

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

DOI: 10.46742/2072-8840-2025-81-1-7-22

УДК 612.821

ВЛИЯНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЕНТНОСТИ ЦЕЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРОЦЕССЫ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ У ДЕТЕЙ 7-8 ЛЕТ: АНАЛИЗ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ ПОТЕНЦИАЛОВ

Мачинская Р.И., Талалай И.В., Корнеев А.А.

ФГБНУ «Институт развития, здоровья и адаптации ребенка»

E-mail: regina_home@inbox.ru

АННОТАЦИЯ. С целью анализа влияния процессов эмоциональной регуляции на функционирование мозговых систем произвольного контроля в младшем школьном возрасте проведено исследование связанных с событием потенциалов (ССП) при выполнении детьми 7-8 лет ($n = 16$; 10 девочек, 6 мальчиков; средний возраст 7.90 ± 0.4) модифицированного когнитивного теста «Dots», направленного на оценку способности торможения выработанного действия и переключения с одного действия на другое. В качестве целевых стимулов в тесте использовались лицевые паттерны с нейтральной, позитивной и негативной эмоциональной валентностью. Анализ СПП выявил более выраженную реактивность фронтальных и теменных зон коры в ответ на стимулы с позитивной эмоциональной валентностью по сравнению с ответом на стимулы с негативной эмоциональной валентностью, что свидетельствует в пользу влияния процессов эмоционально-мотивационной регуляции на мозговые механизмы когнитивного контроля у детей 7-8 лет.

Ключевые слова: эмоциональная регуляция, управляющие функции, когнитивная деятельность, дети 7-8 лет, ЭЭГ, связанные с событием потенциалы мозга.

Machinskaya R.I., Talalay I.V., Korneev A.A.

The influence of emotional valence of target information on cognitive control in children aged 7-8 years: an event related potentials analysis

ABSTRACT. The aim of the study was to investigate the influence of emotional regulation on the brain systems of voluntary control in primary school children. Participants were 16 children (10 female) aged 7.90 ± 0.4 years. They performed a modified version of the Dots task, which is used to assess the ability to switch between actions and to inhibit habitual reactions. Facial patterns with neutral, positive and negative emotional valence were used as target stimuli in the test. The analysis of ERPs showed that the reactivity of the frontal and parietal cortical areas in response to the stimuli with a positive emotional valence was more

pronounced than the reactivity of these areas to the stimuli with a negative emotional valence. This suggests the influence of emotional-motivational regulation on the brain mechanisms of cognitive control in children aged 7-8 years.

Key words: *emotional regulation, executive functions, cognitive processes, children aged 7-8 years, EEG, event-related potentials.*

Возраст 7-8 лет является одним из критических периодов развития. В этом возрасте происходит активное созревание префронтальных и заднеассоциативных корковых зон [2], которые, в частности, обеспечивают произвольную регуляцию деятельности. Различные компоненты произвольной регуляции деятельности, которые лежат в основе способности к организации и контролю целенаправленного поведения в нейропсихологической и нейрокогнитивной литературе объединяются термином «управляющие функции» (executive functions) [7; 20]. Формирование управляющих функций (УФ) в дошкольном возрасте является важным условием, обеспечивающим успешное когнитивное развитие и социальное поведение ребенка. Хорошо известна роль когнитивного контроля [12] и рабочей памяти [4; 13] – важнейших составляющих УФ – в успешном усвоении школьных знаний и прогнозе успеваемости в средних и даже старших классах общеобразовательной школы.

В этом же возрастном периоде происходит смена социальной обстановки, меняется характер взаимодействия ребенка со взрослыми и сверстниками, что повышает требования к процессам эмоционально-мотивационной регуляции социального поведения, в основе которых лежит понимание эмоционального состояния и намерений другого человека. Исследования показывают, что способность к эмоциональной регуляции является наряду с формированием УФ важным компонентом готовности к школьному обучению [3; 15].

Понимание эмоций и ментального состояния другого человека активно развивается у детей в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте [9; 11; 24]. Согласно модели, предложенной Н. Криком и К. Доджем (social information processing (SIP) model, [10]), процесс обработки социальной информации у детей проходит 6 этапов: (1) на этапе кодирования дети воспринимают и кодируют всю релевантную, в том числе эмоциональную информацию, касающуюся ситуации, и создают её внутреннюю репрезентацию; (2) на этапе интерпретации определяются состояние участников ситуации; затем следуют этапы, связанные с реакцией – это (3) уточнение цели, (4) внутренней генерации вариан-

тов ответа, (5) предварительной внутренней оценки адекватности и эффективности этих ответов и, наконец, (6) внешней реализации выбранного ответа. Таким образом, адекватное восприятие и интерпретация эмоциональных компонентов социальной ситуации является базовым компонентом регуляции социального поведения в целом.

