

ISSN 2218–2268

Министерство образования и науки Российской Федерации
Российская академия образования
Южный научный центр Российской академии наук
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”
Южное отделение Российской академии образования
Учебно-научно-исследовательский институт валеологии «Южного федерального университета»
Ассоциация центров валеологии вузов России

ВАЛЕОЛОГИЯ

№ 4

2011

по вопросам физиологии спорта. Тбилиси, 1960. Т. 1. С. 176

14. Фокин В.Ф. Динамическая функциональная асимметрия как отражение функциональных состояний // Асимметрия. 2007. Т. 1. № 1.

15. Цицерошин М.Н., Шеповальников А.Н., Погосян А.А. О некоторых принципах интеграции биоэлектрической активности пространственно-распределенных отделов неокортекса в целостную динамическую систему // Физиол. человека. 1995. Т. 21, № 5. С. 36–50.

16. Koepchen H.P. Respiratori and cardioevascular «centres» functional entirety or separate structures // Central neurone enviroment and the control systems of breathing and circulation. Berlin, 1983. P. 221.

17. Lacey J. I. Somatic response and stress: some revisions of activation theory / Psychological stress // H. Applay and R. Trumbull. (Eds.). N. Y., 1967.

18. Polich J. Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b // Clinical Neurophysiology. 2007. Vol. 118. P. 2128–2148.

19. Posner M.I., Petersen S.E. The attention system of the human brain. Annu Rev Neurosci. 1990. Vol. 13. P. 25–42.

20. 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.

21. Weiss T. Speed of a simple psychometric reaction and respiration // Ceskoslovenska Psychologie. 1960. № 4. P. 153–160.

Кафедра физиологии человека и животных
Южного федерального университета;
Научно-исследовательский институт
нейрокибернетики им. А.Б. Когана Южного
федерального университета.

УДК 612.821.8,591.185

Е. К. АЙДАРКИН, Е.С. КИРПАЧ

СООТНОШЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ УДЕРЖАНИЯ КНОПКИ В УСЛОВИЯХ СЕНСОМОТОРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

В работе рассматривается соотношение времени реакции (ВР) и длительности удержания (ДУ) а также зависимость конфигурации связанных с событиями потенциалов (ССП) от ДУ при произвольных движениях и при выполнении простых и сложных сенсомоторных реакций. Показано, что при увеличении ДУ снижается эффективность восприятия стимула и отжатие кнопки становится самостоятельным двигательным событием, влияющим на перераспределение ресурсов произвольного внимания.

Ключевые слова: время реакции (ВР), длительность нажатия, моторное внимание, дополнительная моторная область, моторный тайминг.

E.K. AYDARKIN, E.S. KIRPACH

RELATION BETWEEN REACTION TIME AND DURATION OF BUTTON PRESSING IN CONDITIONS OF SENSORIMOTOR INTEGRATION

Relation between reaction time and button pressing duration and the relationship between event-related potentials configuration and button pressing in voluntary movements, simple and choice sensorimotor tasks is studied. It is shown that increasing of button pressing duration is associated with decreasing in the efficiency of stimulus perception, thus button unpressing becomes a separate motor event influencing voluntary attention allocation.

Key words: reaction time (RT), duration of button pressing, motor intention, SMA, motor timing

Введение

При решении задачи повышения эффективности операторской деятельности важным элементом является исследование особенностей реализации сенсомоторных навыков и взаимодействия их элементарных составляющих – ожидание и восприятие пускового стимула, принятие решения, подготовка и реализация двигательного акта и т.д. С другой стороны, анализ данных стадий связан с психофизиологическими исследованиями сенсомоторной интеграции, для чего применяется значительный набор экспериментальных парадигм (PCMP, CCMP, odd-ball, Go-NoGo и т.д.).

Довольно широко для изучения сенсомоторных реакций используется анализ компонентов сенсорных и моторных связанных с событием потенциалов (ССП) и времени реакции (ВР). При этом игнорируется тот факт, что двигательный компонент представляет собой сложный (нажатие, удержание и отжатие кнопки) и длительный (200–400 мс) процесс, который определяется функциональным состоянием, степенью сформированности навыка, особенностями пускового стимула и т.д. [4].

Много работ посвящено исследованию механизмов сенсорного [10, 6, 5, 11 и др.] и моторного [7] внимания. Показано, что сенсорный процесс во многом определяется балансом активации механизмов произвольного и непроизвольного внимания, которые отражаются в CNV, негативности рассогласования (НР), Р3а и Р3б и т.д., баланс которых обеспечивает оптимальное принятие решения на различных этапах реализации СМН [2].

Исследование механизмов организации моторных реакций направлено в основном на изучение процессов подготовки, выбора и запуска движения [8, 9, 13]. Значительное количество работ посвящено изучению механизмов моторного внимания, в которых в основном рассматривается этап подготовки (планирования, прогнозирования) моторного акта [7, 14].

Однако одним из важных факторов реализации СМН является процесс распределения ресурсов внимания между сенсорными и моторными процессами и особенности его переключения. В доступной литературе отсутствуют работы, рассматривающие данную проблему, как на этапе восприятия пускового стимула, так и на

стадиях нажатия, удержания и отжатия кнопки. В частности, не освещен вопрос, о взаимосвязи двух двигательных процессов, отвечающих за (а) быстроту нажатия на кнопку (ВР) и (б) время ее удержания в нажатом состоянии (ДУ). Если первый субнавык характеризуется четким контролем со стороны передней и задней систем внимания, то второй (при отсутствии дополнительной инструкции) – может находиться либо под слабым контролем, когда процесс отжатия происходит автоматически («непроизвольно»), либо под сильным контролем, когда в инструкции определяется длительность удержания или момент отжатия кнопки.

В связи с этим целью настоящей работы было исследование соотношения ВР и ДУ кнопки в условиях простых и сложных СМН на слуховые и зрительные пусковые стимулы по параметрам сенсорных и моторных SSP.

