

Альманах «Новые исследования», 2010, №1(22), С.5-18

УДК 612.821

ОСОБЕННОСТИ ОПОЗНАНИЯ НЕПОЛНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В 9-10 ЛЕТНЕМ ВОЗРАСТЕ. АНАЛИЗ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ ПОТЕНЦИАЛОВ.

Д.А.Фарбер, Н.Е.Петренко

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

У детей 9-10 лет анализировались топография и параметры ССП, регистрируемые при предъявлении неполных изображений разного уровня фрагментации, что позволило выявить характер участия различных корковых зон в процессе опознания. Установлена роль лобных областей коры на разных этапах восприятия фрагментарных изображений. Различия опознанных и неопознанных изображений в ССП передних и каудальных отведений во временном интервале 24-75мс связаны с появлением ранней негативности С1 на опознанные фигуры. В лобных областях достоверно больше при идентификации изображений выражен компонент N₂₅₀ (N_{cl}) связанный с опознанием. Изображения, предшествующие опознанию характеризуются возникновением позднего позитивного комплекса, преимущественно в передних областях, не отмеченного в возрасте 7-8 лет.

Согласно современным представлениям, восприятие является активным процессом и осуществляется как сложный системный акт, в который включены различные структуры головного мозга, от подкорковых центров до проекционных и ассоциативных областей коры. Восприятие, как и другие психические функции, развиваются в онтогенезе постепенно и гетерохронно, что обусловлено степенью зрелости и характером взаимодействия структур мозга, обеспечивающих данную деятельность [12]. К концу младшего школьного возраста, 9-10 годам, по мере структурно-функционального созревания головного мозга происходят существенные прогрессивные преобразования проекционных и в особенности ассоциативных областей коры. Морфологические исследования показали, что к этому возрасту усложняется структура нейронных ансамблей, включающих разные типы нейронов, увеличивается количество горизонтальных связей [9],

объединяющих различные корковые зоны, что в свою очередь приводят к значительным изменениям функциональной организации мозга, приводящим к изменению электроэнцефалограммы. Формирование близкого к дефинитивному типу ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования обеспечивает оптимальную готовность к восприятию информации и организации деятельности. Специфика организации системы зрительного восприятия в детском возрасте обнаружена при использовании метода регистрации связанных с событием потенциалов и функционально-магнитного резонанса [2,11,19,21,25]. Изучение нейрофизиологических коррелятов опознания лиц по сравнению с другими стимулами у детей 5-8, 9-11 лет и у взрослых показало, что у всех исследуемых групп происходит более сильная активация в вентральном зрительном пути в ответ на лицевые стимулы [19]. Однако вовлечение этих областей при анализе сложных стимулов в разных возрастных группах различно. Если у детей 9-11 лет, как и у взрослых, активность отмечалась в специфичной для лиц фузиформной области, то у детей 5-8 лет в анализе участвуют более каудальные области вентрального зрительного пути (the posterior ventral processing stream).

Для понимания возрастных преобразований процесса зрительного восприятия значительный интерес представляет изучение механизмов, лежащих в основе хорошо известной способности человека опознавать изображение по отдельным его фрагментам. В исследованиях, проведенных на взрослых испытуемых, установлено, что опознание фрагментарных изображений осуществляется при участии различных отделов мозга. При использовании нейровизуализационных методов (PET, fMRI) показано, что опознание фрагментарных изображений [20, 26] происходит в латеральном экстрастриарном регионе, называемом LOC – lateral occipital complex. Причем фузиформная и нижняя теменная извилина более сильно активируются в ответ на опознаваемые (фрагментарные) изображения, по сравнению с неопознаваемыми стимулами [20]. Электрофизиологические исследования с использованием связанных с событием

потенциалов у взрослых испытуемых показали, что с опознанием фрагментарных изображений связана негативная волна, регистрирующаяся в каудальных отделах в интервале 240-400 мс и названная «closure negativity – Ncl» [13,16,26]. О возрастных особенностях такого опознания известно мало. Поведенческие исследования показали, что в возрасте 5-7 лет, по сравнению с группами 9-10-летних, процент правильного опознания фрагментарных изображений достоверно ниже [8, 15, 22]. Проведенное нами [14] изучение степени и характера вовлечения различных корковых зон в опознании фрагментарных изображений у детей 7-8 лет показало, что в отличие от взрослых опознание на основе следов в долговременной памяти осуществляется с меньшим участием префронтальной коры в сравнении со взрослыми. Незрелость префронтальной коры, бесспорно, является одним из важнейших факторов, определяющим ограниченные возможности рабочей памяти в 7-8-летнем возрасте, поскольку ее нисходящим управляющим влияниям принадлежит особая роль в системной организации мозговых структур при реализации рабочей памяти. Целью данного исследования было выявления мозговых механизмов, определяющих особенности опознания неполных изображений в возрасте 9-10 лет, путем анализа топографии и параметров ССП при предъявлении изображения разного уровня фрагментации.

МЕТОДИКА

Испытуемые: В эксперименте участвовало 25 детей (14 мальчиков, 11 девочек) в возрасте 9-10 лет (средний возраст $9,32 \pm 0,138$) имеющих нормальное зрение и не наблюдающихся у невропатолога. Во всех случаях на участие в электрофизиологическом эксперименте было получено согласие детей и их родителей.

Стимулы: Испытуемым предъявлялось 16 знакомых изображений предметов (стул, утюг, очки и др.) и животных (например: слон, верблюд, лошадь) из стандартного набора [24]. Изображения предъявлялись в 5 фрагментарных

уровнях (2,4,5,7 и 8 уровни) от более фрагментарного уровня (2) до полного изображения (8 уровень). Размеры изображения составляли 6 x 6 угловых градуса. Для каждого изображения показывались все 5 уровней фрагментации.

Перед каждым фрагментарным изображением испытуемому предъявлялся предупреждающий стимул (восклицательный знак), после предъявлялся вопросительный знак, свидетельствующий о том, что нужно отвечать. Размер вопросительного и восклицательного знаков составляли 4 угловых градуса.

