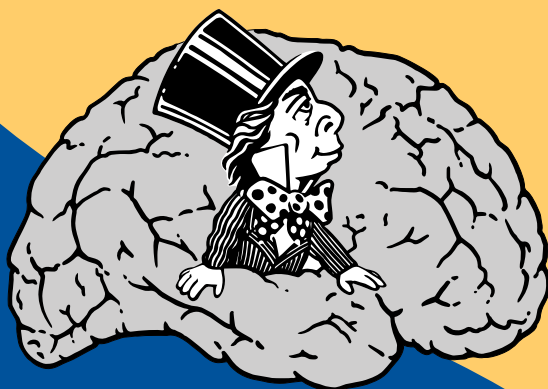


КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9
ББК 88.25
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

ОПОЗНАНИЕ СЛОЖНЫХ СТИМУЛОВ ПРИ ИХ МАСКИРОВКЕ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ. ВЛИЯНИЕ КАТЕГОРИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ МАСКИ

Н. Ю. Герасименко*, А. Б. Кушнир, Е. С. Михайлова
nataliagerasimenko@gmail.com

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва

Аннотация. Цель работы – оценить эффективность прямой маскировки двумя категориями социально значимых изображений – зданиями и лицами людей, а также проанализировать влияние низкочастотной фильтрации (НЧФ) маски. В исследовании участвовали 20 испытуемых (24.9 ± 1.0 лет). Стимулами и масками служили черно-белые фотографии бытовых предметов, зданий и лиц. Длительность предъявления маски 100 мс, сразу после нее на экране появлялся стимул (100 мс). Регистрировали время реакции (ВР) и точность опознания, а также ЭЭГ высокой плотности. ВР опознания стимула меньше при маске-лице, чем при маске-здании. НЧФ маски снижала точность опознания только при маскировке зданиями. Амплитуды ранних компонентов ВР зависели и от категории, и от фильтрации маски. При маскировке лицами амплитуды затылочно-височного N50 и лобного P50 были больше, чем при маске-здании, НЧФ маски приводила к их снижению. Среднелатентные компоненты N150 и P200 в большей степени зависели от фильтрации маски, чем от ее категории. НЧФ маски приводила к увеличению N150 в лобных и затылочно-височных областях, а также снижению P200 в затылочных. Влияние категории проявлялось только в увеличении амплитуды затылочно-височного N150 при маске-лице. Мы предполагаем, что меньшее маскирующее воздействие лиц связано с их способностью увеличивать пространственное внимание. НЧФ приводила к затруднению переработки информации о маскирующем изображении, что усложняло разделение значимой и незначимой информации.

Ключевые слова: человек, зрение, опознание, прямая маскировка, лицо, низкочастотная фильтрация, внимание, вызванные потенциалы

Введение

В повседневной жизни зрительная система человека перерабатывает информацию о множестве различных объектов, поэтому разделение значимых и незначимых сигналов является одной из важных проблем зрительного восприятия. Нередко в качестве нерелевантных сигналов выступают социально значимые стимулы: лица людей, здания (Guyader et al., 2017). Известно, что

лица, независимо от их релевантности, увеличивают пространственное внимание человека (Carretie, 2014). Изображения зданий содержат в себе пространственную информацию и воспринимаются как «метки на местности», играя важную роль в навигации (Sala et al., 2003). Ранее мы показали, что нерелевантные по отношению к выполняемой задаче лица и здания не оказывают маскирующего действия (Герасименко и др., 2013, 2017).

Цель настоящей работы — на модели прямой маскировки сравнить влияние нерелевантных изображений лиц и зданий на опознание значимых стимулов — бытовых предметов. Для анализа роли частотных характеристик стимулов в механизме прямой маскировки наряду с интактными (нефильтрованными) масками мы использовали изображения лиц и зданий после их низкочастотной фильтрации (НЧФ).

Методика

В исследовании участвовало 20 испытуемых (10 женщин и 10 мужчин) в возрасте от 20 до 36 лет (24.9 ± 1.0). Стимулами служили черно-белые фотографии бытовых предметов, масками — черно-белые фотографии домов и лиц. Изображения предметов и домов взяты из интернета, лица с нейтральным эмоциональным выражением — из базы фотографий Университета Неймегена (Langner et al., 2010). В одной серии экспериментов использовали интактные маски, в другой — НЧФ (2 цикла/град.).

Предъявление стимулов, регистрацию точности и времени реакции (ВР) осуществляли с помощью программы E-Prime 2.0 и выносной клавиатуры Serial Response Box. В каждой серии испытуемый опознавал четыре категории стимулов, например, туфли, лампы, зонты и кувшины. В каждой серии использовали 48 изображений: 32 маски (16 зданий и 16 лиц) и 16 релевантных стимулов (по 4 изображения каждой категории), из которых были составлены 96 пар «маска-стимул», каждая из которых предъявлялась один раз. Сначала на экране на 100 мс появлялась маска, сразу после нее на 100 мс предъявляли стимул. Межстимульный интервал варьировал от 2.8 до 3.2 с.