Методика

Исследования проводились на 19 здоровых испытуемых (студенты и сотрудники Южного федерального университета в возрасте 20–30 лет) с нормальным зрением и слухом. В ходе обследования испытуемый располагался в удобном кресле, в звукоизолированной и освещенной комнате и выполнял серию заданий, между которыми были перерывы по 15 мин. Серия включала следующие тестовые процедуры:

1. *Произвольные нажатия левой и правой рукой* – испытуемый нажимал на кнопку датчика с интервалом 2 с, который он отмеривал произвольно.

2. *Простая СМН на звуковой стимул* – испытуемым предъявлялись щелчки интенсивностью 80 Дб с межстимульным интервалом 2 с. В ответ на звуковой стимул как можно быстрее выполнялась двигательная реакция правой рукой.

3. *Простая СМН на зрительный стимул* – испытуемым предъявлялись вспышки интенсивностью 9 Кд с межстимульным интервалом 2 с. В ответ на звуковой стимул как можно быстрее выполнялась двигательная реакция правой рукой.

4. *Сложная СМН или реакция выбора* – испытуемым предъявлялись щелчки и вспышки с вероятностью 0,5 с межстимульным интервалом 2 с. Испытуемый как можно быстрее выполнял

двигательную реакцию правой рукой на зрительный стимул и левой рукой на слуховой стимул.

5. *Простая СМР в условиях парной моно- или бимодальной стимуляции.* Испытуемому предъявлялась пара стимулов в следующих комбинациях звук–звук, звук–свет, свет–звук, свет–свет. В качестве звуковых стимулов использовались щелчки интенсивностью 80 Дб, в качестве зрительных – вспышки интенсивностью 9 Кд. Интервал между стимулами составил 340 мс, если первым в паре был звуковой стимул и 320 мс, если первым был зрительный стимул.

Регистрация ЭЭГ и времени реакции (ВР) и длительности удержания (ДУ) каждой кнопки осуществлялись при помощи компьютерного энцефалографа-анализатора «Энцефалан – РЭГ-131-03» (изготовитель – НПКФ «Медиком-ЛТД», г. Таганрог). При этом регистрировалась ЭЭГ-активность головного мозга в 19 стандартных отведениях (система 10–20) с шагом дискретизации 4 мс и частотой пропускания 0,5–70 Гц относительно объединенных ушных электродов. Индифферентный электрод располагался на лбу.

Оцифрованная ЭЭГ и ВР экспортировались в MATLAB, где вычислялись время реакции, длительность удержания каждой кнопки, сенсорные и моторные ССП. Для сенсорных ССП эпоха анализа составила 1000 мс (100 мс до стимула, 900 мс после стимула). Эпоха анализа моторных ССП также составила 1000 мс – 500 мс до нажатия и 500 мс после нажатия.

Результаты

Анализ ВР, компонентов сенсорных и моторных ССП показал их значимую взаимосвязь с длительностью удержания кнопки (ДУ).

Из таблицы видно, что ВР и ДУ взаимосвязаны, как при стимулах различной модальности, так и при различной сложности тестовой процедуры. При этом ВР на пусковой слуховой стимул было минимальным при ПСМР, и максимальным при ССМР по сравнению со зрительными, которые имели промежуточное значение при более коротких ВР на ПСМР (рис. 1 А).

Достоверность влияния факторов длительности удержания (ДУ), времени отжатия и испытуемого на ВР при простой аудио-моторной (А) и простой зрительно-моторной (Б) реакции

		Analysis of Variance					
		Source	Sum Sq.	d. f.	Mean Sq.	F	Prob>F
А	ДУ		3.037	6	0.50618	927.78	0
	время отжатия		98.025	838	0.11697	214.4	0
	испытуемый		0.719	16	0.04495	82.38	0
	Error		1.863	3414	0.00055		
	Total		122.437	4274			
		Analysis of Variance					
		Source	Sum Sq.	d. f.	Mean Sq.	F	Prob>F
Б	ДУ		2.011	6	0.33521	917.71	0
	время отжатия		189.575	814	0.23289	637.6	0
	испытуемый		0.267	16	0.01666	45.61	0
	Error		1.198	3280	0.00037		
	Total		232.835	4116			

ДУ (рис. 1 Б) была достоверно больше при слуховой стимуляции по сравнению со зрительной, при отсутствии достоверных различий между ПСМР и ССМР. При зрительных раздражениях ДУ в условиях ПСМР было достоверно короче ДУ при ССМР.

На рис. 1 В показано наличие достоверного монотонного увеличения ВР в зависимости от величины ДУ (в диапазоне от 50 до 350 мс) для всех типов сложности СМР и различной модальности. Для ДУ свыше 350 мс вариабельность ВР была очень высокой.