Процедура: Во время эксперимента испытуемые располагались в затемненном помещении в удобном кресле в 1 метре перед светящимся экраном жидкокристаллического 256-цветного монитора. В произвольно выбираемый промежуток времени (межстимульный интервал 3-5 сек) испытуемому предъявлялся предупреждающий стимул – восклицательный знак. Через 1250 –1350 мс после него предъявляется тестовый стимул – фрагментарное изображение. После которого на экране монитора появляется знак вопроса, вслед за которым испытуемый должен был нажать на кнопку пульта, находящегося у него в руках и ответить либо "Не знаю" – если изображение не опознано, либо назвать, что изображено на картинке. Время экспозиции каждого стимула составляло 750 мс. Задачей испытуемого было словесно ответить какое изображение он видит.

Регистрация: Во время эксперимента проводили непрерывную 20-канальную регистрацию ЭЭГ по системе 10-20% от затылочных (O1,O2), теменных (P3,P4), передневисочных (T3,T4), задневисочных (T5,T6), центральных (C3,C4,Cz) и лобных (F3,F4,F7,F8,Fz) областей. В качестве индифферентного использовался объединенный ушной электрод. Частота квантования сигнала составляла 1000 Гц (система "Neocortex-pro" фирмы "Neurobotics", Россия). Сопротивление электродов не превышало 5 кОм. Частота пропускания усилителя ограничивалась диапазоном 0,1 - 100 Гц. Контроль

глазных движений осуществляли с помощью регистрации вертикальной и горизонтальной электроокулограммы (ЭОГ). Из записи удалялись те реализации, в которых амплитуда ЭОГ превышала 50 мКв.

Анализ ССП: Для анализа использовались безартефактные отрезки ЭЭГ. Эпоха анализа постстимульного периода составляла 750 мс. Усреднялись следующие классы ССП:

1 – ССП при отсутствии опознания – те уровни фрагментарных изображение, на которые испытуемый отвечал "Не знаю" и которые не предшествовали опознанию;

2 – ССП за 1 один уровень до опознания - те уровни фрагментарных изображение, которые предшествовали правильному опознанию и на которых не давался ошибочный ответ (ответ испытуемого был «Не знаю»).

3 – ССП при опознании – те уровни фрагментарных изображение, на которых объект был правильно опознан.

ССП на ошибочные ответы из анализа были исключены. Усредненные по типам "опознаваемости" стимула, ССП отдельных испытуемых использовались для группового усреднения и анализа с помощью метода Главных компонентов. Для выявления Главных компонентов использовалась матрица, в которой по горизонтали были представлены амплитуды 750 точек ССП а по вертикали - индивидуальные значения амплитуды каждой из точек при данных экспериментальных условиях: 3 типа стимулов (опознанные/неопознанные/за 1 уровень фрагментации до опознания) x 2 полушария x 7 отведений в каждом полушарии. Далее суммарная амплитуда ССП на временных отрезках, соответствующих выделенным Главным компонентам, обрабатывались с помощью дисперсионного анализа (ANOVA Repeated measure - программа SPSS). Дисперсионный анализ проводился по трем схемам. Во всех схемах использовались следующие факторы: «опознание» (опознанные \ неопознанные), (опознанные \ за 1 уровень до опознания) и (неопознанные и за 1 уровень до опознания; «полушарие» (левое, правое); «отведения» (9 пар отведений).

Достоверность различий суммарных амплитуд ССП отдельных областей оценивалась с использованием критерия Стьюдента (T-test).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Компонентный состав ССП

Визуальный анализ и использование метода Главных компонентов показано, что ССП регистрируемые при идентификации неполных изображений во всех ситуациях и во всех отведениях имеют сходную конфигурацию и определенную временную последовательность компонентов (рис1). На начальных этапах анализа информации в каудальных отделах наблюдается ранний позитивный компонент P100 (75-129мс). В передних областях в этом временном интервале виден компонент C1, развивающийся в ответ на опознанные изображения. В каудальных областях волна C1 развивается несколько раньше - в интервале 25-74 мс. Вслед за позитивностью P100 регистрируется негативный компонент N200 (130-190), переходящий в компонент P250-300 (191-244 и 245-309 мс). В передних областях в интервале 130-249 мс регистрируется позитивность P200 и следующий за ней негативный компонент N250. В интервалах 310 – 369 и 370-429 мс в каудальных областях регистрируется волна N350. В передних областях ей соответствует позитивно-негативный комплекс P300- N400. Вслед за этим с 430 мс по всей коре регистрируется поздний позитивный комплекс, имеющий наибольшую амплитуду в передних областях.

Сопоставление ССП на опознанные и неопознанные изображения.

Сопоставление ССП на опознанные и неопознанные изображения приведены на рис 2. Различия между правильно опознанными и неопознанными фрагментарными изображениями (таблица 1а) начинаются на очень ранних этапах анализа информации (75-129мс) и связаны с негативностью, возникающей по всей коре на опознанные стимулы,

максимально выраженной в лобных областях («Опознание х полушарие»). По критерию Стьюдента различия носят значимый характер в левой лобной области (F3: $t=2,087$, $df=24$, $p<0,05$).

Различия между сопоставляемыми изображениями отражаются так же в компоненте P₂₅₀ (191-244мс) и носят выраженный межполушарный характер («Опознание х полушарие»). Сравнение по Стьюденту выявило, что компонент P₂₅₀ имеет большую амплитуду на неопознанные стимулы, по сравнению с опознанными в затылочной ($t=1,998$, $df=24$, $p<0,05$) и задневисочной ($t=-3,052$, $df=24$, $p<0,005$) областях правого полушария. На несколько более позднем временном интервале (245-309мс) различия значимы в правой теменной области ($t=2,116$, $df=24$, $p<0,045$).

