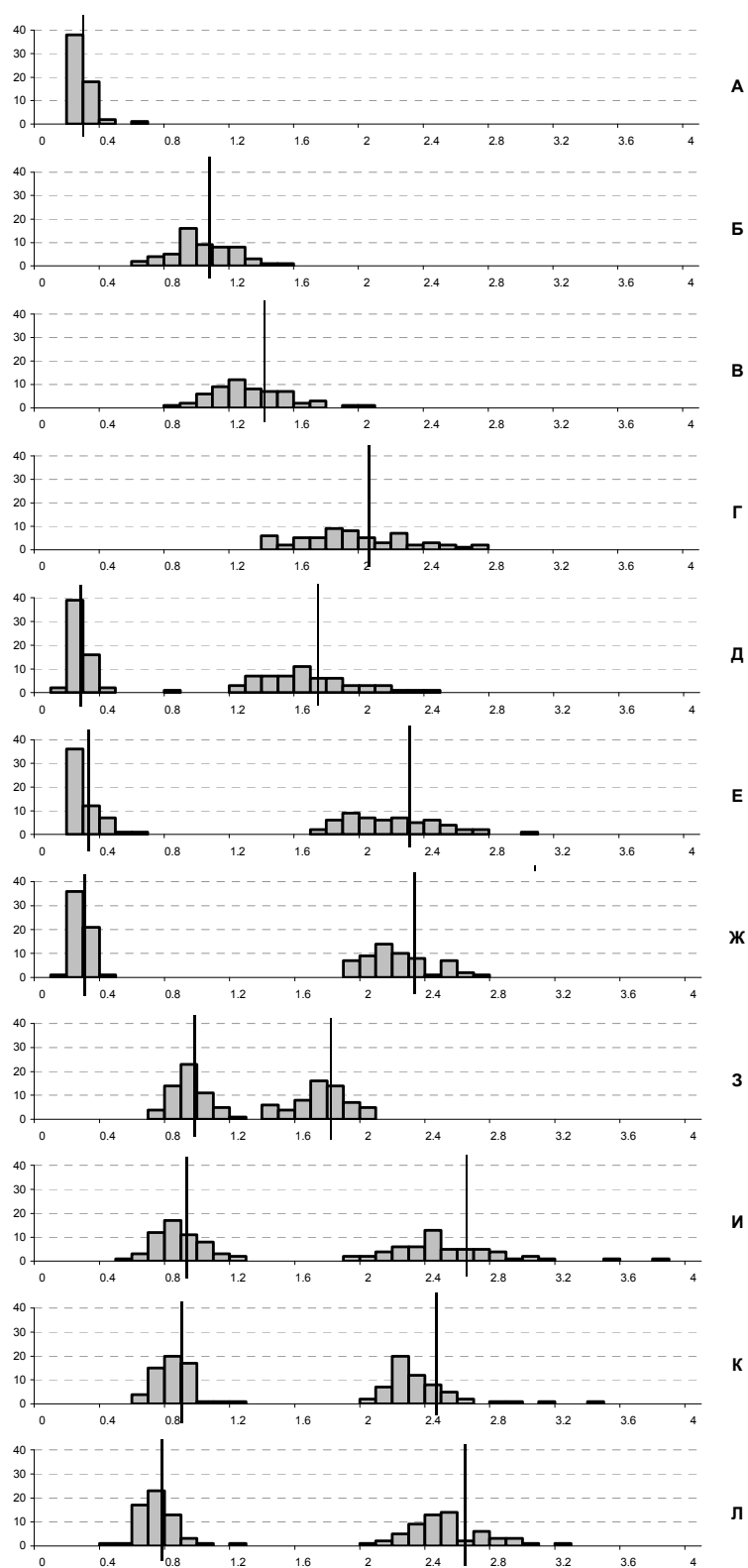


Рис. 5. Гистограммы распределения времени реакции при отсчете интервалов времени с предваряющими и последующими нажатиями

По оси абсцисс - время в с. По оси ординат - количество реакций. Вертикальная черта - среднее время для данной группы значений. Из рисунка видно, что по мере усложнения задачи (увеличения интервала дополнительного отсчета времени) наблюдалось уменьшение среднего времени индивидуальной секунды на 195 мс

Для интервалов длительностью 1-10 с существенным является второй механизм, который при увеличении МСИ приводит к снижению «субъективной» вероятности появления стимула и тем самым – к активации механизмов избирательного внимания и, как следствие, к увеличению выраженности ВП (особенно поздних компонентов, в частности компонента Р300). Данные явления характеризуют процесс восприятия.