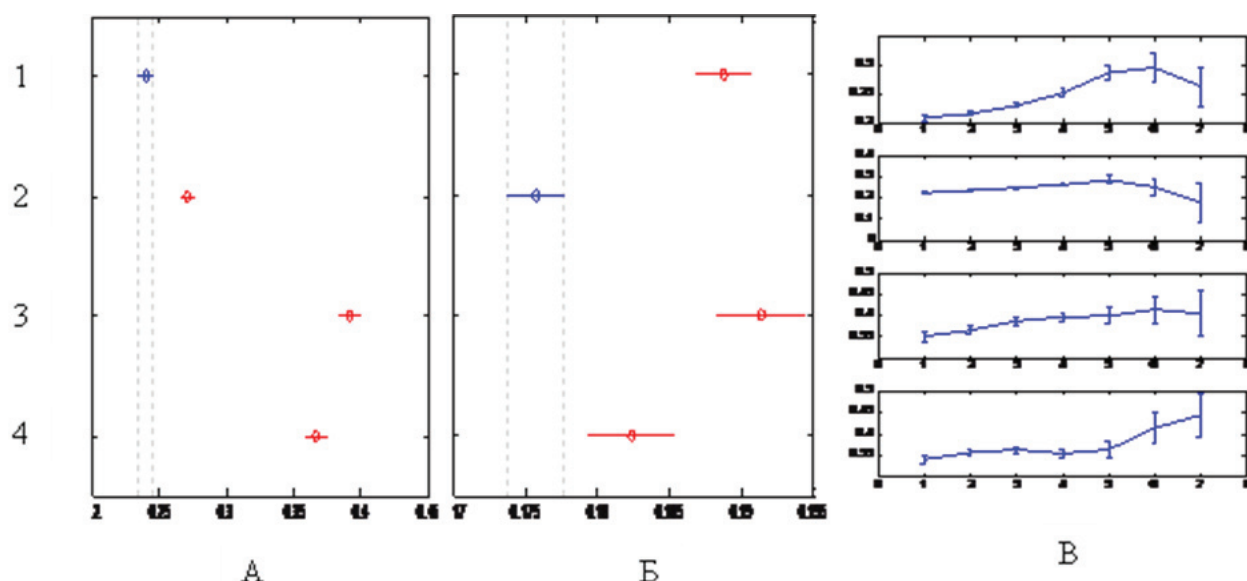


Рис. 1. Средние и доверительные интервалы ВР (А) и ДУ (Б) и зависимость ДУ от ВР (В) при выполнении простой и сложной сенсомоторных реакций. А – средние и доверительные интервалы ДУ, Б – средние и доверительные интервалы ВР, слева указаны номера тестов: 1 – ПСМР на звуковой стимул, 2 – ПСМР на зрительный стимул, 3 – ССМР (звук), 4 – ССМР (свет). На рисунке В по оси абсцисс – интервалы ДУ в секундах: 1 – 0,5–0,15; 2 – 0,1–0,2; 3 – 0,15–0,25; 4 – 0,2–0,3; 5 – 0,25–0,35; 6 – 0,3–0,4; 7 – 0,35–0,45. По оси ординат – время реакции, с

Сравнение динамики выраженности ССП, ВР в зависимости от ДУ показало, что в условиях слуховой простой СМР (рис. 2 А) увеличение ДУ приводило к достоверному и монотонному снижению амплитуды основных сенсорных компонентов ССП, начиная с ДУ 250–350 мс, и исчезновению компонента РЗ, начиная с ДУ 200–300 мс.

Рост ДУ до 250–350 мс был связан с увеличением ВР от 220 до 280 мс, а дальнейший рост ДУ – с последующим его снижением. Для времени отжатия (ВО) наблюдался монотонный рост при увеличении ДУ. Для зрительной простой СМР (рис. 2 Б) наблюдались сходные изменения. Однако для ВО кривая имела две фазы (увеличения и убывания), как и для ВР, с точкой максимума в период изменения ДУ в диапазоне 250–350 мс.

В условиях слуховой и зрительной сложных СМР также наблюдались (рис. 3 А, Б) сходные изменения исследуемых параметров в зависимости от ДУ. Они характеризовались как ослаблением компонентов сенсорного ССП и исчезновением РЗ, так и монотонным увеличением ВР и ВО.

Как видно из приведенных данных (рис. 2 и 3) при увеличении ДУ начинал формироваться моторный ответ на момент отжатия, что более четко наблюдалось при произвольных нажатиях

(рис. 4) как при регистрации моторных ССП на нажатие, так и на отжатие кнопки. Оба ССП имели сходные изопотенциальные карты для соответствующих компонентов.

Для оценки механизмов взаимоотношения ВР и ДУ в период между моментами нажатия и отжатия кнопки использовалась дополнительная стимуляция, которая формировалась из стимулов различной модальности и изменяющимся интервалом между пусковым и дополнительным стимулом в условия ПСМР. Из рисунка 5 видно, что ВР зависело от сочетания модальности пускового и дополнительного стимулов.

При использовании слухового пускового стимула дополнительное раздражение приводило к росту ВР, которое достоверно увеличивалось по сравнению с ВР при обычной (без дополнительной стимуляции) ПСМР. При этом максимальное увеличение возникало при использовании в качестве дополнительного стимула зрительного раздражения (сочетание звук–свет). Если в качестве пускового стимула применялось зрительное раздражение, то дополнительная стимуляция приводила, наоборот, к уменьшению ВР по сравнению с ВР при обычной ПСМР. Особенно это изменение было значительно при использовании в качестве дополнительного раздражения зрительной стимуляции (сочетание свет–свет).

Рис. 2. Зависимость конфигурации сенсорного ССП от длительности удержания кнопки датчика при простой аудио- (А) и зрительно-моторной реакции (Б) в отведении Fz. По оси абсцисс – время, с, по оси ординат – амплитуда, мкВ. Вертикальный пунктир – момент предъявления стимула, серым цветом заштрихована длительность нажатия кнопки. Числа слева – интервалы длительности нажатия в секундах. Начало нажатия определялось как среднее значение ВР.

Конфигурация и динамика изопотенциальных карт суммарных сенсорных ССП на звуковые (В) и зрительные стимулы (Г) при выполнении простой СМР. Вертикальный пунктир – момент предъявления стимула. Черный цвет – позитивность, белый – негативность

