

Пястик М.М., Вартанов А.В. Восприятие, запоминание и узнавание лица: электрофизиологическое исследование рабочей памяти



English version: [Pyasik M.M., Vartanov A.V. The perception, memorization and recognition of faces: electrophysiological research of working memory](#)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

[Сведения об авторах](#)

[Литература](#)

[Ссылка для цитирования](#)

Данное исследование посвящено изучению электрической активности мозга, связанной с восприятием, запечатлением и узнаванием человеческих лиц как этапов процесса рабочей памяти. В исследовании приняли участие 58 здоровых испытуемых (средний возраст – 20,9 ± 5,1 лет). Исследование состояло из четырех серий компьютерного тестирования – серии на восприятие изображений лица, серии на запоминание и серии на узнавание лиц, а также контрольной серии на восприятие сложновербализуемых геометрических фигур. В процессе эксперимента регистрировалась многоканальная ЭЭГ, в ходе анализа данных для соответствующих задач усреднялись вызванные потенциалы (ВП), компоненты которых далее статистически сравнивались по выборке испытуемых. Были выявлены значимые различия в амплитуде ранних компонентов ВП (P120) на затылочных отведениях между серией на восприятие геометрических фигур и всеми сериями со стимулами-лицами, а также различия на поздних компонентах (N300-500) на лобных, височных, теменных и центральных отведениях между задачами на восприятие, запоминание и извлечение образов лиц из рабочей памяти. Полученные данные обсуждаются в рамках гипотезы о существовании системы мозговых структур, специфически обеспечивающей обработку информации об образах лиц.

Ключевые слова: рабочая память, восприятие лиц, электроэнцефалография, вызванные потенциалы, мозговые механизмы когнитивных процессов

Восприятие и обработка информации о человеческих лицах является важным фактором, лежащим в основе социального взаимодействия людей. Способность воспринимать информацию о лице и его частях, а также копировать различные мимические выражения есть уже у младенцев в возрасте от двух дней [Field et al., 1982]. Это позволяет предположить, что обработка информации о лицах обеспечивается специфической системой мозговых структур, отличной от систем, отвечающих за обработку зрительной информации других категорий.

Многочисленные нейropsychологические данные о пациентах с прозопагнозией – нарушением распознавания человеческих лиц при сохранном восприятии других объектов [Лурия, 2006; Farah, 1990, 2000; Kanwisher, 2000; Kanwisher et al., 1997; Young et al., 1993], а также исследования, проведенные с помощью современных методов нейровизуализации, свидетельствуют о том, что основная область мозга, ответственная за обработку информации о лицах – это фузиформная (веретенообразная) извилина, в частности, ее латеральная область [например, Kanwisher et al., 1997; Puce et al., 1996; Sergent et al., 1992]. Электроэнцефалографические исследования показали, что восприятие лиц связано с таким компонентом вызванного потенциала, как N170 [Moulson et al., 2011]. Более выраженная амплитуда N170 была выявлена в ответ на лицевые стимулы по сравнению со стимулами других категорий и искаженными изображениями лиц [Bentin et al., 1996; Carmel, Bentin, 2002; Eimer, 2000; George et al., 1996]. Также существуют данные о том, что в распознавании лиц участвуют и более поздние компоненты ВП – при узнавании лиц известных людей амплитуда

компонентов N400 и P600 была больше в ответ на предъявление известных лиц по сравнению с незнакомыми лицами [Bentin, Deouell, 2000; Eimer, 2000].

Что касается электрофизиологических данных о мозговых механизмах рабочей памяти на лица, подобных исследований в литературе практически не описано. Компонент ВП N170 связан с восприятием и распознаванием лиц, но не с памятью на лица. Более того, известно, что амплитуда N170 является одинаковой в ответ на предъявление как новых лиц, так и лиц, известных ранее, что может говорить о том, что этот компонент ВП отражает ранние стадии процесса распознавания лиц, тогда как более поздние компоненты N400 и P600 имеют большую амплитуду при узнавании знакомых лиц по сравнению с незнакомыми [Bentin, Deouell, 2000; Herzmann, Sommer, 2010]. Ряд исследований выявил компоненты ВП, связанные с процессом принятия решения о знакомости предъявляемого лица в процессе узнавания лиц. Так, было показано, что компонент N400 на лобных отведениях более выражен при классификации предъявляемого лица как незнакомого [Curran, 2000; Curran, Cleary, 2003; Curran, Hancock, 2007; Rugg, Curran, 2007]. Аналогичный эффект наблюдается на более поздних компонентах (на латенции 500–800 мс) для теменных отведений, преимущественно в левом полушарии [Herron et al., 2003; Vilberg, Rugg, 2009].