Различия между опознанными и неопознанными стимулами связаны с негативным компонентом N₂₅₀, для которого получено изолированное влияние фактора «опознание» и совместное влияние факторов «опознание х отведение». Сравнение по Стьюденту выявило, что негативность N₂₅₀ имеет большую амплитуду на опознанные стимулы, по сравнению с неопознанными в лобных областях как правого, так и в левого полушария (245-309 мс: F3: $t= 2,584$, $df=24$, $p<0,02$; F4: $t= 4,321$, $df=24$, $p<0,001$; C4: $t=-2,661$, $df=24$, $p<0,015$). Для позитивной волны P300(310-369мс), по данным дисперсионного анализа, получены как регионарные, так и межполушарные различия («Опознание х отведение»; «Опознание х полушарие х отведение»).

Амплитуда компонента P₃₀₀ больше на опознанные изображения, по сравнению с неопознанными, различия носят значимый характер в левой лобной области (F3: $t= -2,278$, $df=24$, $p<0,035$).

Различия между опознанными и неопознанными изображениями отражаются в позднем позитивном комплексе (430-499мс), имеющем большую амплитуду на опознанные стимулы, выявляя межполушарный характер («Опознание х полушарие»). По критерию Стьюдента различия значимы в лобно-височной и теменной областях правого полушария

(F8: $t=-2,703$, $df=24$, $p<0,015$; T4: $t=-2,703$, $df=24$, $p<0,015$). Для поздних стадий анализа информации, по данным дисперсионного анализа, получены как межполушарные, так и регионарные различия (550-614мс: «Опознание х полушарие», «Опознание х отведение»; 615-679мс: «Опознание х полушарие»). На опознанные изображения происходит усиление медленной негативной волны передних отделов преимущественно правого полушария (550-614мс: C4: $t=2,247$, $df=24$, $p<0,035$; T4: $t=2,602$, $df=24$, $p<0,017$; 615-679мс: F3: $t=4,130$, $df=24$, $p<0,001$; F4: $t=2,356$, $df=24$, $p<0,03$; F8: $t=2,912$, $df=24$, $p<0,01$).

Сопоставление ССП на опознанные стимулы и изображения, предшествующие опознанию.

Сопоставление ССП на опознанные изображения и изображения отличающиеся от опознаваемых на 1 уровень фрагментации приведены на рис 3 и таблице 1б. Различия по данным дисперсионного анализа отмечены на ранних (25-74мс и 75-129мс) стадиях анализа информации для изолированного влияния фактора «опознание» и взаимодействия факторов «опознание х отведение». Они связаны с более выраженной негативностью С1 в ответе на опознанные стимулы. Достоверные различия по Стьюденту наблюдаются в преимущественно в левом полушарии (25-74мс: F3: $t=4,477$, $df=24$, $p<0,0001$; F4: $t=5,265$, $df=24$, $p<0,0001$; F7: $t=2,498$, $df=24$, $p<0,02$; F8: $t=6,521$, $df=24$, $p<0,0001$; C3: $t=3,149$, $df=24$, $p<0,005$; T3: $t=3,383$, $df=24$, $p<0,005$; P3: $t=2,002$, $df=24$, $p<0,05$; T5: $t=2,263$, $df=24$, $p<0,035$; 75-129мс: F3: $t=2,962$, $df=24$, $p<0,001$; F4: $t=2,343$, $df=24$, $p<0,03$; F7: $t=2,673$, $df=24$, $p<0,015$).

На поздних стадиях анализа информации различия между опознанными и предшествующими опознанию изображениями связаны с поздним позитивным комплексом (500-549мс «опознание х полушарие х отведение»; 550-614мс - «опознание х отведение»), который имеет большую амплитуду на изображения, предшествующие опознанию в

лобной (550-614мс: F3: $t=2,409$, $df=24$, $p<0,025$) и центральной (500-549мс: C3: $t=2,194$, $df=24$, $p<0,04$) областях левого полушария.

Сопоставление ССП на неопознанные стимулы и изображения, предшествующие опознанию.

Сопоставление ССП на неопознанные изображения и изображения отличающиеся от опознаваемых на 1 уровень фрагментации приведены на рис 4 и таблице 1в. По данным дисперсионного анализа наиболее ранние различия существуют в интервале 25-74мс («опознание») и проявляются в усилении ранней негативности на неопознанные изображения (F8: $t=-2,060$, $df=24$, $p<0,05$; T3: $t=-2,730$, $df=24$, $p<0,015$).

На более поздних стадиях анализа информации различия между неопознанным и предшествующими опознанию фрагментарным изображением отражаются на компоненте P300 (310-369мс: «опознание x отведение»), переходящем в поздний позитивный комплекс (370-429 мс: "опознание x полушарие"; 430-499мс: "опознание x полушарие"). Большая его амплитуда наблюдается в передних областях на стимулы, предшествующие опознанию (370-429 мс: F8: $t=-2,635$, $df=24$, $p<0,015$; 430-499мс: F4: $t=-2,424$, $df=24$, $p<0,025$; F8: $t=-3,374$, $df=24$, $p<0,005$; T4: $t=-2,680$, $df=24$, $p<0,015$). Во время развития медленных позитивных и негативных волн, различия отмечаются в интервале 550-614мс: «опознание x отведение» и 680-750мс: «опознание x полушарие x отведение» и связаны с возникновением в ответ на предшествующие опознанию изображения негативных колебаний, ССП на неопознанные стимулы имеет более позитивный потенциал (550-614мс: F8: $t=2,129$, $df=24$, $p<0,045$; C3: $t=2,064$, $df=24$, $p<0,05$; C4: $t=2,566$, $df=24$, $p<0,02$; T4: $t=2,598$, $df=24$, $p<0,02$).

ОБСУЖДЕНИЕ.