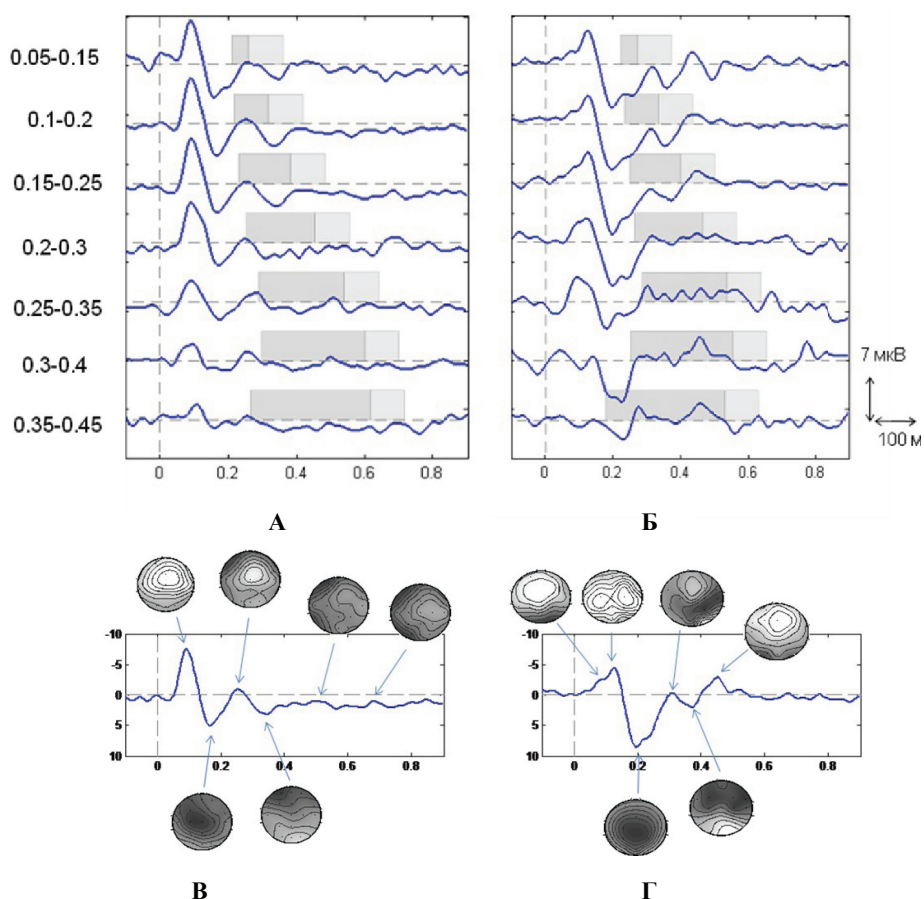
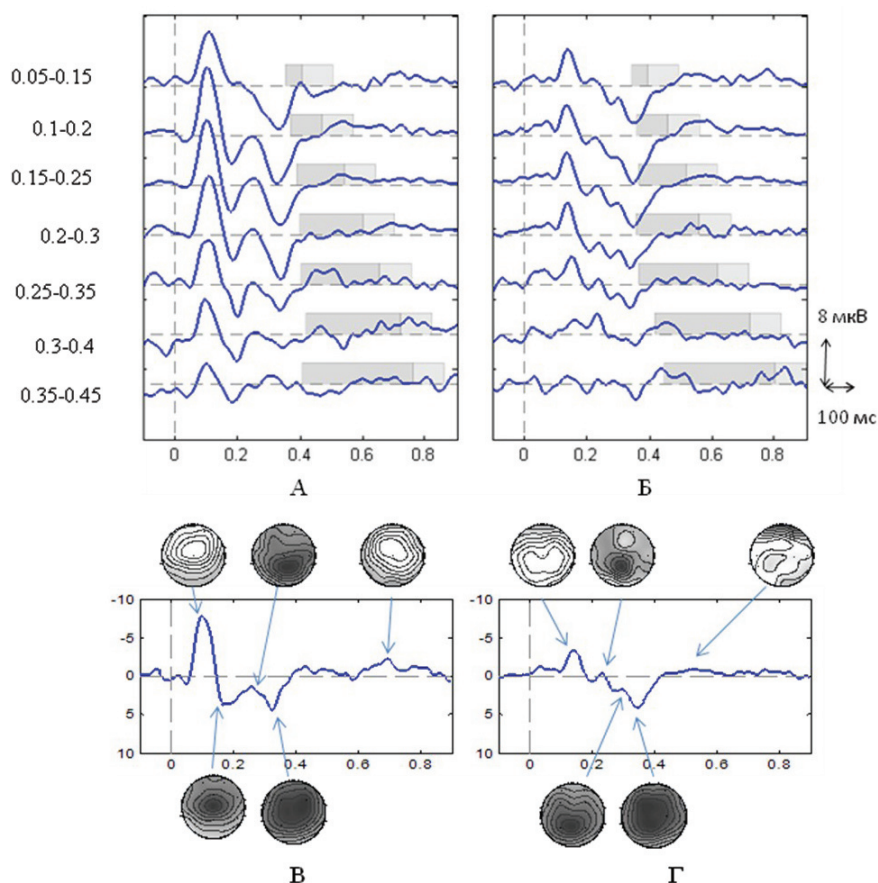