Для эффекторной реакции наблюдаются противоположные явления, они связаны со снижением активации двигательной системы и увеличением ВР, что можно объяснить работой первого (физиологического) механизма, который отражает взаимоотношения (циклы восстановления) механизмов перцептивной и эффекторной деятельности на коротком интервале времени (200-300 мс). В связи с этим увеличение ВР может быть связано с изменением ЛП, амплитуды и длительности компонента Р300, который, по нашим данным [1, 2], отражает развитие корковых тормозных процессов, что снижает эффективность двигательной реакции [1].

Таким образом, полученные результаты подтверждают важность временных параметров стимулов в процессе зрительно-моторной координации и распознавания образов. На перцептивном уровне при увеличении длительности малых интервалов (1-10 с) преобладающими в оценке времени являются «экзогенные часы», связанные с процессами активации произвольного внимания, эффективность которого отражается в увеличении амплитудно-временных параметров ВП (особенно компонента Р300). При этом наблюдается подавление эффекторной части зрительно-моторной реакции за счет «психологической рефрактерности» [18], развивающейся после перцептивной деятельности, в основе которой лежат тормозные корковые процессы, связанные с развитием компонента Р300.

Анализ «эндогенных» механизмов отсчета времени (индивидуальная секунда) и влияние на них уровня активации центральной нервной системы показал существенную их пластичность в зависимости от дополнительных процедур, предъявляемых до или после выполнения тестового задания. При этом события, возникающие до процедуры отсчета времени, увеличивают длительность индивидуальной секунды. События, требующие решения дополнительной задачи после процедуры отсчета времени, укорачивают ее длительность. Такие результаты можно объяснить с позиции конкуренции нескольких решаемых задач за ресурсы внимания (локальная активация структур головного мозга). При этом скорость решения предшествующей задачи растет, а последующей – уменьшается.

Таким образом, полученные результаты позволяют учитывать в конфигурации ВП и ВР процессы, связанные с анализом временных параметров стимулов и их динамику в зависимости от эндогенных и экзогенных факторов.

Используемые подходы для оценки индивидуальных особенностей отсчета времени позволяют выявлять соотношения эндогенных и экзогенных механизмов и их динамику в зависимости от функционального состояния человека, что может служить мерой оценки степени «искажения» восприятия временных характеристик внешнего мира. Данный параметр может быть использован как одна из основных валеологических характеристик личности, поскольку восприятие времени – одна из базовых неспецифических функций мозга, обеспечивающих согласованное взаимодействие систем организма с внешней средой и т.д.

Литература

1. Айдаркин Е.К. Динамика межанализаторных отношений в процессе выработки оборонительного условного рефлекса: Дис. ... канд. биол. наук. М., 1986.
2. Айдаркин Е.К. К вопросу об идентификации и природе зрительных вызванных потенциалов. Ростов н/Д, 1996. 33 с. (Препринт / НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана Ростовского гос-университета.: № 3-96).
3. Алексеев М.А., Крылов Н.В., Лившиц М.П., Найдель А.В. О механизмах координации ритмических движений // Вопр. психол. 1965. № 5. С. 82-89.
4. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. М., 1980. 196 с.
5. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М., 1988. 240 с.
6. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Таганрог, 1997. 252 с.
7. Кеванишвили З.М., Франганг Б., Хачидзе О.А. и др. Зависимость параметров ранних и поздних колебаний корковых вызванных потенциалов человека от ритма звуковой стимуляции // Журн. высш. нерв. деят. 1976. Т. 26. вып. 1. С. 153.
8. Рутман Э.М. Вызванные потенциалы в психологии и психофизиологии. М., 1979. 216 с.
9. Садов Г.А. Оценка коротких временных интервалов по эталонам памяти // Новые исследования в психологии. М., 1978. Вып. 2. С. 105-109.
10. Суворов Н.Ф., Тауров О.П. Психофизиологические механизмы избирательного внимания. Л., 1985. 287 с.
11. Chattergea R.G. Time gap in the estimation of long duration// *Percept. and Motor Skills*. 1963. Vol. 17. P. 143-149.
12. Chattergea R.G., Sircas A.K. Practice effect in the estimation of short temporal duration // *J. Psychol. Res*. 1961. Vol. 5. P. 81-84.
13. Goldfarb J.E., Goldstone E.S. Proprioceptive involvement, psychophysical method and temporal judgment // *Percept. and Motor Skills*. 1963. Vol. 17. P. 286.
14. Goldfarb J.E., Goldstone E.S. Time judgment: a comparison of filled and unfilled duration// *Percept. and Motor Skills*. 1963. Vol. 16. P. 376.