Таким образом, исходя из литературных данных, можно сделать вывод о том, что восприятие лиц обеспечивается специфической системой мозговых структур, однако данных для аналогичного вывода по поводу процесса рабочей памяти на лица пока что недостаточно. Предыдущие исследования в основном рассматривают процесс узнавания или опознания лиц, которые были известны ранее (в качестве стимулов в таких экспериментах используются изображения лиц знаменитых людей или людей, знакомых участникам эксперимента), то есть изучается не рабочая память, а более долговременные ее формы. Более того, существующие исследования рассматривают мозговые механизмы памяти на лица в целом, без учета возможной специфики мозговой активности на различных стадиях этого процесса (кодирование, удержание и извлечение образов лиц).

Целью данного исследования является изучение электрической активности мозга на разных стадиях процесса рабочей памяти на лица, рассмотрение временной динамики мозговых механизмов этого процесса. Гипотезой исследования является предположение о том, что различные стадии процесса рабочей памяти на лица (восприятие, запоминание, извлечение) реализуются различными структурами мозга, следовательно, электрическая активность мозга будет специфически различаться между стадиями.

Методы

Выборка

В исследовании приняли участие 58 испытуемых-добровольцев (39 женщин и 19 мужчин, средний возраст – $20,9 \pm 5,1$ лет, образование – высшее или неоконченное высшее). Все испытуемые были без заявленных психических или неврологических нарушений, имели нормальное или скорректированное до нормального зрение.

Процедура исследования

Тестирование рабочей памяти на лица состояло из следующих четырех серий.

1. Серия восприятия лиц. Испытуемому на 500 мс предъявлялось изображение одного лица, расположенное по центру экрана компьютера, затем после паузы 1000 мс, во время которой на экране появлялся маскирующий стимул в виде крестика, предъявлялось изображение следующего лица. Всего предъявлялось 150 изображений лиц (50 различных изображений лиц, трижды предъявлявшихся в случайной последовательности). Задачей испытуемого было смотреть на изображения лиц и при предъявлении каждого изображения нажимать на левую кнопку мыши.
2. Серия запоминания лица. Испытуемому на 500 мс предъявлялось изображение одного лица, которое испытуемый должен был запомнить. Затем следовала пауза 1000 мс с маскирующим

стимулом в виде креста фиксации, после чего на 1200 мс предъявлялось изображение пары расположенных рядом лиц. Задачей испытуемого было ответить, расположено запомненное им ранее лицо в предъявленной паре слева, справа или запомненного лица в паре вовсе не было. Ответ давался с помощью мыши – нажатие на левую, правую или центральную кнопку соответственно. Затем после паузы 1000 мс предъявлялась следующая проба (лицо для запоминания и последующая пара лиц). Всего в данной серии тестирования было 90 проб (30 различных изображений лиц и 30 различных пар лиц, трижды предъявлявшихся в случайной последовательности). Пары лиц были составлены так, чтобы количество запоминаемых лиц, расположенных слева или справа в паре или отсутствующих в ней, было одинаковым (по 30 лиц).

3. Серия на узнавание лица. Испытуемому на 1200 мс предъявлялось изображение пары лиц, которое испытуемый должен был запомнить. После паузы 1000 мс с маскирующим стимулом в виде креста на 1000 мс предъявлялось изображение одного лица, и испытуемый должен был ответить, находилось это лицо в запомненной паре слева, справа или его вовсе не было в запомненной паре. Ответ давался с помощью тех же кнопок мыши, что и в предыдущей серии на запоминание лица. Эта серия тестирования также состояла из 90 проб (30 различных изображений лиц и 30 различных пар лиц, трижды предъявлявшихся в случайной последовательности). Пары лиц были также составлены так, чтобы количество запоминаемых лиц, расположенных слева или справа в паре или отсутствующих в ней, было одинаковым (по 30 лиц).

4. В качестве контрольной серии проводилась серия на восприятие сложновербализуемых геометрических фигур, не похожих на лицо. Испытуемому на 500 мс предъявлялось изображение геометрической фигуры, расположенное по центру экрана компьютера, затем после паузы 1000 мс с маскирующим стимулом в виде креста предъявлялось изображение следующей фигуры. Всего предъявлялось 150 изображений геометрических фигур (50 различных фигур, трижды предъявлявшихся в случайной последовательности). Аналогично серии на восприятие лиц задачей испытуемого было смотреть на изображения фигур и при предъявлении каждого изображения нажимать на левую кнопку мыши.

Стимулы

Изображения лиц были сгенерированы в FaceGen Modeller (<http://facegen.com>) [Blanz, Vetter, 1999; Singular Inversions, 2006] – специальном программном обеспечении для создания реалистичных 3D-изображений лица. Каждое лицо было случайным образом сгенерировано с учетом следующих параметров: отклонение от "среднего лица" – 30%, возраст лица – 20–30 лет, раса – европеоидная; были выбраны только мужские лица, для того чтобы избежать влияния побочной переменной (пола) на результаты запоминания лиц. Все стимулы предъявлялись на черном фоне, лица были без волос, в одном ракурсе (анфас) и были одного размера. В контрольной серии на восприятие геометрических фигур использовались изображения сложновербализуемых геометрических фигур, основанные на стимульном материале классического нейропсихологического исследования А.Р.Лурия [Балашова, Ковязина, 2010].