Регистрировали ЭЭГ высокой плотности с помощью 128-канального электроэнцефалографа фирмы Geodesics (Electrical Geodesics Inc., USA) с частотой квантования сигнала 500 Гц, а также ВР и точность опознания. Проводили усреднение вызванных потенциалов (ВП) на релевантный стимул для каждой категории маски с учетом ее пространственной частоты. Анализировали адаптивные максимумы/минимумы (амплитуду на интервале от 2 мс до пика до 2 мс после пика) амплитуд ранних и среднелатентных компонентов ВП в симметричных затылочных, височных и лобных кластерах электродов. Статистический анализ проводили с использованием дисперсионного анализа ANOVA RM с учетом факторов ФИЛЬТРАЦИЯ (интактная, НЧФ маски), КАТЕГОРИЯ МАСКИ (лицо, предмет), ПОЛУШАРИЕ и ОБЛАСТЬ (ВИСОЧНАЯ, ЗАТЫЛОЧНАЯ при анализе N50) и с поправкой Ньюмена–Кейлса на множественные сравнения.

Результаты

Анализ поведения. Для ВР выявлен эффект КАТЕГОРИИ МАСКИ ($F_{1,19} = 11.85$; $p < .01$): при маске-лице ВР меньше, чем при маске-здании. Для точности выявлено взаимодействие КАТЕГОРИЯ МАСКИ \times ФИЛЬТРАЦИЯ ($F_{1,19} = 6.07$, $p < .05$): при маскировке лицами она не зависела от частотных характеристик, для зданий она снижалась при НЧФ маски.

Анализ ранних компонентов ВП. Через 50 мс после начала предъявления стимула (это 150 мс после маски) в затылочно-височных областях регистрировали негативность N50, в лобных – позитивность P50 (рис. 1). Для N50 выявлены эффекты ОБЛАСТИ ($F_{1,19} = 14.93$; $p < .001$): амплитуда выше в височных областях по сравнению с затылочными ($.01 < p < .05$), ФИЛЬТРАЦИИ ($F_{1,19} = 28.31$; $p < .0005$): амплитуда больше для интактных масок по сравнению с НЧФ ($.001 < p < .05$), и КАТЕГОРИИ МАСКИ ($F_{1,19} = 31.84$; $p < .0005$): при маске-здании амплитуда меньше, чем при маске-лице ($.001 < p < .05$). Также выявлено взаимодействие ОБЛАСТЬ \times ФИЛЬТРАЦИЯ ($F_{1,19} = 6.85$; $p < .05$): влияние фильтрации маски было заметнее в затылочных областях, и ОБЛАСТЬ \times КАТЕГОРИЯ МАСКИ ($F_{1,19} = 24.12$; $p < .0005$): влияние категории было отчетливее в височных ($.001 < p < .01$).

Для амплитуды лобного компонента P50 дисперсионный анализ ANOVA RM выявил эффекты ФИЛЬТРАЦИИ ($F_{1,19} = 4.59$; $p < .05$): НЧФ маски приводила к снижению амплитуды ($p < .05$), и КАТЕГОРИИ МАСКИ ($F_{1,19} = 67.63$; $p < .0005$): независимо от фильтрации маски амплитуда компонента больше при маске-лице по сравнению со зданиями ($.01 < p < .001$).

Анализ среднелатентных компонентов ВП. Для амплитуды компонента N150 в затылочных и височных областях выявлен эффект ФИЛЬТРАЦИИ ($F_{1,19} = 7.21$; $p < .05$ и $F_{1,19} = 12.84$; $p < .01$, соответственно) и КАТЕГОРИИ МАСКИ ($F_{1,19} = 7.05$; $p < .05$ и $F_{1,19} = 5.94$; $p < .05$). Амплитуда компонента была больше при маскировке лицами ($.001 < p < .05$) и увеличивалась при использовании НЧФ-масок ($.01 < p < .05$). Для амплитуды P200 выявлен эффект ФИЛЬТРАЦИИ

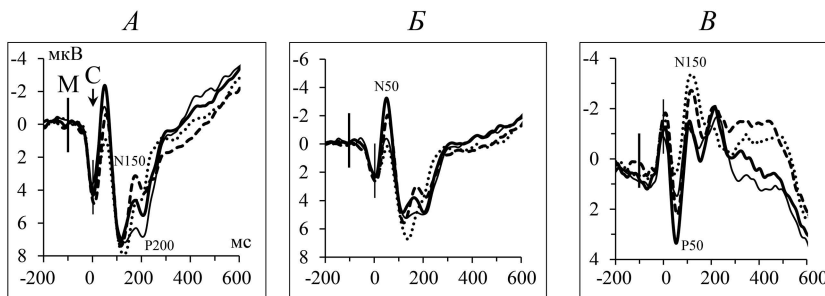


Рисунок 1. Усредненные зрительные ВП правых затылочного (А), височного (Б) и лобного (В) отведений при опознании предметов, замаскированных интактными и НЧФ зданиями и лицами. По оси абсцисс – время (мс), по оси ординат – амплитуда (мкВ). Варианты масок: толстая сплошная линия – нефильтрованные лица, штриховая линия – НЧФ лица, тонкая сплошная линия – нефильтрованные здания, точечная линия – НЧФ здания. Вертикальными линиями обозначены моменты предъявления на экране маски (толстая линия) и стимула (тонкая линия). Обозначены пики компонентов N50, P50, N150 и P200