Учитывая роль УФ и эмоционально-мотивационных составляющих регуляции деятельности в дошкольном и младшем школьном возрасте для успешной учебной и социальной адаптации детей, а также противоречивые данные о взаимосвязи развития этих регуляторных функций в процессе онтогенеза [5], представлялось актуальным междисциплинарное исследование возможного влияния эмоциональной окраски релевантной информации на эффективность и мозговое обеспечение решения когнитивных задач у детей 7-8 лет. С этой целью была разработана экспериментальная модель для оценки влияния эмоциональной валентности целевой информации на процессы когнитивного контроля у детей 7-8 лет. Предложенная экспериментальная модель является модификацией известного теста «Точки» (“Dots”), выполнение которого зависит от способности ребенка к подавлению выработанных действий (когнитивному контролю) и переключению с одного действия на другое [12]. В настоящей работе представлены результаты электроэнцефалографической части исследования, в котором анализировались ответные реакции различных корковых зон (связанные с событием потенциалы, ССП) на предъявление целевых социально-значимых стимулов – лицевых паттернов с позитивной, негативной и нейтральной эмоциональной окраской. Мы предположили, что активность мозговых систем когнитивного контроля будет различаться в зависимости от эмоциональной окраски информации, важной для выполнения когнитивной задачи.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выборка

В исследовании приняли участие 16 детей (10 девочек, 6 мальчиков, средний возраст 7.90 ± 0.4). Все участники исследования не имели диагностированных неврологических и психических нарушений в развитии. Исследование осуществлялось на основе письменного информированного согласия родителей ребенка и его добровольного участия, и было одобрено этическим комитетом ФГБНУ «Институт развития, здоровья и адаптации ребенка».

Экспериментальная парадигма

Использовалась модифицированная методика «Точки» (The Dots), которая в исходной версии предназначена для оценки когнитивного контроля (способности к торможению привычного действия и переключения на другое действие) у детей и взрослых [12]. В разработанной нами версии [1] в качестве целевых стимулов использовались изображения женских и мужских лиц разного возраста с различной эмоциональной экспрессией, предъявляющиеся на мониторе компьютера то слева, то справа от центра экрана, где изображен фиксационный крест. Задача ребенка – нажимать на кнопку ответного устройства-джойстика с той же стороны в случае, если предъявлено мужское лицо и с противоположенной – если предъявлено женское.



Рис. 1. Примеры стимульных изображений лиц с различной эмоциональной валентностью (нейтральной, позитивной и негативной)

Во всех трех сериях (см. ниже) кроме половой принадлежности лицевых паттернов варьировалась их эмоциональная валентность – они были либо эмоционально нейтральными, либо выражающими позитивные (счастье, радость) или негативные (злость, отвращение, грусть) эмоции. В качестве стимульного материала использовались фотографии из базы “EU-emotion stimulus set” [21]. Примеры лиц с различными эмоциональными выражениями приведены на рис. 1.

Процедура исследования

Эксперимент строился по блочному дизайну. В первой серии (блоке) использовались только мужские лица, каждое с нейтральными, позитивными и негативными эмоциональными экспрессиями, каждый вариант эмоциональной экспрессии предъявлялся по 48 раз слева и справа, итого 144 предъявления. Во второй серии предъявлялись только женские лица

по такой же схеме, также 144 предъявления. В третьей серии предъявлялись и мужские, и женские лица, по 48 стимулов мужского и женского пола с разными эмоциональными выражениями, итого 288 предъявлений. Отличие третьей серии от двух предыдущих состояло в том, что в ней ребенок должен был переключаться между действиями, выработанными в предыдущих двух сериях.

Процедура предъявления в рамках одной пробы изображена на рисунке 2. В начале пробы на 0.5-1 сек в центре экрана предъявлялся фиксационный крест. Затем на 500 мс – целевой стимул. Перед началом серии ребенок получал устную инструкцию как можно быстрее реагировать на появление стимула в соответствии правилами (см. выше), нажав левой или правой рукой на кнопку джойстика. Если ответ не был получен в течение 3-х секунд после начала предъявления стимула, регистрировался пропуск ответа, и начиналась следующая проба.



Рис. 2. Временная структура пробы в методике «Точки»

Запись и анализ ЭЭГ

В настоящей работе анализировались связанные с событием потенциалы мозга (ССП), регистрируемые в ответ на целевые зрительные стимулы – лицевые паттерны различной эмоциональной валентности при выполнении когнитивной задачи, включающей торможение привычного действия и переключение с одного действия на другое.

Экспериментальная установка состояла из объединенных по протоколу ТСР/ІР двух компьютеров, один из которых использовался для предъявления экспериментальных задач, а другой был частью 128-канальной электроэнцефалографической системы EGI 300 (Electrical Geodesics, Inc.). Предъявление стимулов, регистрация моторных ответов испытуемого и запись ЭЭГ осуществлялись в автоматическом режиме. ЭЭГ регистрировалась с частотой оцифровки 250 Гц в частотной полосе 0.5–70 Гц от 128 электродов, расположенных на шлеме HydroCel GSN (HCGSN) с вертексным референтным электродом.