Регистрация ЭЭГ и ВП

Во время всех серий тестирования регистрировалась электроэнцефалограмма с записью меток предъявления стимулов для усреднения вызванных потенциалов. Регистрация ЭЭГ осуществлялась монополярно от 19 отведения по международной системе 10–20% на электроэнцефалографе «Нейро-КМ» компании «Статокин» (Россия) с вводом в компьютер. Для контроля функционального состояния испытуемого перед началом и в конце эксперимента в течение 30 секунд записывалась фоновая ЭЭГ с закрытыми и открытыми глазами. В обеих сериях на восприятие ВП регистрировались на момент предъявления каждого стимула, в серии на запоминание лиц – на момент предъявления первого (одиночного) лица для запоминания, а в серии на узнавание – на момент предъявления второго (одиночного) лица для узнавания, то есть в связи с процессом извлечения образов лиц из рабочей памяти.

Обработка данных

Полученные записи ЭЭГ и ВП обрабатывались и анализировались с помощью системы программ «BrainSys». Записи ЭЭГ были вручную очищены от артефактов, ВП усреднялись в каждой серии для каждого испытуемого в период от 200 мс до и в течение 500 мс после момента предъявления соответствующего стимула.

Результаты

В результате был получен массив данных – по 4 ВП для каждого из испытуемых по каждому отведению. Первоначально была проведена оценка однородности результатов (конфигурации полученных ВП) для испытуемых исследуемой выборки. На основе вычисления коэффициентов корреляции между ВП разных испытуемых одновременно по всем четырём сериям и отведениям, а также последующего факторного анализа полученной корреляционной матрицы было выявлено, что все многообразие индивидуальных форм ВП характеризуется тремя факторами. Первый из которых – генеральный – описывает 48,87% дисперсии данных, а два других – 6,9% и 5% соответственно, которые определялись всего несколькими испытуемыми, имевшими специфические особенности ВП. Остальные факторы характеризуют случайный шум в данных, описывая менее 5% общей дисперсии каждый.

В результате этого анализа удалось определить и исключить из выборки результаты тех испытуемых, чьи ВП оказались сильно «отклоняющимися» от общей формы, после чего остались результаты 39 испытуемых, образующих гомогенную выборку. Повторный факторный анализ их ВП подтвердил, что выделяется только один фактор, описывающий 59,72% дисперсии, а остальные факторы составляют менее 5% каждый, описывая случайные отклонения, то есть можно говорить о том, что полученная подвыборка испытуемых теперь действительно является однородной. Далее для выделенной подгруппы из 39 испытуемых для каждой из четырёх серий тестирования усреднялись групповые ВП; также были вычислены 95% доверительные интервалы оценок этих групповых ВП. На этом основании анализировались различия амплитуд компонентов ВП между сериями тестирования отдельно для каждого отведения.

В итоге значимые различия обнаружены на многих отведениях, однако паттерны этих различий оказываются сходными для ряда отведений. Так, на затылочных отведениях различия в амплитуде ВП наблюдаются преимущественно на ранних компонентах, тогда как амплитуды ВП на лобных, височных, центральных и теменных отведениях – в основном на более поздних латенциях. Так, на затылочных отведениях О1 и О2 амплитуда компонента Р120 значимо больше для задачи на восприятие геометрических фигур по сравнению с задачами на восприятие, запоминание и опознание лиц, причем это отличие более выражено в левом полушарии (отведение О1). Также на отведениях О1 и О2 амплитуда компонента N200 оказывается большей при задаче на восприятие лиц по сравнению со всеми остальными задачами; это отличие является более значимым для правополушарного отведения О2 (см. рис. 1).