15. *Picton T.W.* Human event-related potentials. Handbook of electroencephalography and clinical neurophysiology. Revised Ser. Vol. 3. Amsterdam, 1988.

16. *Treisman M.* Temporal discrimination and the indifference interval: implication for a model of the internal clock// Psychol. Monogr, 1963. Vol. 77. № 13. P. 372-379.

17. *Vaughan H.G.* The relationship of brain activity to scalp recordings of event-related potentials// Average evoked potentials. Methods, results, and evaluations. Washington, 1969. P. 45-94.

18. *Welford A.T.* Single channel operation in the brain// Acta Psychol. 1967. Vol. 27. P. 23-34.

Кафедра физиологии человека и животных
Ростовского госуниверситета

Статья поступила в редакцию 19.02.01

А.Р. ГАЛЕЕВ, Э.М. КАЗИН, Л.Н. ИГИШЕВА

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА
ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ
АКТИВНОСТИ**

Движение является одним из ведущих гомеостатических факторов. Поэтому регулярные физические нагрузки оптимизируют функциональное состояние организма. Однако параметры двигательной активности строго индивидуальны [11]. Одним из потенциальных подходов для разработки индивидуальных программ является учет функционального состояния (ФС) организма. В соответствии с концепцией Парина и Баевского [10] ФС можно оценить с помощью анализа variability сердечного ритма, потому что специфика его регуляции обеспечивает возможность получения прогностической информации об изменениях состояния всего организма. Такой подход нашел применение в спорте и медицине.

В настоящее время в связи с увеличивающейся популярностью оздоровительных физических упражнений появилась необходимость в поиске метода оптимизации нагрузки для здоровых людей, занимающихся спортом не

профессионально. Большинство способов регулирования нагрузки, предлагаемых для этой категории лиц, по тем или иным причинам не являются эффективными [8]. В связи с этим нами была предпринята попытка разработать подход для оптимизации нагрузки при оздоровительном беге с помощью учета ФС организма на основе анализа variability сердечного ритма.

Материалы и методы исследования

В качестве двигательной активности использовались циклические нагрузки в виде бега в границах средней аэробной мощности на дистанцию до 2000 м. Бег выполняется во время динамической перемены в интервале между 11 и 12 часами. Динамические перемены проводились не менее пяти раз в неделю.

При выявлении особенностей ФС организма у лиц с разным уровнем нагрузки объектом исследования были 90 учащихся в возрасте 7-15 лет. Данная группа состояла из 54 девочек и 36 мальчиков. Их обследование проводили многократно с интервалом в три-четыре недели в утреннее время.

Для изучения особенностей показателей вегетативной регуляции и функционального состояния у лиц с разным уровнем нагрузки были сформированы две группы. Формирование групп было осуществлено учителем физкультуры с учетом пожеланий школьников и общепринятых медицинских противопоказаний.

Группа 1. В этой группе был умеренный объем нагрузки – бег продолжительностью 6-11 мин на дистанцию 500-1300 м регулярно в течение 6 мес. Группу составили 48 школьников, из них 30 девочек. Средний возраст группы – 10,5±0,4 лет.

Группа 2. В этой группе был большой объем нагрузки – бег по 11-16 мин на дистанцию 1300-2000 м регулярно в течение 3 мес. Группа состояла из 42 школьников, среди которых было 24 девочки. Средний возраст группы 11,2±0,37 лет.

Для оценки состояния систем регуляции сердечного ритма (СР) использовалась кардиоритмографическая программа, основанная на математическом анализе СР [1], модифицированная на кафедре физиологии человека и животных КемГУ [4]. Для анализа использовались параметры, рассчитываемые в соответствии с кардиоритмологическими стандартами [15].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием следующих методов: Kruskal-Wallis ANOVA, Mann-Whitney U-тест, тест знаковых рангов Wilcoxon, кластерный анализ (методы Варда и единичных связей), тест Колмогорова-Смирнова. За достоверные отличия принимались отличия при $p < 0,05$. Запись вида $M \pm m$ означает «среднее ± ошибка среднего».