Первичная обработка ЭЭГ осуществлялась в программной среде «Brainstorm» (<https://neuroimage.usc.edu/brainstorm/>). После удаления сетевой наводки 50 Гц и последующей фильтрации в полосе частот 0.5 – 50 Гц индивидуальные записи ЭЭГ очищались от электроокулографических и электрокардиографических артефактов с помощью метода SSP (Signal-Space Projection). Другие артефакты выделялись на основе визуального анализа экспериментатором. Отрезки, содержащие артефакты, не входили в дальнейшую обработку.

После первичной обработки ЭЭГ из индивидуальных записей извлекались фрагменты, привязанные по времени к следующим экспериментальным событиям:

- (1) сессия «DOTS», 3 блок, изображение лица человека, испытывающего эмоцию с положительной валентностью;
- (2) сессия «DOTS», 3 блок, изображение лица человека, испытывающего эмоцию с негативной валентностью;
- (3) сессия «DOTS», 3 блок, изображение лица человека, испытывающего эмоцию с нейтральной валентностью.

Далее, для вычисления ССП извлекались фрагменты с латентностью 200 мс до предъявления и 600 мс после начала предъявления описанных выше стимулов. В качестве виртуального референтного сигнала для отобранных отрезков использовалась полусумма сигналов от сенсоров, расположенных над левым и правым мастоидами. Полученные безартефактные фрагменты ЭЭГ усреднялись для вычисления ССП в 128 отведениях многоканального шлема HCGSN, которые затем преобразовывались в 16 псевдоотведений, соответствующих 7 парам латерально-симметричных отведений (F3/4, F7/8, C3/4, P3/4, T3/4, T5/6, O1/O2) и двум сагиттальным отведениям (Fz, Pz) схемы 10-20%. Сигналы 16 псевдоотведений формировались следующим образом. На шлеме HCGSN были выбраны 16 электродов, соответствующих указанным 16 отведениям схемы 10-20, и для каждого такого электрода выбирались 4 или 5 его ближайших соседей (выбор 4 или 5 соседних каналов определялся соображениями симметрии и компактности — выбранные электроды должны были располагаться на равном расстоянии от центрального). Сигналы, полученные в каждой группе каналов, усреднялись. Таким образом, в результате описанной процедуры исходная 128-канальная ЭЭГ была заменена на 16 псевдоотведений схемы 10-20, сигналы которых характеризовали ЭЭГ 16 групп реальных отведений на шлеме HCGSN.

В настоящем исследовании представлен анализ ССП, зарегистрированных в третьей серии эксперимента, которая требовала вовлечения операции когнитивного контроля. Полученные данные анализировались с помощью дисперсионного анализа, выполненного по схеме с повторными измерениями (rmANOVA). Отдельно анализировались значения ССП для 7 пар симметрично расположенных латеральных псевдоотведений (F3/4, F7/8, C3/4, P3/4, T3/4, T5/6, O1/O2) и двух сагиттальных псевдоотведений (Fz, Pz). Переменными служили амплитуды компонентов ССП (в мкВ), регистрируемых в ответ на экспериментальные события, описанные выше. В работе представлены результаты анализа компонентов ССП с пятью латентностями, которые присутствовали на кривых ССП в большинстве экспериментальных условий и отведений (рис. 3): L1 (116 мс), L2 (204 мс), L3 (300 мс), L4 (348 мс), L5 (384 мс).

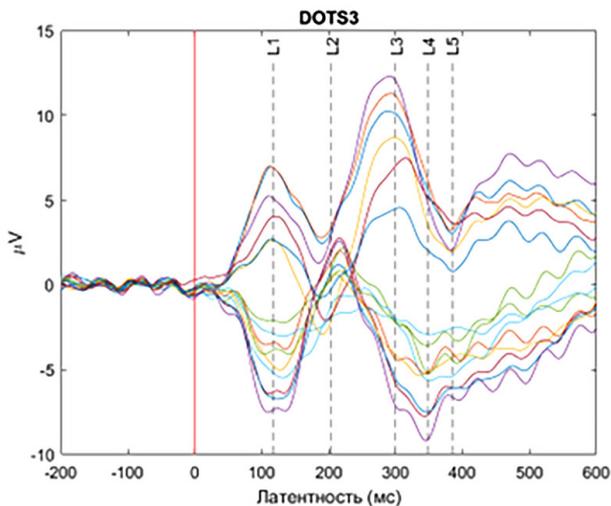


Рис. 3. Усредненный по испытуемым ССП в ответ на все стимулы в третьем блоке сессии DOTS. Потенциалы для 16 псевдоотведений наложены друг на друга, черные пунктирные линии отмечают латентности L1, L2, L3, L4, L5 соответственно. Вдоль оси абсцисс отложена латентность (в мс); вдоль оси ординат – амплитуда в мкВ

Для статистического анализа данных использовалась следующая схема внутри-индивидуального (within-subject) дисперсионного анализа с повторными измерениями: ВАЛЕНТНОСТЬ (нейтральная, позитивная, негативная) × ПОЛУШАРИЕ (левое, правое) × КАНАЛ (7 псевдоотведений) × ЛАТЕНТНОСТЬ (L1, L2, L3, L4, L5); для сагиттальных отведений использовалась аналогичная схема дисперсионного анализа

без фактора ПОЛУШАРИЕ и с фактором КАНАЛ (Pz, Fz). Результаты статистического анализа представлены с учетом поправки на множественные сравнения Бонферрони.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ССП в ответ на стимулы с негативной, положительной и нейтральной валентностью отдельно для каждого псевдоотведения представлены на рис. 4, 5 и 6.