Исследование опознания изображений разного уровня фрагментации у детей 9-10 лет, выявило особенности ССП в различных отделах коры связанные с "уровнем опознания" неполных изображений. Показано, что при опознании

фрагментарных изображений, существенную роль играют не только каудальные структуры, связанные с анализом сенсорных характеристик стимула, но и передние ассоциативные зоны коры. Активация каудальных областей при опознании неполных изображений особенно у взрослых испытуемых неоднократно описаны в литературе [13,16,26]. Есть данные об участии в этом процессе фронтальных областей [13-14,18,26,28]. Как и у взрослых испытуемых компонент N250-300, "Ncl - closure negativity", рассматриваемый в литературе в качестве ключевого компонента опознания, базирующегося на сенсорном анализе [13,16,26] у детей 9-10 лет имеет большую амплитуду на опознанные фрагментарные изображения. На ранних стадиях анализа информации в ответ на опознанные изображения происходит увеличение ранней негативности С1, отмеченное как в каудальных, так и передне-центральных областях, что отличает их от взрослых испытуемых, у которых С1 усиливается в ответ на неопознанные изображения. Компонент С1, особенно регистрирующийся в каудальных областях, связывается с привлечением внимания [7,17,23], однако кроме этого этот компонент чувствителен и к эмоциональной составляющей стимула [27]. Можно предположить, что усиление С1 связано с одной стороны с более напряженным вниманием у детей при опознании изображения, а с другой стороны – с тем, что само по себе опознание является мощной эмоциональной посылкой для детей. Интересно отметить отсутствие этого компонента в 7-8 летнем возрасте не только при опознании фрагментарных изображений, но и в ситуации требующей дополнительного привлечения внимания [6] (Петренко Н.Е., 2009). При опознании фрагментарных изображений в 9-10 лет так же происходит усиление компонента Р300, как и в 7-8 летнем возрасте. Э.А. Костандов [4-5] рассматривает этот компонент как отражение эндогенных когнитивных процессов, связанных с привлечением внимания к значимым характеристикам стимула и принятием решения. Сходные данные получены Д.А.Фарбер и Т.Г.Бетелевой,

которые показали, что с правильностью ответа у взрослых коррелирует поздний позитивный комплекс, связанный с заключительными этапами анализа информации [3,10].

У 9-10 летних детей, как и у взрослых испытуемых, на поздних стадиях анализа информации в лобных областях происходит усиление позднего позитивного комплекса на предшествующие опознанию изображения. В то время как у 7-8 летних детей поздний позитивный комплекс в ССП не выражен [14]. Этот факт, как и отмеченное в 7-8 лет более значимое усиление основного комплекса регионарных ССП, включая негативные компоненты N250-N350 не на опознанные стимулы, как это характерно для взрослых, а при предъявлении изображений на один уровень фрагментации отличающихся от опознаваемых, расценивалось нами как показатель несформированности поздних этапов обработки информации, связанных с функциями передне-ассоциативных структур – процессами принятия решений и подготовки к ответу [14]. Полученные данные свидетельствуют о том, что характер опознания неполных изображений к 9-10 летнему возрасту становится более зрелым и приближается к взрослому типу реагирования.

ВЫВОДЫ:

1. Анализ топографии и параметров ССП, регистрируемых при предъявлении неполных изображений разного уровня фрагментации позволил выявить характер участия различных корковых зон в процессе опознания в 9-10 летнем возрасте.
2. Установлена роль лобных областей коры на разных этапах восприятия фрагментарных изображений: в этих областях при идентификации изображений достоверно больше выражены компоненты С1 и N250.

3. В 9-10 летнем возрасте изображения, на 1 уровень фрагментации отличающиеся от опознанных характеризуются усилением позднего позитивного комплекса, преимущественно в передних ассоциативных областях, не отмеченного в возрасте 7-8 лет.
4. Мозговые механизмы, определяющие опознание неполных изображений претерпевают прогрессивные изменения на протяжении младшего школьного возраста и к 9-10 годам приближаются к дефинитивному уровню.

Работа поддержана грантом РФФИ - №07-04-00205а.

Литература

1. Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А. Сенсорные механизмы развивающегося мозга. Москва, Наука. 1977
2. Бетелева Т.Г., Сеницын С.В., Фарбер Д.А. Возрастные особенности обработки зрительной информации в системе рабочей памяти //Физиология человека, 2009, Т. 35, №6

3. Бетелева Т.Г., Фарбер Д.А. Электрофизиологический анализ межполушарных различий механизмов зрительного опознания. // Ж.В.Н.Д., т 34, вып 5, 1984, стр841-847.
4. Костандов Э.А. Механизмы деятельности мозга человека. Ч. 1. Нейрофизиология человека. // Ред. Н.П. Бехтерева. — Л.: Наука, 1988, с.491-526
5. Костандов Э.А., Важнова Т.Н. Отражение процесса принятия решения в корковой вызванной электрической активности человека. // Журнал высшей нервной деятельности, 1979, Т. 26, № 6, с. 1123-1132
6. Петренко Н.Е. Механизмы опознания глобальной и локальной информации детьми младшего школьного возраста // Новые исследования, 2009, №1 (18), с. 14-26.
7. Петренко Н.Е. ССП при смене стратегии зрительного восприятия в ситуации опознания иерархического стимула // Физиология человека, 2008, Т. 34, №3, с.23-29
8. Полонская Н.Н. Нейропсихологическая диагностика детей младшего школьного возраста. 2007, Academia ,192с.
9. Семенова Л.К., Васильева В.А., Цехмистренко Т.А. Структурные преобразования коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе.// Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л., Наука, 1990, стр 8-44.
10. Фарбер Д.А. Развитие зрительного восприятия в онтогенезе. Психофизиологический анализ// Мир психологии, 2003, № 2, С. 114
11. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г. Региональная и полушарная специализация операций зрительного опознания. Возрастной аспект. // Физиология человека, 1999, т.25, № 1, с.15-23.
12. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе. // Физиология человека, 2005, т.31, т.5, с 26-36

13. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. Оpozнание фрагментарных изображений и механизмы памяти. // Физиология человека, 2008, №1, том. 34, с.5-18
14. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. Особенности опознание фрагментарных изображений в 7-8 летнем возрасте. Анализ ССП // Физиология человека, 2009, Т. 35, №3, с 5-12
15. Cysowicz Yael M. Memory development and event-related brain potentials in children. *Biological Psychology* 54 (2000) 145–174
16. Doniger, G. M., Foxe, J. J., Murray, M. M., Higgins, B. A., Snodgrass, J. G., Schroeder, C. E., and Javitt, D. C. 2000. Activation timecourse of ventral visual stream object-recognition areas: High density electrical mapping of perceptual closure processes. *J. Cogn. Neurosci.* **12**:615–621.
17. Foxe J. J., Simpson G. V. Flow of activation from V1 to frontal cortex in humans. A framework for defining “early” visual processing. // *Exp Brain Res*, 2002. v. 142, P.139–150
18. Ganis G., Schendan H., Kosslyn S. Neuroimaging evidence for object model verification theory: Role of prefrontal control in visual object categorization // *NeuroImage* 34 (2007) 384–398
19. Gathers, A. D.; Bhatt, R.¹; Corbly, C. R.; Farley, A. B.; Joseph, J. E. Developmental shifts in cortical loci for face and object recognition // *NeuroReport: Volume 15(10)* 19 July 2004 pp 1549-1553
20. Gerlach, C., Aaside, C.T., Humphreys, G.W., Gade, A., Paulson, O.B., Law, I.,. Brain activity related to integrative processes in visual object recognition: bottom– up integration and the modulatory influence of stored knowledge. *Neuropsychologia*, 2002, 40, 1254– 1267
21. Greenham S. L., Stelmack R.M.. Event-Related Potentials and Picture–Word Naming: Effects of Attention and Semantic Relation for Children and Adults. // *Developmental neuropsychology*, 20(3), 2000, pp 619-638

22. Guyette J. Developmental Trends in Object Recognition From Preschool to Adolescence:A Preliminary Investigation// Psi Chi Journal: Fall 1998,
- 23.Hillyard SA, Anllo-Vento L (1998) Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. Proc Natl Acad Sci USA 95:781—787
- 24.J.G. Snodgrass, J. Corwin, Perceptual identification thresholds for 150 fragmented pictures from the Snodgrass and Vanderwart picture set, Percept. Motor Skills, 1988, V. 67, p.3–36
- 25.Kok A., Rooijackers J.A. Comparison of event-related potentials of young children and adults in a visual recognition and word reading task // Psychophysiol, 1985, v 22, p11.
- 26.Sehatpour P., Molholm S., Javitt D. C., Foxe J. J. Spatiotemporal dynamics of human object recognition processing: An integrated high-density electrical mapping and functional imaging study of “closure” processes./ NeuroImage 29 (2006) 605 – 618
- 27.Stolarova M., Keil A.and Moratti S. Modulation of the C1 Visual Event-related Component by Conditioned Stimuli: Evidence for Sensory Plasticity in Early Affective Perception.\\ Cerebral Cortex June 2006;16:876—887
- 28.Stuss, D. T., Picton, T. W., Cerri, A. M., Leech, E. E., & Stethem, L. (1992). Perceptual closure and object identification: Electrophysiological responses to incomplete pictures. *Brain and Cognition*, 19, 253-266.
- 29.Viggiano M.R., Kutas M. Overt and Covert Identification of Fragmented Objects Inferred From Performance and Electrophysiological Measures./ Journal of Experimental Psychology: General, 2000, Vol. 129, No. 1, 107-125.

Подписи к рисункам

Рис.1. Компоненты ССП на опознанные и неопознанные фрагментарные изображения.

Толстая линия – опознанные изображения; тонкая линия – неопознанные, близкие по уровню фрагментации к опознанным (за 1 уровень до опознания); штрих-пунктир – неопознанные изображения, значительно отличающийся по уровню фрагментации от опознанных. Позитивность на этом и всех последующих рисунках - отклонение вниз.

Рис.2. ССП разных областей коры на опознанные (толстая линия) и не опознанные (штрих-пунктир) фрагментарные изображения.

Вертикальные линии – границы временных интервалов, выделенных методом Главных компонентов.

Серый прямоугольник – значимые различия параметров ССП по результатам дисперсионного анализа (ANOVA - Repeated measure).

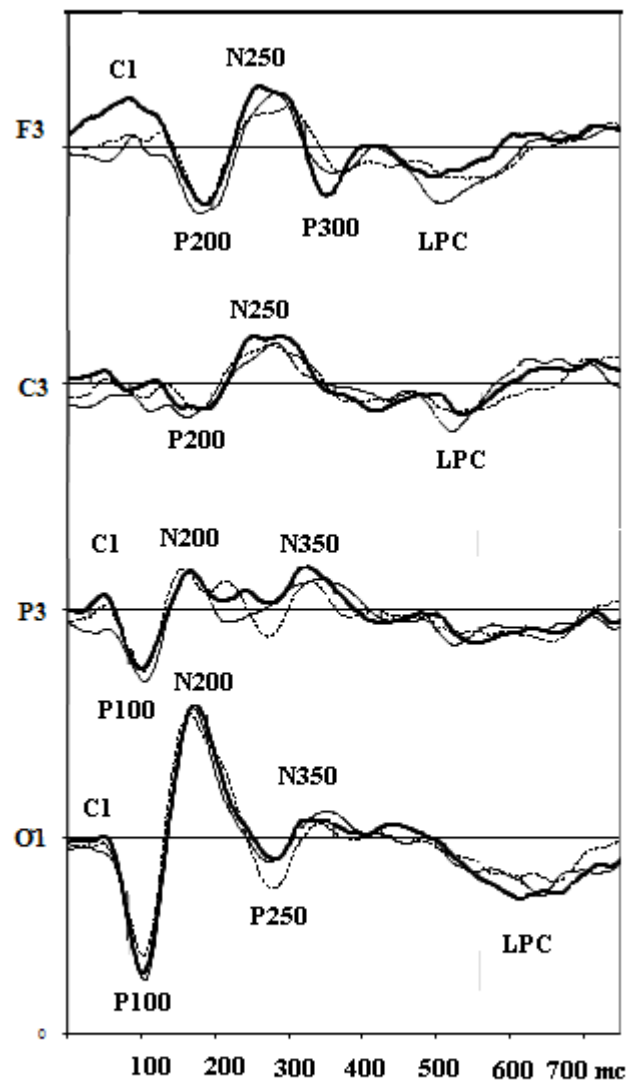
* - значимые различия амплитуды компонентов ССП выявленные при по-парном сравнении по критерию Стьюдента.