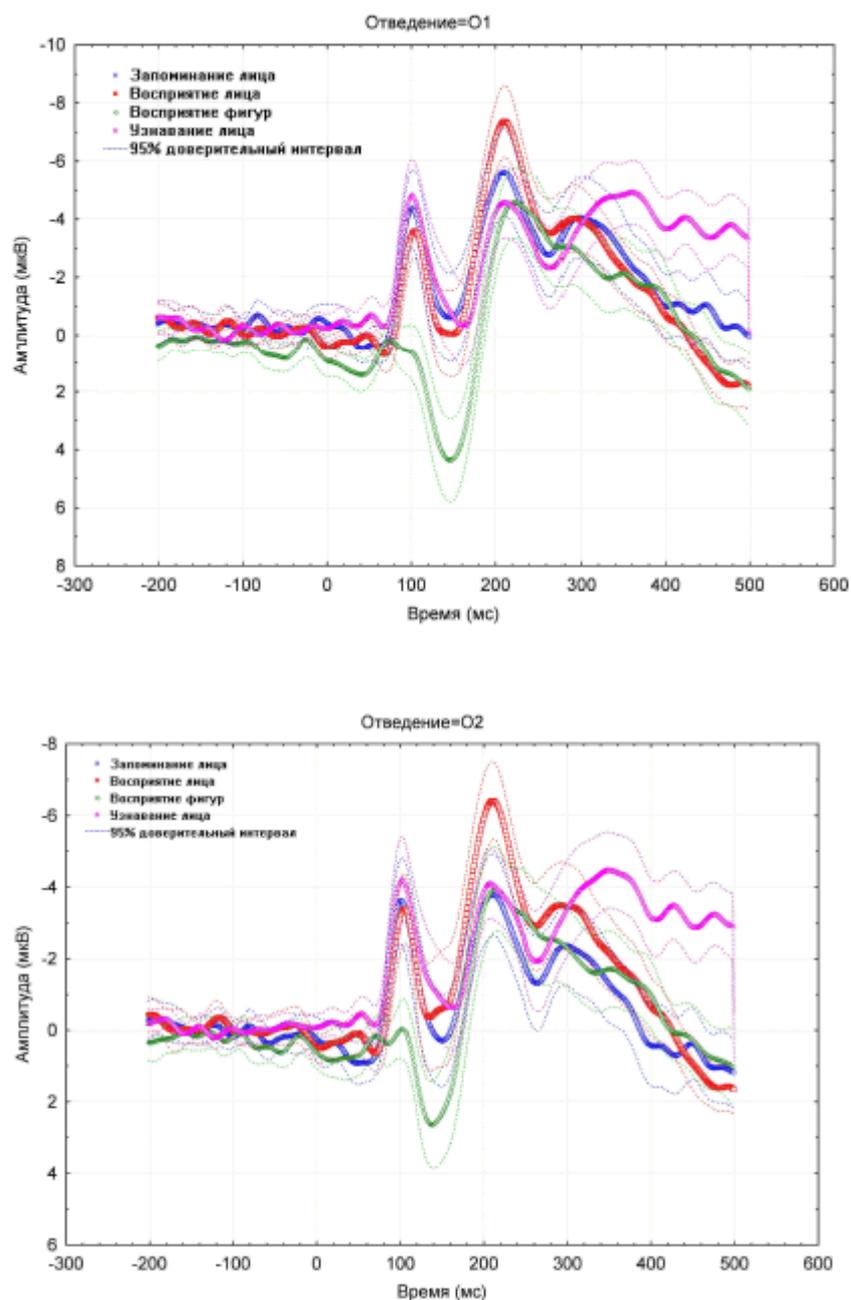


Рис. 1. Вызванные потенциалы, усредненные по всем испытуемым, для четырех серий тестирования и вычисленные для них доверительные интервалы; затылочные отведения O1 и O2.

На лобном отведении F8 и височном отведении T4 наблюдается одинаковый паттерн различий – для серий на запоминание и опознание лиц поздние негативные компоненты (N300-500) оказываются более выраженными, чем для серий на восприятие обоих типов стимулов. Следует отметить, что для аналогичных отведений в левом полушарии таких отличий обнаружено не было (см. рис. 2).