DOTS3: нейтральная валентность vs. негативная валентность

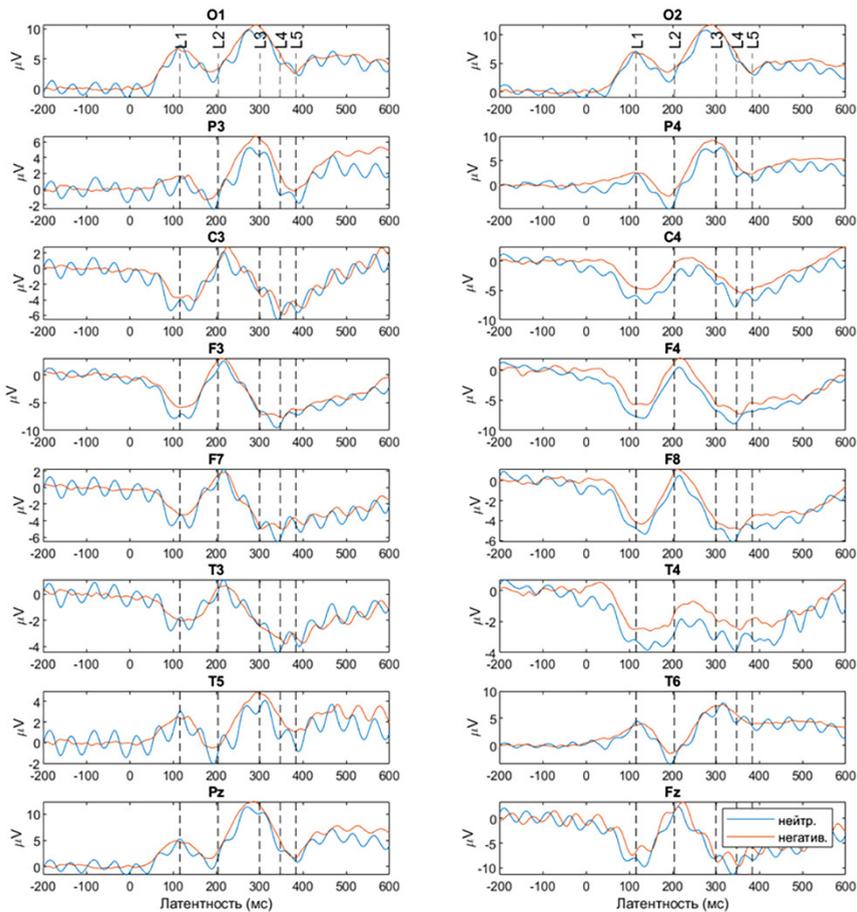


Рис. 4. ССП в ответ на стимулы с нейтральной валентностью (синий график) и ССП в ответ на стимулы с негативной валентностью (красный график) представлены в наложении отдельно для каждого отведения. Черные пунктирные линии отмечают латентности L1, L2, L3, L4, L5 соответственно. Вдоль оси абсцисс отложена латентность (в мс); вдоль оси ординат – амплитуда в мкВ

Для **сагиттальных псевдоотведений** дисперсионный анализ по схеме ВАЛЕНТНОСТЬ × КАНАЛ × ЛАТЕНТНОСТЬ продемонстрировал значимое взаимодействие факторов ВАЛЕНТНОСТЬ и ЛАТЕНТНОСТЬ: $F(6, 10) = 5.608, p = 0.009, \eta_p^2 = 0.771$. Дисперсионный анализ с единственным внутригрупповым фактором ВАЛЕНТНОСТЬ, проведенный отдельно для каждой латентности, показал значимый на уровне тенденции эффект фактора ВАЛЕНТНОСТЬ для латентности L3: $F(2, 14) = 3.245, p = 0.070, \eta_p^2 = 0.317$.