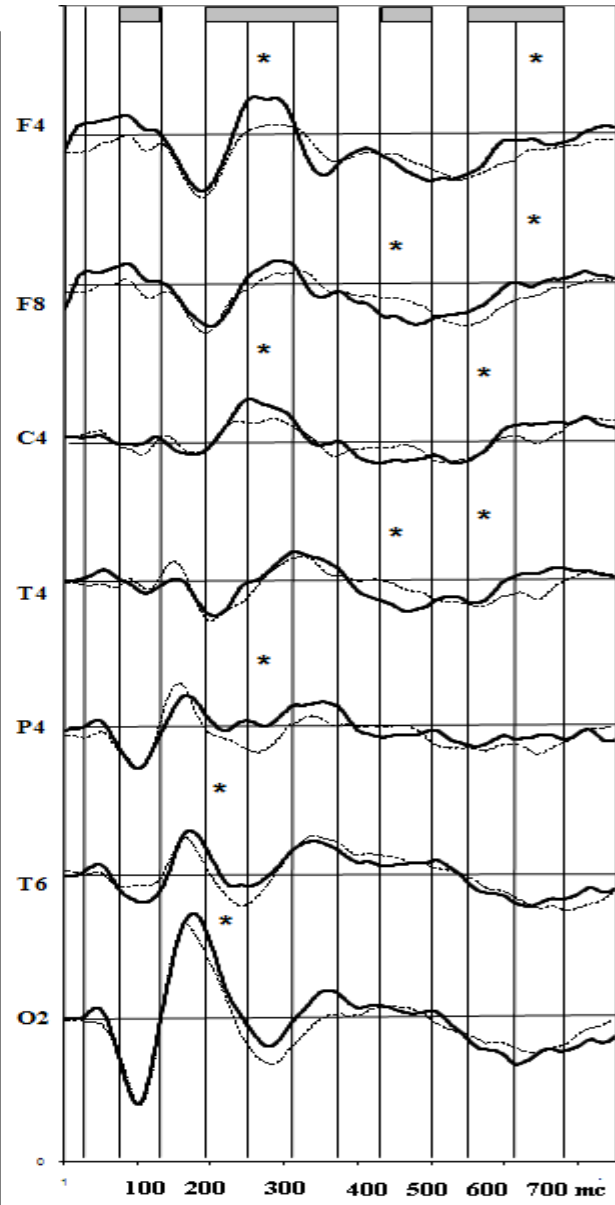
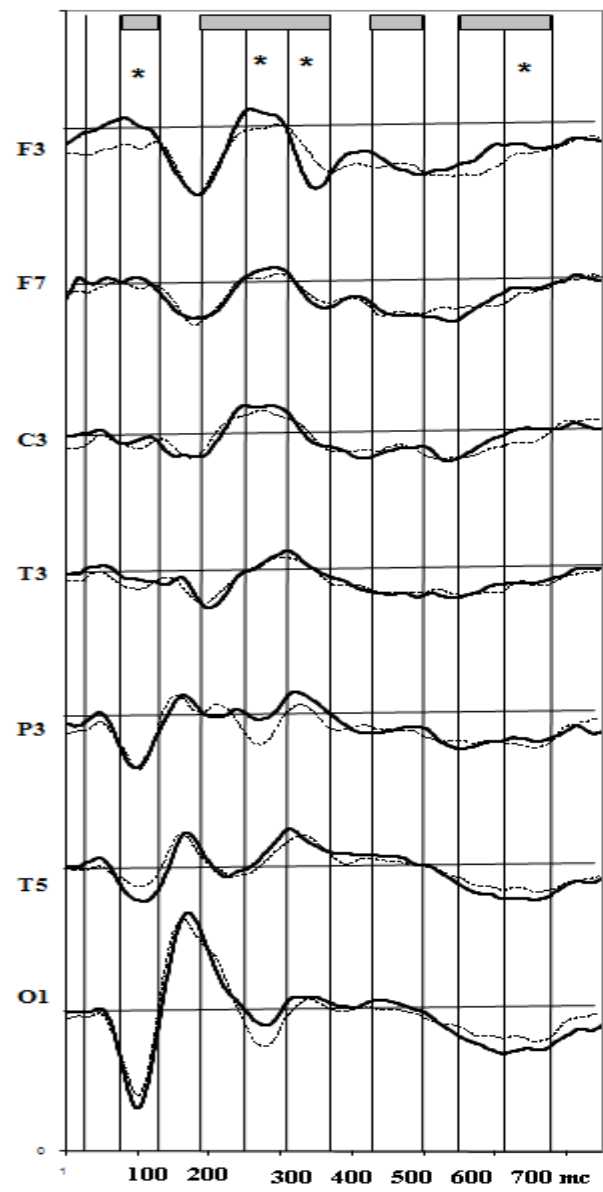
Рис.3. ССП разных областей коры на опознанные (толстая линия) и предшествующие опознанию (тонкая линия) фрагментарные изображения.