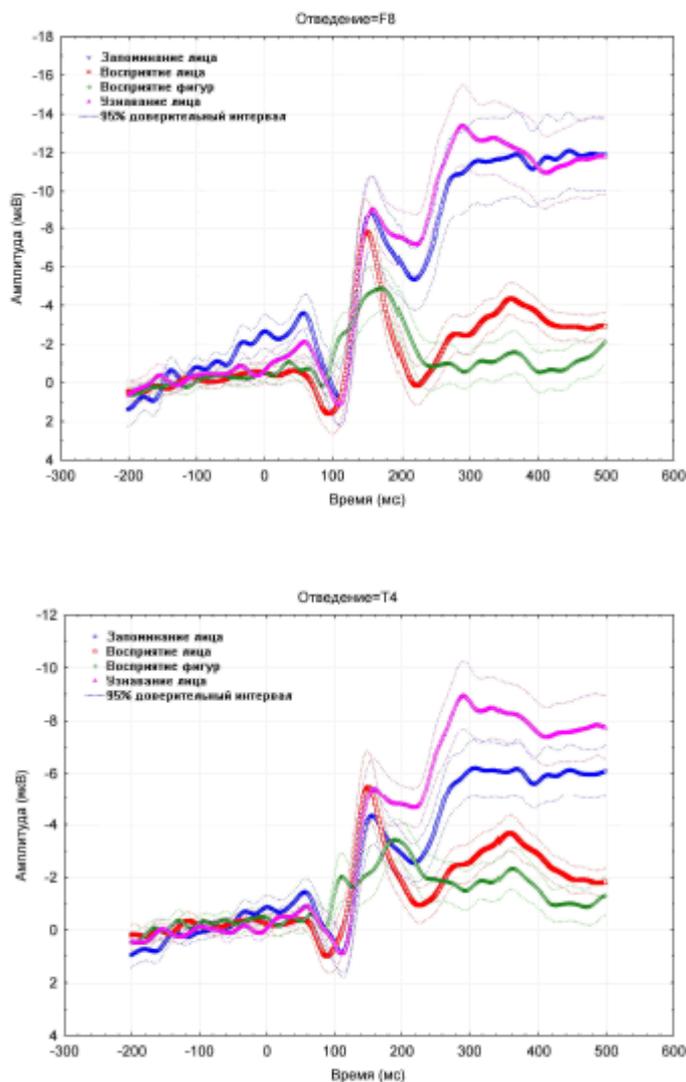
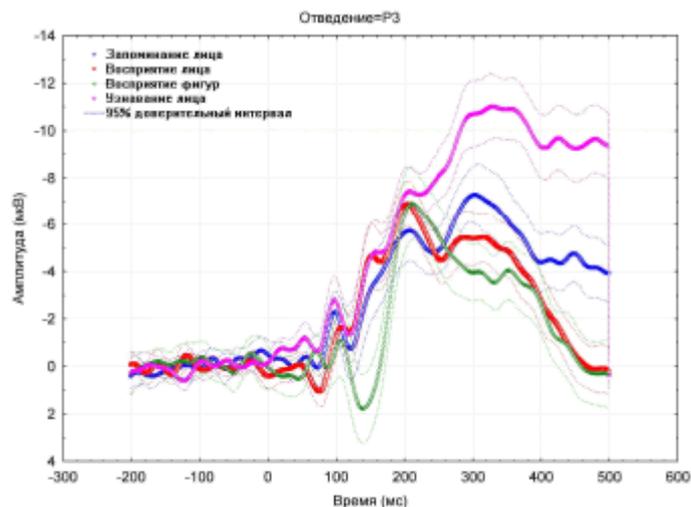


Рис. 2. Вызванные потенциалы, усредненные по всем испытуемым, для четырех серий тестирования и вычисленные для них доверительные интервалы; лобное отведение F8 и височное отведение T4.

Сходный паттерн различий наблюдается для теменных отведений P3 и P4 и для центрального отведения Cz: амплитуда тех же поздних негативных компонентов ВП значимо более выражена в серии на опознание лиц в отличие от остальных трех серий. На центральном отведении Fz амплитуда этих же компонентов наиболее выражена также в серии на узнавание лиц и значимо отличается от амплитуды в остальных трех сериях. Кроме того, на этом отведении также наблюдается значимое различие в амплитуде ВП на этой латенции между серией на запоминание лиц и обеими сериями на восприятие (см. рис. 3).