DOTS3: нейтральная валентность vs. позитивная валентность

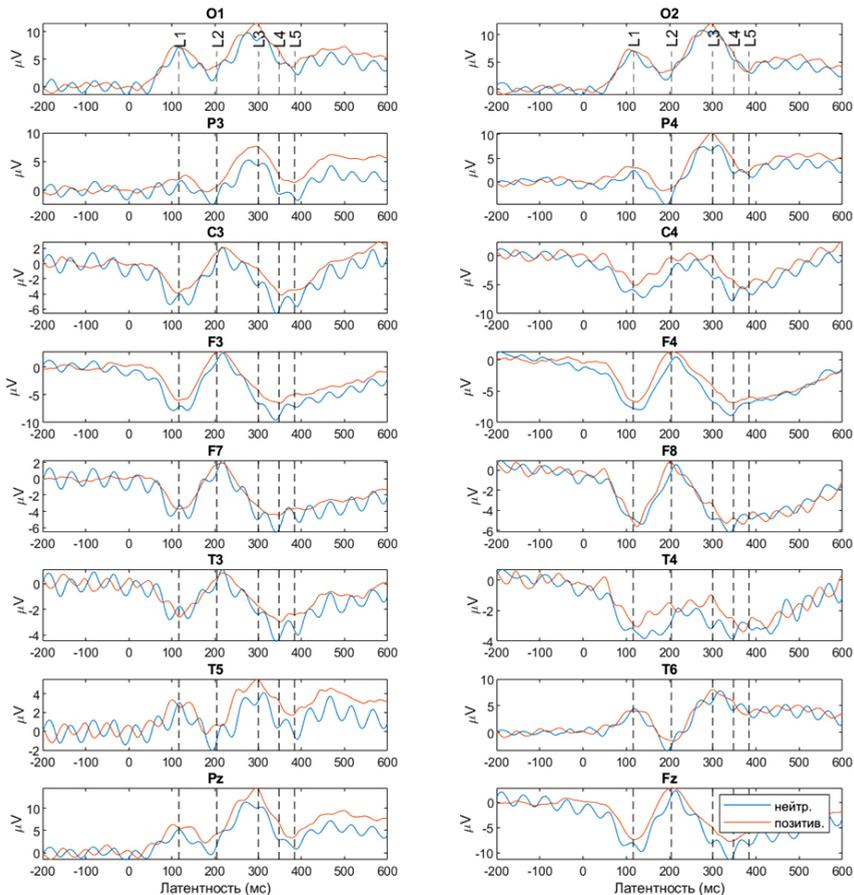


Рис. 5. ССП в ответ на стимулы с нейтральной валентностью (синий график) и ССП в ответ на стимулы с позитивной валентностью (красный график) представлены в наложении отдельно для каждого отведения. Черные пунктирные линии отмечают латентности L1, L2, L3, L4, L5 соответственно. Вдоль оси абсцисс отложена латентность (в мс); вдоль оси ординат – амплитуда в мкВ

Post hoc сравнения с учетом поправки Бонферрони показали, что амплитуда ССП с латентностью L3 на стимулы с позитивной валентностью ($M = 4.423$ мкВ) была значимо на уровне тенденции выше ($p = 0.063$), чем на стимулы с негативной валентностью ($M = 1.783$ мкВ). Для других парных сравнений по фактору ВАЛЕНТНОСТЬ значимых различий выявлено не было.