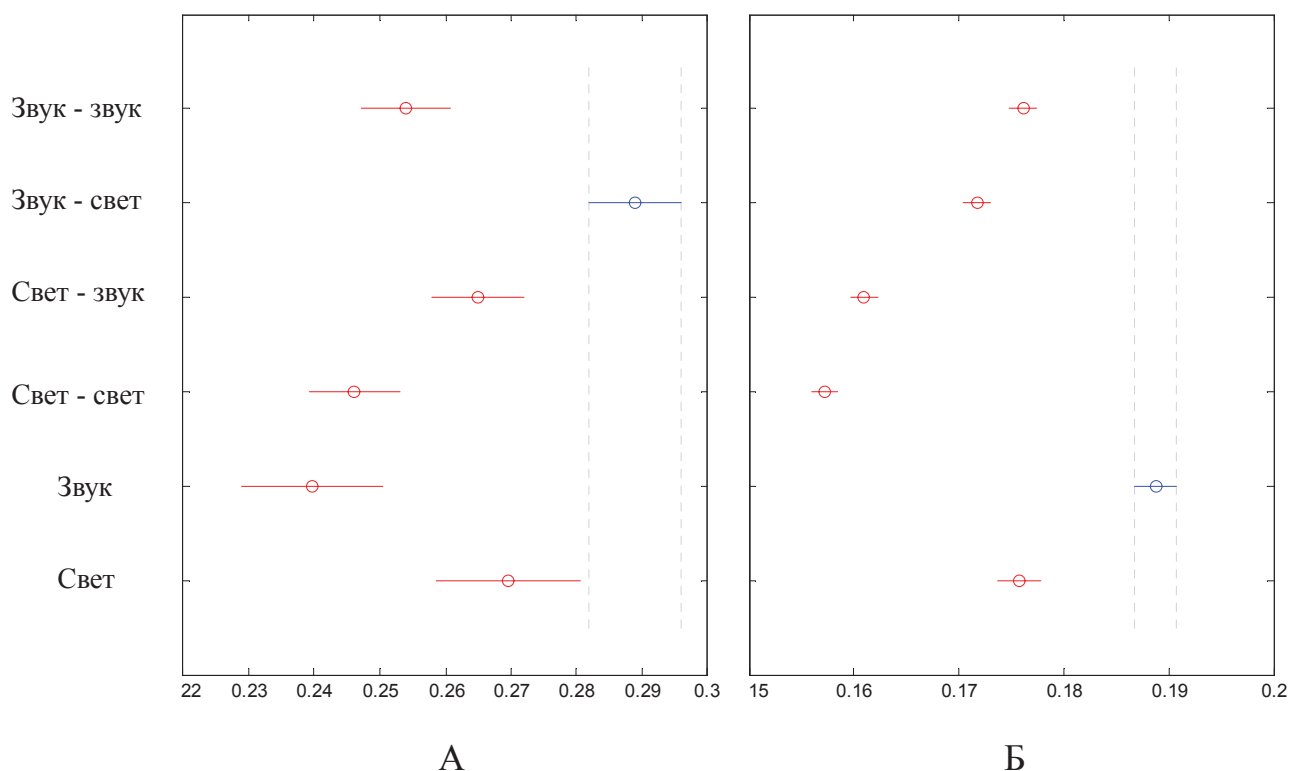
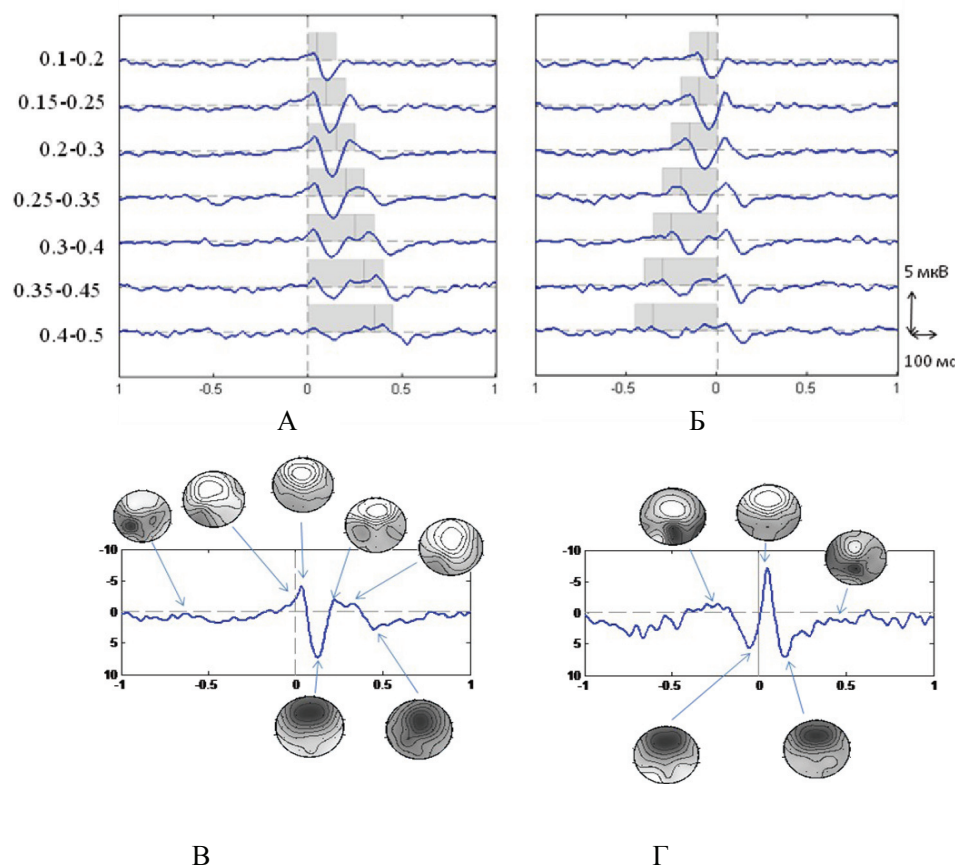