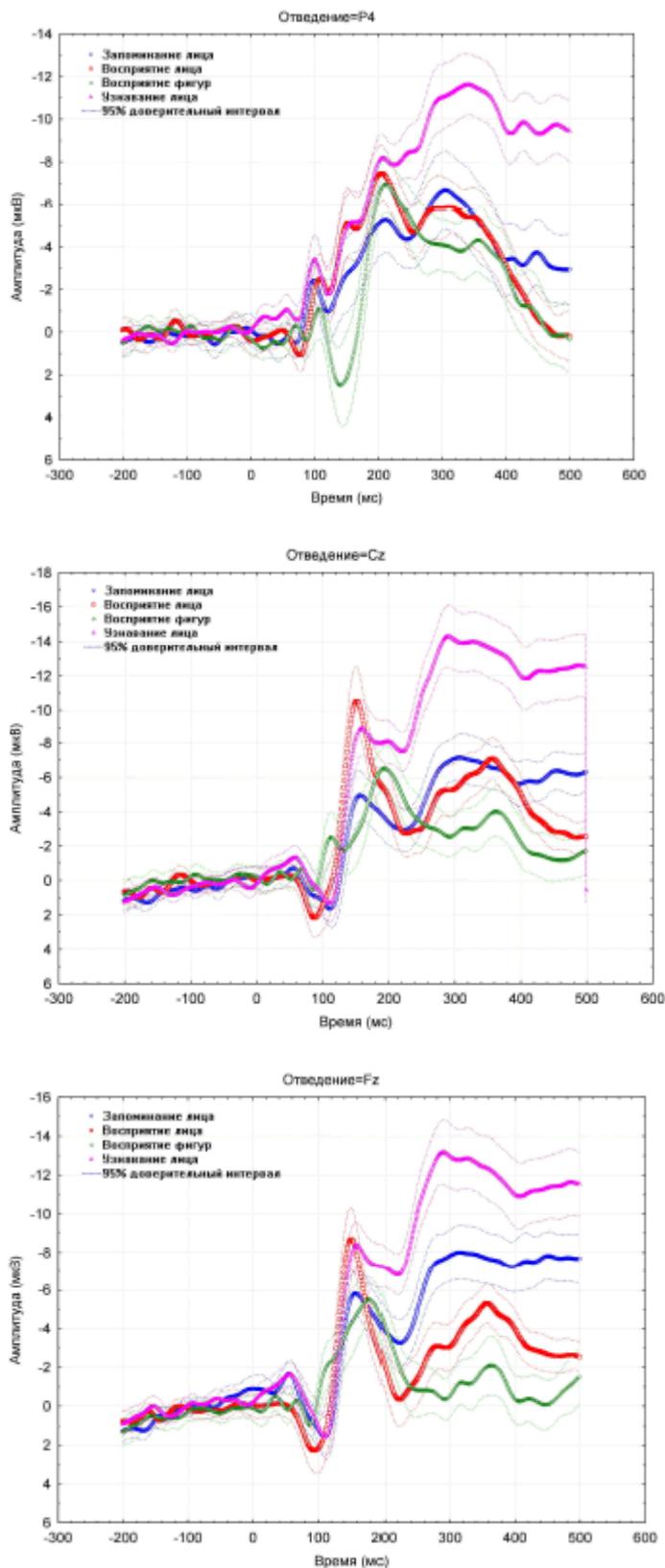


Рис. 3. Вызванные потенциалы, усредненные по всем испытуемым, для четырех серий тестирования и вычисленные для них доверительные интервалы; теменные отведения P3 и P4, центральные отведения Cz и Fz.

Обсуждение

В данном исследовании рассматривались особенности электрической активности мозга, связанной с различными этапами процесса рабочей памяти на лица – восприятие, запоминание и извлечение образов лиц из рабочей памяти. Были выявлены значимые различия в амплитуде ранних и поздних компонентов ВП на разных отведениях для разных задач. Важной тенденцией является то, что на ранних компонентах ВП различия в их амплитуде наблюдаются в основном между разными типами стимулов, тогда как на более поздних компонентах различия, по-видимому, в большей степени связаны именно с выполняемой задачей, то есть с тем или иным этапом процесса рабочей памяти на лица.

Так, для более ранних компонентов ВП наблюдаются различия только на затылочных отведениях. Компонент P120 билатерально более выражен при восприятии геометрических фигур по сравнению со всеми тремя заданиями со стимулами-лицами. Это говорит о том, что ранние процессы обработки информации об изображениях лиц, то есть их восприятие, обеспечиваются мозговыми механизмами, которые отличаются от мозговых механизмов обработки информации других категорий. Латенция P120 относится к зрительному компоненту ВП P100 – позитивной волне ВП, которая, как правило, начинается на латенции 70–90 мс с пиком около 80–130 мс; максимально выражен этот компонент именно на латеральных затылочных отведениях [Mangun, 1995]. Исследования локализации дипольных источников активности показали локализацию компонента P120 в области нижней затылочной коры и задней части фузиформной извилины [Woldorff et al., 1998; Mangun et al., 1997]. Предположительно, волна P120 связана с фиксацией внимания на зрительном стимуле, который возникает в той части поля зрения, в которой испытуемый ожидает его появления [Luck et al., 1994]. В данном исследовании амплитуда P120 оказалась большей при восприятии сложновербализуемых геометрических фигур по сравнению с обработкой информации о лицах, что может быть связано с тем, что сложновербализуемые геометрические фигуры требуют больших затрат ресурса внимания при их восприятии. Так как все стимулы предъявлялись на короткое время (500 мс), обработка информации о сложных фигурах могла потребовать больших усилий по сравнению с обработкой информации о лицах. Это также может быть связано с тем, что лица воспринимаются как целостные образы [Bruce, Humphreys, 1994; Carey, Diamond, 1994; Tanaka, Farah, 1993], тогда как восприятие сложных фигур требует последовательного анализа всех фрагментов. Этим же может объясняться и то, что большие различия в амплитуде P120 обнаружены для левополушарного отведения – известно, что левое полушарие преимущественно обрабатывает информацию последовательно или аналитически, а правое – одновременно или холистически [Bradshaw, Nettleton, 1981].

Также показано, что на затылочных отведениях амплитуда компонента N200 значимо больше для задачи на восприятие лиц по сравнению с другими задачами; это различие более выражено для правополушарного отведения. Этот факт хорошо соотносится с результатами исследования [Allison et al., 1994], в котором производилась регистрация ВП непосредственно с поверхности коры мозга. При восприятии изображений лиц был выявлен выраженный компонент N200 в области затылочно-височной коры. Большая выраженность этого компонента для правополушарного затылочного отведения при восприятии лиц соответствует также многочисленным данным о том, что обработка информации о лицах происходит преимущественно в правом полушарии (см., например, [Liu et al., 2010; Rossion et al., 2003]).