DOTS3: негативная валентность vs. позитивная валентность

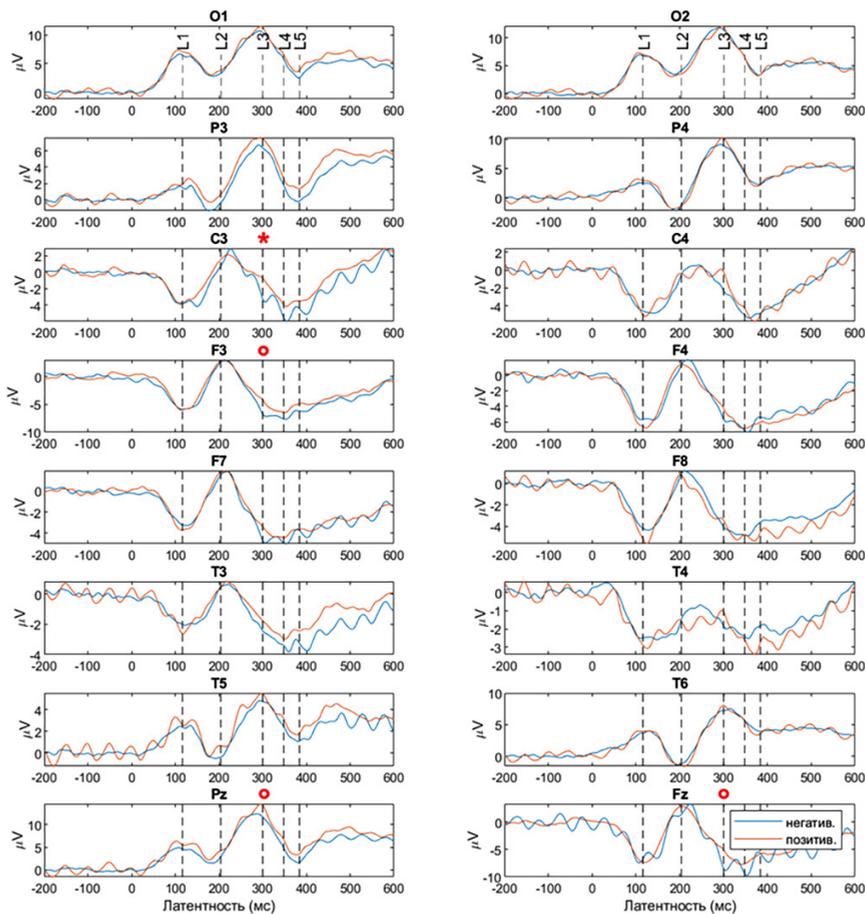


Рис. 6. ССП в ответ на стимулы с негативной валентностью (синий график) и ССП в ответ на стимулы с позитивной валентностью (красный график) представлены в наложении отдельно для каждого отведения. Черные пунктирные линии отмечают латентности L1, L2, L3, L4, L5 соответственно. Красными звездочками отмечены латентности, для которых был обнаружен значимый главный эффект фактора ВАЛЕНТНОСТЬ. Красными кружками отмечены латентности, для которых был обнаружен значимый на уровне тенденции эффект фактора ВАЛЕНТНОСТЬ при парных сравнениях. При оценке статистической значимости эффектов учитывалась поправка на множественные сравнения. Вдоль оси абсцисс отложена латентность (в мс); вдоль оси ординат – амплитуда в мкВ

Учитывая, что для сагиттальных отведений различия были обнаружены только между ССП на стимулы с позитивной и негативной эмоциональной валентностями, для **билатеральных отведений** использовался дисперсионный анализ по схеме ВАЛЕНТНОСТЬ с учетом этих двух уровней (позитивная, негативная) \times ПОЛУШАРИЕ (левое, правое) \times КАНАЛ (7 псевдоотведений) \times ЛАТЕНТНОСТЬ (L1, L2, L3, L4, L5). Анализ показал значимое на уровне тенденции взаимодействие факторов ВАЛЕНТНОСТЬ и ЛАТЕНТНОСТЬ: $F(3, 13) = 3.178$, $p = 0.060$, $\eta_p^2 = 0.423$. Дисперсионный анализ с единственным внутригрупповым фактором ВАЛЕНТНОСТЬ, проведенный отдельно для каждой латентности, показал значимый на уровне тенденции эффект фактора ВАЛЕНТНОСТЬ для латентности L3: $F(1, 15) = 4.170$, $p = 0.059$, $\eta_p^2 = 0.218$; амплитуда ССП на стимулы с позитивной валентностью была выше ($M = 2.412$ мкВ), чем на стимулы с негативной валентностью ($M = 1.353$ мкВ). Сопоставление амплитуды ССП с латентностью L3 на стимулы с позитивной vs. негативной валентностью в каждой паре билатеральных отведений продемонстрировало значимое различие между валентностями для пары C3/C4: $F(1, 15) = 4.697$, $p = 0.047$, $\eta_p^2 = 0.238$. Также значимое различие было обнаружено для псевдоотведения C3: $F(1, 15) = 5.514$, $p = 0.033$, $\eta_p^2 = 0.269$; амплитуда ССП с латентностью L3 на стимул с негативной валентностью ($M = -3.000$ мкВ) была меньше, чем на стимул с позитивной валентностью ($M = -0.799$ мкВ). Дисперсионный анализ позволил обнаружить значимое на уровне тенденции различие между валентностями для пары F3/F4: $F(1, 15) = 3.838$, $p = 0.069$, $\eta_p^2 = 0.204$. Также значимое на уровне тенденции различие было обнаружено для псевдоотведения F3: $F(1, 15) = 4.322$, $p = 0.055$, $\eta_p^2 = 0.224$; амплитуда ССП с латентностью L3 на стимулы с негативной валентностью ($M = -6.559$ мкВ) была меньше, чем на стимулы с позитивной валентностью ($M = -4.288$ мкВ).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ связанных с событием потенциалов мозга (ССП) у детей 7-8 лет при выполнении когнитивного теста выявил более высокую реактивность фронтальных и теменных зон коры при восприятии лицевых паттернов с позитивной валентностью по сравнению с восприятием лицевых паттернов с негативной валентностью. Об этом свидетельствует позитивный сдвиг ССП с латентностью около 300 мс. У современных исследователей нет единого мнения о специфической связи позитивных

составляющих ССП с латентностью около 300 мс (группа компонентов P300) с когнитивными функциями [18; 23]. Спектр факторов, которые влияют на характеристики этого компонента ССП, достаточно широк – от новизны или субъективной эмоциональной значимости стимула, увеличивающих общий уровень возбудимости коры (arousal) [14], до процессов принятия решений [22]. Во всех случаях можно говорить об отражении в характеристиках P300 аффективных, связанных с субъективной оценкой событий, составляющих когнитивных процессов. Вместе с тем данные об изменениях этого компонента ССП в зависимости от эмоциональной окраски стимулов, в том числе лицевых паттернов с различной эмоциональной экспрессией, довольно противоречивы. Некоторые исследования сообщают о росте амплитуды P300 для эмоциональных стимулов по сравнению с нейтральными [8; 19], в то время как другие сообщают о росте амплитуды P300 только для лицевых паттернов негативной [16] или, наоборот, позитивной [17] валентности по сравнению с нейтральными. Другие исследования не обнаруживают никаких изменений P300 для любых эмоциональных лицевых экспрессий [6].