Рис. 3. Зависимость конфигурации сенсорного ССП от длительности удержания кнопки датчика при сложной СМР на звуковой (А) и зрительный (Б) стимулы в отведении Fz. По оси абсцисс – время, с, по оси ординат – амплитуда, мкВ. Вертикальный пунктир – момент предъявления стимула, серым цветом заштрихована длительность нажатия кнопки. Числа слева – интервалы длительности нажатия в секундах. Начало нажатия определялось как среднее значение ВР.

Конфигурация и динамика изопотенциальных карт суммарных сенсорных ССП на звуковые (В) и зрительные стимулы (Г) при выполнении сложной СМР. Вертикальный пунктир – момент предъявления стимула. Черный цвет – позитивность, белый – негативность





Можно выделить три группы значений ВР. Максимальное ВР было при сочетании звук–свет, минимальное – при сочетании свет–свет и в условиях обычной простой аудиомоторной реакции. Остальные сочетания (звук–звук, свет–звук, обычная простая зрительно-моторная реакция) имели промежуточное значение. Зависимости ВР от интервала между пусковым и дополнительным стимулом не наблюдалось.

Введение в тестовую процедуру дополнительной стимуляции имело общую тенденцию к уменьшению ДУ кнопки по сравнению с таковой без дополнительной стимуляции, как на зрительный, так и на слуховой стимулы (рис. 5 Б). Однако наибольшая ДУ в условиях дополнительной стимуляции была достоверно выше, когда в качестве пускового стимула выступал слуховой стимул, а наименьшую – при пусковом зрительном, особенно при сочетании его с до-

полнительным зрительным раздражением. Зависимости ДУ от интервала между пусковым и дополнительным стимулом не было выявлено.

Динамика конфигураций ССП на пусковые стимулы и дополнительные стимулы не зависела от интервала между ними (диапазон 190–340 мс) и была чувствительна к их модальности и локализации отводящего электрода.

Максимальный компонент N1 на слуховой пусковой стимул регистрировался (рис. 6) в отведении Fz, а на зрительный – в Oz. На дополнительный стимул выраженность компонента N1 также зависела от модальности предшествующего пускового раздражения. В ситуациях (звук–звук) и (свет–свет), когда пусковой и дополнительный стимул были одной модальности, N1 на дополнительный стимул был слабее выражен во всем диапазоне (190–340 мс). В случае разномодальных сочетаний наблюдались

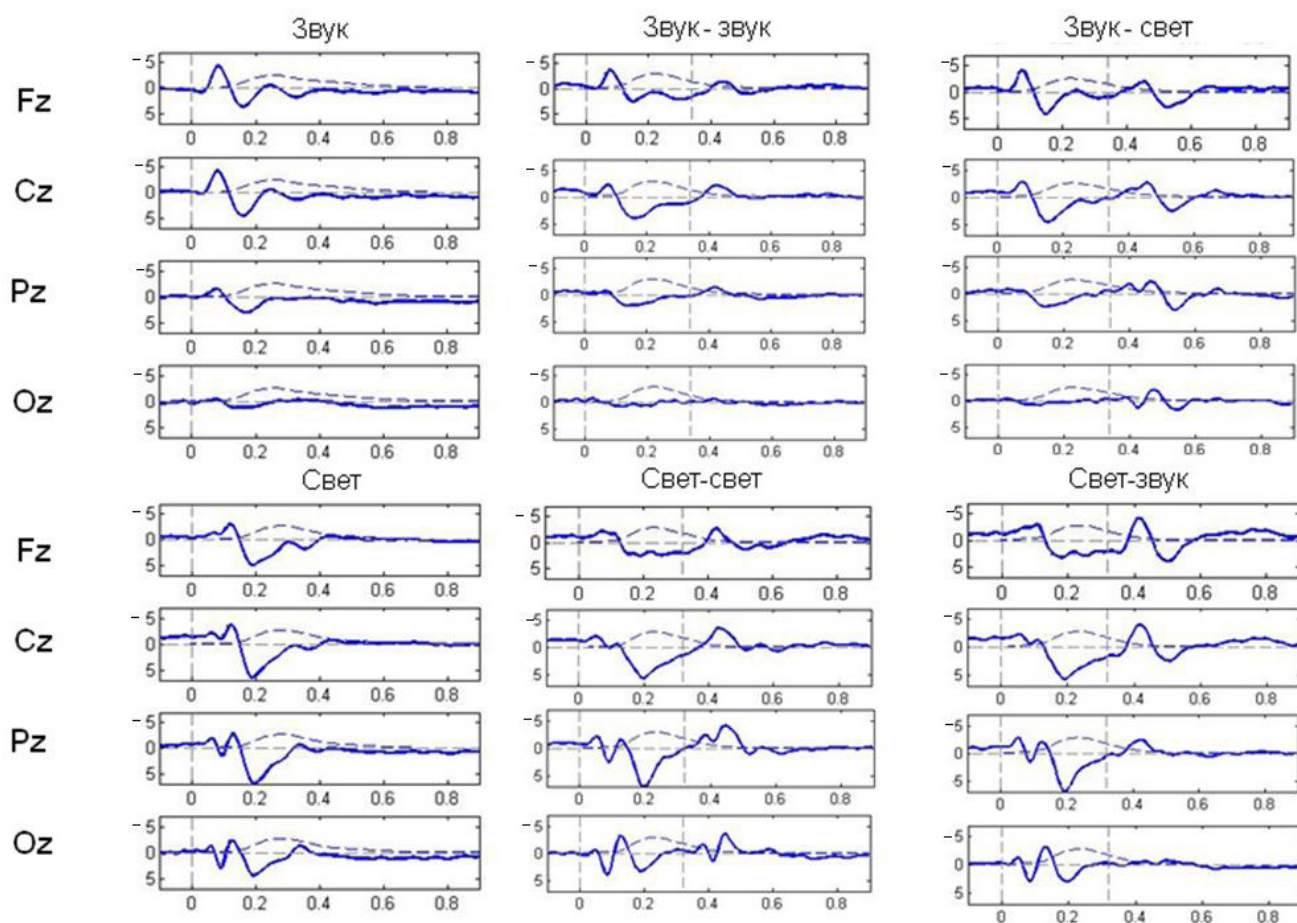


Рис. 6. Конфигурация ССП при выполнении ПСМР на одиночные и парные стимулы. По оси абсцисс – время, мс, по оси ординат – амплитуда, мкВ. Слева указаны отведения, сверху – модальность стимулов. Вертикальная линия – момент подачи стимула

различные принципы взаимодействия. При сочетании звук–свет наблюдалось подавление (как при мономодальных сочетаниях) компонентов ССП, возникающих на зрительный дополнительный стимул. При сочетании свет–звук ССП на дополнительный звуковой стимул не уменьшался или был немного больше, чем ССП в условиях обычной простой аудиомоторной реакции. ССП на пусковой стимул в условиях сочетания пусковых и дополнительных стимулов были слабее выражены, чем в условиях обычной ПССР, что особенно характерно для слуховых ССП.