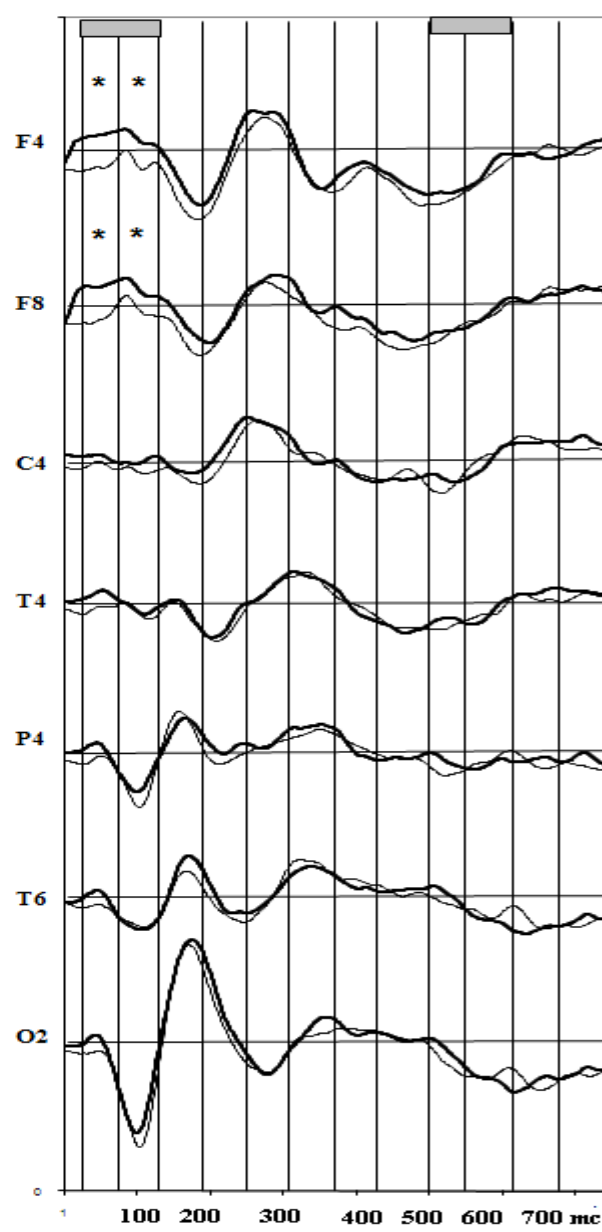
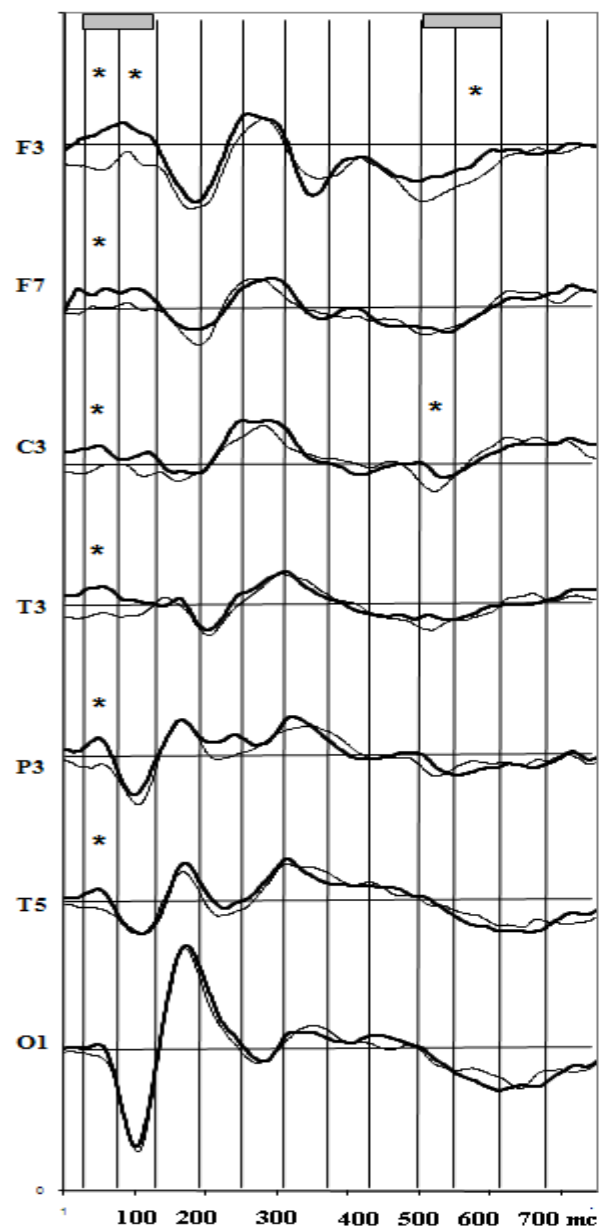
Обозначения как на предыдущем рисунке.

Рис.4. ССП разных областей коры на неопознанные (штрих-пунктир) и предшествующие опознанию (тонкая линия) фрагментарные изображения.

Обозначения как на рисунке 2.