Фронтальные и теменные зоны коры, для которых в нашем исследовании были обнаружены изменения компонентов ССП с латентностью около 300 мс, входят во фронтно-париетальную сеть избирательного произвольного внимания, а зависимость их активности от эмоциональной валентности стимулов свидетельствует о возможном влиянии знака эмоций на механизмы когнитивного контроля у детей 7-8 лет, что подтверждает правомерность нашей исходной гипотезы. Необходимо отметить, что большая реактивность фронтальных и париетальных корковых зон была выявлена при восприятии лицевых паттернов с положительной эмоциональной валентностью по сравнению с восприятием лицевых паттернов с негативной эмоциональной валентностью. Это наблюдение согласуется с результатами исследования поведенческих параметров распознавания эмоций детьми 7-8 лет, представленными в нашем предыдущем исследовании [1]. В этой работе показано, что дети 7-8 лет лучше распознают положительные эмоций (радость) других людей в ситуациях социального взаимодействия по сравнению с негативными эмоциями. Вместе с тем анализ поведенческих параметров выполнения когнитивной задачи «Точки» в настоящем исследовании, не обнаружил их значимой зависимости от эмоциональной валентности целевых стимулов. Это может быть связано со спецификой выбранной экспериментальной модели, которая оказалась довольно простой для детей 7-8 лет,

что сузило диапазон возможных изменений поведенческих параметров, связанных с эмоциональной составляющей деятельности. Отсутствие влияния эмоциональной окраски целевых стимулов на эффективность решения когнитивной задачи в тесте «Точки» затрудняет трактовку полученных в настоящем исследовании данных о росте компонентов Р300 ССП при положительной эмоциональной валентности целевых стимулов. Свидетельствуют ли выявленные изменения амплитуды ССП о большей активации механизмов когнитивного контроля в связи с увеличением трудности решения когнитивной задачи, если эмоции выступают дистрактором, или, напротив, эти изменения отражают активирующий «облегчающий» эффект положительного эмоционального состояния, индуцированного стимулом. Для ответа на этот вопрос необходимо проведение дополнительных междисциплинарных исследований. Одно из возможных направлений таких исследований – использование для оценки взаимодействия когнитивных и аффективных аспектов регуляции деятельности экспериментальной модели, требующей участия другого базового компонента управляющих функций – рабочей памяти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ связанных с событием потенциалов (ССП) у детей 7-8 лет при выполнении когнитивной задачи, включающей торможение привычных действий и переключение с одного действия на другое, выявил более выраженную активацию фронтальных и теменных зон коры в ответ на целевые стимулы (изображения лиц) с позитивной эмоциональной экспрессией по сравнению с реакцией на целевые стимулы с негативной эмоциональной экспрессией. На это указывают позитивные сдвиги компонентов ССП с латентностью около 300 мс в сагиттальных лобных и теменных отведениях, а также лобных и центральных отведениях левого полушария. Полученные данные свидетельствуют в пользу предположения о влиянии процессов эмоционально-мотивационной регуляции на мозговые механизмы когнитивного контроля у детей 7-8 лет. Определение характера подобных влияний, их связи со знаком эмоций, социальным контекстом и типом когнитивной деятельности требует проведения дополнительных междисциплинарных исследований.

Информация о финансовой поддержке. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнеев А.А., Захарова М.Н., Хакимова Д.М., Мачинская Р.И. Восприятие социально-значимой информации и его связь с формированием управляющих функций у детей 6-8 лет//Психологические исследования. – 2025 (в печати)
2. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А., Шумейко Н.С., Черных Н.А. Структурные преобразования коры большого мозга и мозжечка человека в постнатальном онтогенезе// Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка/Под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «Модек», 2009. – С. 9-76.
3. Шульга Т. И. Эмоционально-волевой компонент психологической готовности к обучению школьников//Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Психологические науки. – 2012. – №. 1. – С. 60-66.
4. Alloway, T. P., & Alloway, R. G. Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment// J Exp Child Psychol. – 2010. V. 106. – № 1. P. 20-29. doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003
5. Badarneh M., Arbel R., Ziv Y. Executive functions and social cognition from early childhood to pre-adolescence: A systematic review //Developmental Review. – 2024. – V. 74. – P. 101167. doi.org/10.1016/j.dr.2024.101167.
6. Balconi M., Lucchiari C. EEG correlates (event-related desynchronization) of emotional face elaboration: a temporal analysis // Neurosci. Lett. – 2006. – V.392. – № 1. – P. 118–123. doi: 10.1016/j.neulet.2005.09.004.
7. Best J. R., Miller P. H., Naglieri J. A. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample //Learning and individual differences. – 2011. – V. 21. – №. 4. – P. 327-336. doi: 10.1016/j.lindif.2011.01.007.
8. Campanella S., Gaspard C., Debatisse D., Bruyer R., Crommelinck M., Guerit J.M. Discrimination of emotional facial expressions in a visual oddball task: an ERP study // Biol. Psychol. – 2002. – V.59. – №3. – P. 171–186. doi: 10.1016/s0301-0511(02)00005-4.
9. Castro V. L. et al. EUREKA! A conceptual model of emotion understanding //Emotion Review. – 2016. – V. 8. – №. 3. – P. 258-268.
10. Crick, N. R., & Dodge, K. A. (). A review and reformulation of social information-processing mechanisms in children's social adjustment. Psychological Bulletin. – 1994. V.115. – P.74–101. doi.org/10.1037/0033-2909.115.1.74
11. Cushman F., Sheketoff R., Wharton S., & Carey S. The development of intent-based moral judgment //Cognition. – 2013. – V.127. – №. 1. – P. 6-21. doi: 10.1016/j.cognition.2012.11.008.