Таким образом, имеется обратная связь между выраженностью сенсорных процессов (по параметрам ССП) и ДУ, а также прямая – между ВР и ДУ. Усложнение тестовой процедуры (от ПСМР к ССМР) приводит (а) к увеличению ДУ, при этом она всегда короче для зрительной стимуляции и (б) к увеличению ВР, при этом диапазон изменений ВР достоверно меньше для зрительной стимуляции, который, в свою очередь, включен в диапазон изменений при слуховой. Увеличение ДУ связано с постепенным появлением моторного ССП на момент отжатия кнопки. Введение дополнительной стимуляции в период удержания клавиши (а) практически не влияет на ВР, за исключением случаев предъявления дополнительного зрительного сигнала, после пускового слухового воздействия, что приводит к его достоверному увеличению; (б) приводит к уменьшению ДУ, что особенно выражено при сочетании зрительных (пускового и дополнительного) стимулов. Дополнительная стимуляция влияет на компонентный состав сенсорного ССП на пусковой стимул в зависимости от их циклов восстановления и характера межмодального взаимодействия.

Обсуждение

Анализ экспериментальных результатов показал, что ПСМР и ССМР представляют собой сложные процессы, включающие в себя периоды ожидания и восприятия пускового стимула, принятия решения, подготовки и реализации двигательной реакции (нажатие, удержание и отжатие), которые взаимодействуют между собой.

Так, увеличение ДУ связано с монотонным ростом ВР, а также уменьшением сенсорного пускового ССП и упрощением его компонентного состава на стимулы обеих модальностей. Ра-

нее проведенные исследования [3] показали, что увеличение ВР влияет на компонентный состав ССП, но не уменьшает амплитуды компонента N1. Исходя из этого можно предположить, что ВР в большей степени связано с процессом принятия решения, а ДУ – с эффективностью восприятия пускового стимула.

Постепенное появление моторного ССП, сопровождающего момент отжатия кнопки, при увеличении ДУ в условиях произвольного нажатия свидетельствует о том, что момент отжатия при увеличении ДУ превращается в самостоятельное событие, притягивающее к себе часть ресурсов внимания, которые при коротких ДУ в основном использовались для контроля событий, развивающихся в период подготовки, нажатия и отжатия кнопки.

Проверка данного предположения была связана с введением дополнительного нецелевого стимула зрительной или слуховой модальности, момент предъявления которого варьировал в интервале 190–340 мс и воздействовал на этап подготовки и реализации двигательного ответа, возникающего на пусковой стимул. Используемые дополнительные воздействия могли влиять либо по типу циклов восстановления компонентов, либо как элемент конкуренции за ресурсы внимания при восприятии моно- или разномодальных стимулов.

Полученные результаты показали, что ССП на дополнительный стимул практически не зависели от интервала между ним и пусковым раздражением. Вероятно, в данном диапазоне отсутствует механизм «рефрактерности», а амплитуда ССП на дополнительный стимул определяется в основном конкуренцией за ресурсы внимания, которые связаны с пассивным восприятием дополнительного стимула, с одной стороны, и реализацией двигательного компонента – с другой. При этом небольшое снижение ССП на пусковые стимулы при предъявлении дополнительных раздражений по сравнению с обычными ПСМР свидетельствует о том, что данная конкуренция за ресурсы внимания отнимает часть из них от восприятия пускового стимула. Данное предположение подтверждается тем, что ВР на пусковой стимул и ДУ также практически не зависели от момента подачи дополнительного стимула.

Анализ взаимодействия модальностей пускового и дополнительного стимулов показал, что он является более существенным для распределения сенсорных и моторных ресурсов внимания. В предыдущих исследованиях [1] было

показано, что при чередовании разномодальных стимулов наблюдается межмодальное взаимодействие, которое усиливается при уменьшении интервала между стимулами и становится максимальным при их комплексировании (совпадение моментов их предъявления). При этом было показано, что слуховой стимул в большей степени активизирует механизмы непроизвольного внимания, а зрительный – произвольного, что и определяет механизм конкуренции между ними за ресурсы внимания. Взаимодействие мономодальных стимулов больше связано с механизмами «рефрактерности».

В настоящем исследовании наблюдалось ухудшение реагирования (увеличение ВР) на слуховой пусковой стимул при сочетании с дополнительными стимулами, что особенно сильно проявлялось в условиях присоединения дополнительного зрительного раздражения. Вероятно, ухудшение реагирования было связано с уменьшением ресурсов внимания, которые требовались для восприятия и принятия решения при введении дополнительного стимула. При этом дополнительный слуховой стимул оттягивал от пускового стимула ресурсы непроизвольного внимания, а зрительный – произвольного, что и ухудшало реагирование на слуховой пусковой стимул. Предполагаемые конкурентные отношения восприятия пускового и дополнительного стимулов также подтверждаются уменьшением выраженности ССП на данные раздражения по сравнению с ССП, регистрируемые при реализации обычной ПСМР.

При зрительном пусковом стимуле добавление дополнительного стимула, наоборот, приводило к улучшению (укорочение ВР) реагирования и уменьшению ДУ, что особенно было эффективным при дополнительном зрительном раздражении. Следовательно, пусковой зрительный стимул концентрирует все ресурсы внимания, а дополнительное зрительное воздействие усиливает его доминирование. Этот вывод подтверждается тем, что ССП на пусковой зрительный стимул, как в условиях сочетания с дополнительным стимулом, так и при обычной ПСМР, не изменялся.

Интересно отметить, что ССП на дополнительный зрительный стимул снижался одинаково как при сочетании звук–свет, так и при сочетании свет–свет. В то время как слуховой ССП на звуковой дополнительный стимул подавлялся звуковым пусковым стимулом и не изменялся при действии зрительного пускового стимула.

Следовательно, зрительный анализатор является доминирующим и притягивает основные ресурсы внимания.