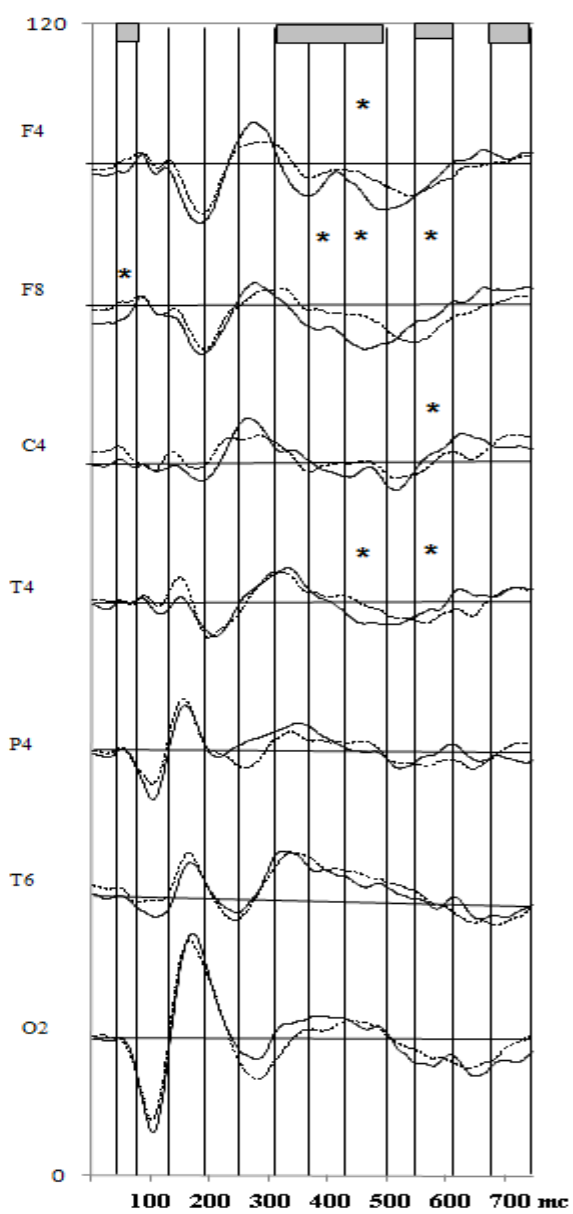
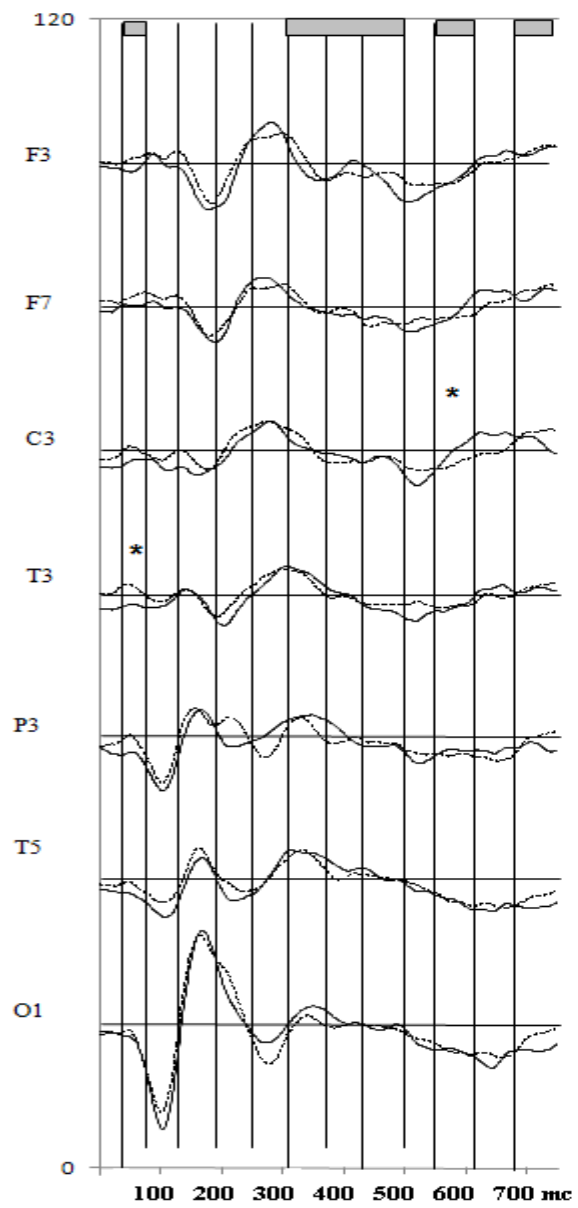


Таблица 1: Влияние фактора «Опознание» и его взаимодействие с другими факторами на суммарные амплитуды ССП

А. При совместном анализе опознанных и неопознанных фрагментарных изображений

| | 24-74mc 3 factor | 75-129mc 10 factor | 130-190mc 11 factor | 191-244mc 9 factor | 245-309mc 2 factor | 310-369mc 7 factor | 370-429mc 8 factor | 430-499mc 4 factor | 500-549mc 12 factor | 550-614mc 5 factor | 615-679mc 6 factor | 680-750mc 1 factor |
|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| опознание | | | | | F(1;24)=6,26 p=0,02 | | | | | | | |
| Опознание х полушар | | F(4;90)=2,98 p=0,026 | | F(1;24)=4,39 p=0,047 | | | | F(1;24)=9,05 p=0,006 | | F(1;24)=4,45 p=0,045 | | |
| Опознание х отведен | | | | | F(6;19)=3,56 p=0,016 | F(2;48)=3,57 p=0,036 | | | | F(6;19)=3,59 p=0,015 | F(3;84)=4,79 p=0,002 | |
| опознание х полушар х отведен | | | | | | F(5;126)=2,32 p=0,044 | | | | | | |

Б. При совместном анализе опознанных и предшествующих опознанию фрагментарных изображений

| | 1-74mc 3 factor | 75-129mc 10 factor | 130-190mc 11 factor | 191-244mc 9 factor | 245-309mc 2 factor | 310-369mc 7 factor | 370-429mc 8 factor | 430-499mc 4 factor | 500-549mc 12 factor | 550-614mc 5 factor | 615-679mc 6 factor | 680-750mc 1 factor |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| опознание | F(1;24)=15,9 p=0,001 | F(1;24)=4,13 p=0,05 | | | | | | | | | | |
| Опознание х полушар | | | | | | | | | | | | |
| Опознание х отведен | F(4;97)=2,66 p=0,037 | | | | | | | | | | F(6;19)=2,66 p=0,048 | |
| опознание х полушар х отведен | | | | | | | | | F(6;19)=2,89 p=0,036 | | | |

В. При совместном анализе неопознанных и предшествующих опознанию фрагментарных изображений

| | 24-74mc 3 factor | 75-129mc 10 factor | 130-190mc 11 factor | 191-244mc 9 factor | 245-309mc 2 factor | 310-369mc 7 factor | 370-429mc 8 factor | 430-499mc 4 factor | 500-549mc 12 factor | 550-614mc 5 factor | 615-679mc 6 factor | 680-750mc 1 factor |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| опознание | F(1;24)=15,9 p=0,001 | F(1;24)=4,13 p=0,05 | | | | | | | | | | |
| Опознание х полушар | | | | | | | | | | | | |
| Опознание х отведен | F(4;97)=2,66 p=0,037 | | | | | | | | | F(6;19)=2,66 p=0,048 | | |
| опознание х полушар х отведен | | | | | | | | | F(6;19)=2,89 p=0,036 | | | |