На более поздних компонентах ВП (N300-500) различия были обнаружены между задачами, а не между стимулами – амплитуда этих компонентов оказывается более выраженной для задач на запоминание и извлечение образов лиц и менее выраженной при восприятии как лиц, так и геометрических фигур. При этом наибольшая амплитуда этих компонентов наблюдается для задачи на извлечение образов лиц из рабочей памяти. Это может быть связано с тем, что задача на опознание лиц (извлечение образов) оказалась более сложной, чем задача на их запоминание. Можно заметить, что амплитуда этих компонентов увеличивается с увеличением сложности задачи – наименьшая амплитуда выявлена при восприятии обоих типов стимулов, затем при запоминании лиц, и наибольшая – при извлечении образов лиц. Эти различия преимущественно наблюдаются для височных и лобных отведений в правом полушарии, а также для центральных отведений. Это может говорить о том, что более поздние этапы процесса зрительной рабочей памяти обеспечиваются рядом структур мозга, неспецифически отвечающих за зрительную информацию всех категорий. Большая амплитуда этих компонентов может быть связана не со спецификой стимулов, а со степенью когнитивной нагрузки. Известно, что компонент N400 (негативная волна на латенции 250–500 мс после предъявления стимула) возникает в ответ на значимые или потенциально значимые стимулы

различных категорий – слова, картины, лица и т.д. [Kutas, Federmeier, 2009], что также может объяснять наибольшую выраженность N400 в задаче на извлечение образов лиц из памяти – именно в этом случае испытуемый видит часть лиц не в первый раз (как при их восприятии или запоминании) и оценивает степень их знакомости, то есть в данной задаче стимулы оказываются более значимыми.

Выводы

1. Обнаружены специфические различия в электрической активности мозга, связанные с разными этапами процесса рабочей памяти на лица (при восприятии, запоминании и извлечении образов лиц из рабочей памяти).
2. На ранних этапах (компоненты P120 ВП в области правых затылочных отведений) наблюдаются различия в активации, связанные с обработкой информации об изображениях лиц и не лиц.
3. На более поздних этапах (компоненты N400 ВП в области правых лобных и височных, а также теменных и центральных отведений) обнаружена специфическая активация мозга, связанная с процессами запоминания и узнавания лица.

Литература

- Балашова Е.Ю., Ковязина М.С. Нейропсихологическая диагностика. Классические стимульные материалы. М.: Генезис, 2010.
- Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2006.
- Allison T., Ginter H., McCarthy G., Nobre A.C., Puce A., Luby M., Spencer D.D. Face recognition in human extrastriate cortex. *Journal of Neurophysiology*, 1994, 71(2), 821–825.
- Bentin S., Allison T., Puce A., Perez E., McCarthy G. Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1996, Vol. 8, 551–565.
- Bentin S., Deouell Y. Structural encoding and identification in face-processing: ERP evidence for separate mechanisms. *Cognitive Neurophysiology*, 2000, 17(1/2/3), 35–54.
- Blanz V., Vetter T. A morphable model for the synthesis of 3d faces. *Proceeding from ACM SIGGRAPH Conf. computer graph*, 1999, Vol. 26, 187–194.
- Bradshaw J.L., Nettleton N.C. The nature of hemispheric specialization in man. *Behavioral and Brain Science*, 1981, 4(1), 51–91.
- Bruce V., Humphreys G.W. Recognizing objects and faces. *Visual Cognition*, 1994, 1(2/3), 141–180.
- Carey S., Diamond R. Are faces perceived as configurations more by adults than by children? *Visual Cognition*, 1994, 1(2/3), 253–274.
- Carmel D., Bentin S. Domain Specificity versus expertise: factors influencing distinct processing of faces. *Cognition*, 2002, 83(1), 1–29.
- Curran T. Brain potentials of recollection and familiarity. *Memory and Cognition*, 2000, 28(6), 923–938.
- Curran T., Cleary A.M. Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 2003, 15(2), 191–205.
- Curran T., Hancock J. The FN400 indexes familiarity-based recognition of faces. *NeuroImage*, 2007, 36(2), 464–471.