Полученные результаты позволяют сформулировать следующее предположение, что традиционная ПСМР представляет собой сложный многостадийный процесс, в котором ВР отражает эффективность принятия решения, а ДУ – скорость его реализации. При выполнении двигательного акта либо основные ресурсы внимания приходится на начало движения (при коротких ДУ), либо часть ресурсов внимания резервируется на этапе окончания движения (при длительных ДУ). Конкуренция за ресурсы внимания между процессами нажатия и отжатия связана (а) с их относительной самостоятельностью (нажатие варьирует в зависимости от длительности принятия решения и подготовки движения, отжатие – от цикла обратной проприоцептивной связи); и (б) возможностью изменения статуса события, связанного с отжатием, что определяет интервалом удержания кнопки.

В параллельно-конвергентной модели [12] предполагается, что реализация СМР на зрительные и слуховые пусковые стимулы связана с взаимодействием трех основных последовательных процессов: (а) принятие решения в ответ на пусковой стимул, которые обеспечивают активацией соответствующих анализаторных и ассоциативных структур; (б) выбор движения и его тайминг, которые осуществляются дополнительной моторной областью и задней долей мозжечка, соответственно; (в) реализация движения, распределение ресурсов внимания при котором обеспечивает премоторная область, а осуществляет ее дополнительная и первичная моторные области.

Таким образом, дополнительным элементом в распределении ресурсов внимания между сенсорными (пусковой стимул) и моторными процессами (начало движения), является появление при больших ДУ дополнительного события – окончания движения, не фиксированного в инструкции и являющегося случайным событием, которое при длительном повторении в серии пусковых стимулов влияет на эффективность их восприятия и ВР.

Литература

1. Айдаркин Е.К. Исследование особенностей взаимодействия зрительной и слуховой систем в усло-

виях сенсомоторной интеграции. Валеология. 2006. № 3. С. 82–90.

2. Айдаркин Е.К. Исследование нейрофизиологических механизмов взаимодействия произвольного и непроизвольного внимания в условиях сенсомоторной интеграции. Валеология. 2007. № 3. С. 85–102.

3. Айдаркин Е.К., Айдаркина Е.С. Соотношение сенсорных и моторных компонентов связанных с событием потенциалов и их роль в организации механизмов произвольного внимания в условиях сенсомоторной интеграции // Валеология. 2007. № 2. С. 70–82.

4. Айдаркин Е.К., Курнач Е.С. Нейрофизиологические механизмы формирования сенсомоторного стереотипа при сложной операторской деятельности // Валеология. 2011. № 3. С. 98–110.

5. Di Russo F., Martínez A., Hillyard S. Source Analysis of Event-related Cortical Activity during Visuo-spatial Attention Cereb. Cortex. 2003. Vol. 13(5). P. 486–499.

6. Escera C., Alho K., Winkler I., Näätänen R. Neural Mechanisms of Involuntary Attention to Acoustic Novelty and Change // Journal of Cognitive Neuroscience. 1998. Vol. 10, № 5. P. 590–604.

7. Lau H., Rogers R., Haggard P., Passingham R. // Science. 2004. Vol. 303 (5661). P. 1208–1210.

8. Leuthold H., Jentzsch I. Distinguishing neural sources of movement preparation and execution: An

electrophysiological analysis // Biological Psychology. 2002. Vol. 60. P. 173–198.

9. Leuthold H., Sommer W., Ulrich R. Preparing for action: Inferences from CNV and LRP // Journal of Psychophysiology. 2004. Vol. 18. P. 77–88.

10. Luck S.J. [et al.] Attention-related modulation of sensory-evoked brain activity in a visual search task // J. Cogn. Neurosci. 1993. Vol. 5. P. 188–195.

11. O'Connell R. [et al.] Two Types of Action Error: Electrophysiological Evidence for Separable Inhibitory and Sustained Attention Neural Mechanisms Producing Error on Go/No-go Tasks. Journal of Cognitive Neuroscience. 2009. Vol. 21, № 1. P. 93–104.

12. Sakai K. [et al.] What and When: Parallel and Convergent Processing in Motor Control // The Journal of Neuroscience. 2000. Vol. 20(7). P. 2691–2700.

13. Shibasaki H., Hallett M. What is the Bereitschaftspotential? // Clinical Neurophysiology. 2006. Vol. 117. P. 2341–2356.

14. Toni I., Thoenissen D., Zilles K. Movement Preparation and Motor Intention, NeuroImage. Vol. 14, Issue 1, July 2001. Pages S110–S117.

Кафедра физиологии человека и животных
Южного федерального университета;
Научно-исследовательский институт
нейрокибернетики им. А.Б. Когана Южного
федерального университета

УДК 618.2+611· 65/67+612· 62–014.4

**В.В. БАРИНОВА, Е.Б. ГУДЗЬ, Т.Л. БОТАШЕВА, А.В. ЧЕРНОСИТОВ, В.В. АВРУЦКАЯ,
Ж.А. ЭЛЬДЖЕРУКАЕВА, В.С. ГИМБУТ**

ХРОНОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И СТЕРЕОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОДСИСТЕМ ПЛОДА ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕРЕМЕННОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА

Исследованы особенности сердечно-сосудистой системы и почечного кровотока у плодов мужского и женского пола в динамике физиологической беременности. Выявлена взаимосвязь кровотока в маточно-плацентарно-плодовом комплексе с контрактальной активностью правых и левых отделов матки в зависимости от пола плода: инициация контрактальной активности правых отделов матки чаще регистрируется у беременных, вынашивающих плоды мужского пола. По характеру паттернов кратковременной variability на кардиотохограмме установлено более раннее созревание и меньшая устойчивость кардиореспираторной системы к внутриутробной гипоксии у плодов мужского пола. У мальчиков также выявлена более выраженная асимметрия кровотока в правой и левой почечной артериях.

Ключевые слова: физиологическая беременность, наружная кардиотокография, механогистерография, ультразвуковое исследование, биоритмы средней периодичности, эхокардиография, морфофункциональные асимметрии репродуктивной системы беременных, половой диморфизм.