12. Diamond A. Executive functions // *Annual review of psychology*. – 2013. – V. 64. – № 1. – P. 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
13. Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. Working memory skills and educational attainment: evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age// *Applied Cognitive Psychology*. – 2004. V. 18. – № 1. – P. 1-16. doi.org/10.1002/acp.934
14. Hajcak G., Foti D. Significance? Significance! Empirical, methodological, and theoretical connections between the late positive potential and P300 as neural responses to stimulus significance: An integrative review// *Psychophysiology*. – 2020. – V. 57. – №7. – e13570. doi.org/10.1111/psyp.13570.
15. Harrington E. M., Trevino S. D., Lopez S., Giuliani N. R. Emotion regulation in early childhood: Implications for socioemotional and academic components of school readiness// *Emotion*. – 2020. – V. 20. – № 1. – P. 48. doi: 10.1037/emo0000667. PMID: 31961177.
16. Liddell B.J., Williams L.M., Rathjen J., Shevrin H., Gordon E.. A temporal dissociation of subliminal versus supraliminal fear perception: an event-related potential study // *J. Cogn. Neurosci*. – 2004. – V.16. – №3. – P. 479–486. doi: 10.1162/089892904322926809.
17. Luo W., Feng W., He W., Wang N.Y., Luo Y.J. Three stages of facial expression processing: ERP study with rapid serial visual presentation // *NeuroImage*. – 2010. – V.49. – №2. – P. 1857–1867. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.09.018.
18. Machado S., Arias-Carrión O., Sampaio I., Bittencourt J., Velasques B., Teixeira S., Ribeiro P. Source Imaging of P300 Visual Evoked Potentials and Cognitive Functions in Healthy Subjects// *Clin EEG Neurosci*. – 2014. – V.45. – N. 4. – P. 262–268. doi: 10.1177/1550059413514389.
19. Miltner W.H., Trippe R.H., Krieschel S., Gutberlet I., Hecht H., Weiss T. Event related brain potentials and affective responses to threat in spider/snake-phobic and non-phobic subjects // *Int. J. Psychophysiol*. – 2005. – V.57. – № 1. – P. 43–52. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2005.01.012.
20. Miyake A. et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis // *Cognitive psychology*. – 2000. – V. 41. – № 1. – P. 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
21. O’Reilly H., Pigat D., Fridenson S., Berggren S., Tal S., Golan O., Bölte S., Baron-Cohen S., Lundqvist D. The EU-emotion stimulus set: validation study// *Behavior research methods*. – 2016. – V. 48. – P. 567-576. doi: 10.3758/s13428-015-0601-4.
22. Twomey D.M., Murphy P.R., Kelly S.P., O’Connell R.G. The classic P300 encodes a build-to-threshold decision variable// *Eur J Neurosci*. – 2015. – V.42. – №1. – P. 1636–1643. doi: 10.1111/ejn.12936.
23. Verleger R. Effects of relevance and response frequency on P3b amplitudes: Review of findings and comparison of hypotheses about the process reflected by P3b// *Psychophysiology*. – 2020. – V.57. – №7. – e13542. doi.org/10.1111/psyp.13542.

24. Wellman H. M., Cross D., Watson J. Meta-analysis of theory-of-mind development: The truth about false belief //Child development. – 2001. – V. 72. – №. 3. – P. 655-684. doi: 10.1111/1467-8624.00304. PMID: 11405571.

REFERENCES

1. Korneev A.A., Zaharova M.N., Hakimova D.M., Machinskaya R.I. Vospriyatie social'no-znachimoj informacii i ego svyaz' s formirovaniem upravlyayushchih funkcij u detej 6-8 let//Psihologicheskie issledovaniya. – 2025 (v pechati)

2. Cekhmistrenko T.A., Vasil'eva V.A., SHumejko N.S., CHernyh N.A. Strukturnye preobrazovaniya kory bol'shogo mozga i mozzhechka cheloveka v postnatal'nom ontogeneze// Razvitie mozga i formirovanie poznavatel'noj deyatelnosti rebenka/Pod red. D.A. Farber, M.M. Bezrukih. – M.: Izdatel'stvo Moskovskogo psihologo-social'nogo instituta; Voronezh: Izdatel'stvo NPO «Modek», 2009. – S. 9-76.

3. SHul'ga T. I. Emocional'no-volevoj komponent psihologicheskoj gotovnosti k obucheniyu shkol'nikov//Vestnik Gosudarstvennogo universiteta prosveshcheniya. Seriya: Psihologicheskie nauki. – 2012. – №. 1. – S. 60-66.