- Eimer M. Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 2000, 111(4), 694–705.
- Farah M.J. *Visual agnosia: Disorders of object recognition and what they tell us about normal vision*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1990.
- Farah M.J. *The cognitive neuroscience of vision*. Malden, MA: Blackwell, 2000.
- Field T.M., Woodson R., Greenberg R., Cohen D. Discrimination and imitation of facial expressions by neonates. *Science*, 1982, 218 (4568), 179–181.
- George N., Evans J., Fiori N., Davidov J., Renault B. Brain events related to normal and moderately scrambled faces. *Cognitive Brain Research*, 1996, 4(2), 65–76.
- Herron J.E., Quayle A.H., Rugg M.D. Probability effects on event-related potential correlates of recognition memory. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 2003, 16(1), 66–73.
- Herzmann G., Sommer V. Effects of previous experience and associated knowledge on retrieval processes of faces: An ERP investigation of newly learned faces. *Brain Research*, 2010, Vol. 1356, 54–72.
- Kanwisher N. Domain specificity in face perception. *Nature Neuroscience*, 2000, 3(8), 759–763.
- Kanwisher N., McDermott J., Chun M.M. The fusiform face area: A Module in human perception. *Journal of Neuroscience*, 1997, 17(11), 402–431.
- Kutas M., Federmeier K.D. N400. *Scholarpedia*, 2009, 4(10), 7790.
- Laszlo S., Federmeier K.D. Minding the PS, queues, and PXQs: Uniformity of semantic processing across stimulus types. *Psychophysiology*, 2008, 45(3), 458–466.
- Liu J., Harris A., Kanwisher N. Perception of face parts and face configurations: An fmri study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2010, 22(1), 203–211.
- Luck S.J., Hillyard S.A., Mouloua M., Woldorff M G., Clark V.P., Hawkins H.L. Effect of spatial cueing on luminance detectability: Psychophysical and electrophysiological evidence for early selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1994, 20(4), 887–904.
- Mangun G.R. Neural mechanisms of visual selective attention. *Psychophysiology*, 1995, 32(1), 4–18.
- Mangun G.R., Hopfinger J.B., Kussmaul C.L., Fletcher E.M., Heinze H.J. Covariations in ERP and PET measures of spatial selective attention in human extrastriate visual cortex. *Human Brain Mapping*, 1997, Vol. 5, 273–279.
- Moulson M.C., Balas B., Nelson C., Sinha P. EEG correlates of categorical and graded face perception. *Neuropsychologia*, 2011, 49 (14), 3847–3853.
- Puce A., Allison T., Asgari M., Gore J.C., McCarthy G. Differential sensitivity of human visual cortex to faces, letterstrings, and textures: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 1996, 16 (16), 5205–15.
- Rossion B., Caldara R., Seghier M., Schuller A.-M., Lazeyras F., Mayer E. A network of occipito-temporal face-sensitive areas besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. *Journal of Neurology*, 2003, 250(11), 2381–2395.
- Sergent J., Ohta S., MacDonald B. Functional neuroanatomy of face and object processing. *Brain*, 1992, 115(1), 15–36.

Singular Inversions. Facegen 3.1 full software development kit documentation, 2006.

Tanaka J.W., Farah M.J. Parts and wholes in face recognition. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1993, 45(A3), 34–79.

Vilberg K.L., Rugg M.D. Functional significance of retrieval-related activity in lateral parietal cortex: Evidence from fMRI and ERPs. Human Brain Mapping, 2009, 30(5), 1490–1501.

Woldorff P.T., Matzke M., Lancaster J.L., Veeraswamy S., Zamarripa F., Seabolt M., Jerabek P. Retinotopic organization of early visual spatial attention effects as revealed by PET and ERPs. Human Brain Mapping, 1998, 5(4), 280–286.

Young A.W., Reid I., Wright S., Hellowell D.J. Face-processing impairments and the Capgras delusion. British Journal of Psychiatry, 1993, Vol. 162, 695–698.

Поступила в редакцию 21 июля 2015 г. Дата публикации: 29 декабря 2015 г.

[Сведения об авторах](#)

Пясик Мария Михайловна. Психолог-специалист, аспирант, кафедра психофизиологии, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 Москва, Россия.

E-mail: curarine@gmail.com

Вартанов Александр Валентинович. Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, ул. Моховая, д. 11, стр. 9, 125009 Москва, Россия.

E-mail: a_v_vartanov@mail.ru

[Ссылка для цитирования](#)

Стиль psystudy.ru

Пясик М.М., Вартанов А.В. Восприятие, запоминание и узнавание лица: электрофизиологическое исследование рабочей памяти. Психологические исследования, 2015, 8(44), 5. <http://psystudy.ru>

Стиль ГОСТ

Пясик М.М., Вартанов А.В. Восприятие, запоминание и узнавание лица: электрофизиологическое исследование рабочей памяти // Психологические исследования. 2015. Т. 8, № 44. С. 5. URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: чч.мм.гггг).

[Описание соответствует ГОСТ Р 7.0.5-2008 "Библиографическая ссылка". Дата обращения в формате "число-месяц-год = чч.мм.гггг" – дата, когда читатель обращался к документу и он был доступен.]

Адрес статьи: <http://psystudy.ru/index.php/num/2015v8n44/1209-pyasik44.html>

[К началу страницы >>](#)