($F_{1,19} = 20.60$; $p < .0005$) и взаимодействие ФИЛЬТРАЦИЯ × КАТЕГОРИЯ МАСКИ ($F_{1,19} = 6.07$; $p < .05$). НЧФ маски приводила к снижению амплитуды, более выраженному для маски-здания ($p < .0005$) по сравнению с маской-лицом ($p < .05$). В лобных областях для амплитуды N150 выявлен эффект фактора ФИЛЬТРАЦИЯ ($F_{1,19} = 8.22$; $p < .01$), при маскировке НЧФ-изображениями амплитуда увеличивалась ($.05 < p < .01$).

Обсуждение и выводы

При маскировке лицами стимул опознавался быстрее, чем при маске-здании, что соответствует ранее полученным данным (Pourtois et al., 2004; Герасименко и др., 2013; 2017). Точность опознания не зависела от категории маски: НЧФ снижала точность только для масок-зданий, что может быть объяснено тем, что даже НЧФ-лица способны увеличивать пространственное внимание (Holmes et al., 2005).

Амплитуда ранних компонентов ВП зависела от категории маски и была больше при маскировке лицами. Увеличение амплитуды N50 при маске-лице может быть обусловлено тем, что в задневисочных отделах коры этот стимул мог вызвать специфичную для лица высокоамплитудную негативность (Nakashima et al., 2008). Увеличение P50 в лобных областях при маске-лице отражает рост экзогенного внимания (Potts, 2004). НЧФ маски приводит к уменьшению амплитуды ранних компонентов, что, предположительно, может быть связано со снижением глубины переработки маскирующего изображения и затруднением его торможения (Gibbons et al., 2014). На амплитуду средне-латентных компонентов в большей степени влияла НЧФ маски, чем ее категориальная принадлежность. НЧФ маски вызывала увеличение N150 в лобных и каудальных отделах и снижение P200 в затылочных. Полученные результаты согласуются с предположением о существовании в зрительной системе механизма быстрой передачи низкочастотной информации в лобные области коры, которые в дальнейшем оказывают модулирующее влияние на более детальную переработку изображения в нижневисочной коре (Bar et al., 2006). Можно предположить, что увеличение N150 при НЧФ маски связано с усилением этих нисходящих влияний (Peugin et al., 2010). Более высокую амплитуду затылочного P200 можно рассматривать как показатель более успешного подавления нерелевантной информации при использовании интактной маски по сравнению с НЧФ (Neumann et al., 2018).

Литература

Герасименко Н. Ю., Славуцкая А. В., Калинин С. А., Крылова М. А., Михайлова Е. С. Зрительное опознание в условиях прямой маскировки. Сравнительный анализ маскирующих эффектов лицевых и нелицевых стимулов // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2017. Т. 67. № 2. С. 180 – 195. doi:10.7868/s004446771702006x

Герасименко Н. Ю., Славуцкая А. В., Калинин С. А., Куликов М. А., Михайлова Е. С. Опознавание зрительных образов в условиях их прямой маскировки. Влияние категориальной близости значимого и маскирующих изображений // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2013. Т. 63. № 4. С. 419 – 430.

Bar M., Kassam S., Ghuman A. S., Boshyan J., Schmid A. M., Dale A. M., Hamalainen M. S., Marinkovic K., Schacter D. L., Rosen B. R., Halgren E. Top-down facilitation of visual recognition // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2006. Vol. 103. No. 2. P. 449 – 454. doi:10.1073/pnas.0507062103

Carrette L. Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: a review // Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience. 2014. Vol. 14. No. 4. P. 1228 – 1258. doi:10.3758/s13415-014-0270-2

Gibbons H., Bachmann O., Stahl J. The more you ignore me the closer I get: An ERP study of evaluative priming // Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience. 2014. Vol. 14. No. 4. P. 1467 – 1484. doi:10.3758/s13415-014-0289-4

Guyader N., Chauvin A., Boucart M., Peyrin C. Do low spatial frequencies explain the extremely fast saccades towards human faces? // Vision Research. 2017. Vol. 133. P. 100 – 111. doi:10.1016/j.visres.2016.12.019

Holmes A., Winston J. S., Eimer M. The role of spatial frequency information for ERP components sensitive to faces and emotional facial expression // Cognitive Brain Research. 2005. Vol. 25. No. 2. P. 508 – 520. doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.08.003

Langner O., Dotsch R., Bijlstra G., Wigboldus D. H. J., Hawk S. T., van Knippenberg A. Presentation and validation of the Radboud Faces Database // Cognition & Emotion. 2010. Vol. 24. No. 8. P. 1377 – 1388. doi:10.1080/02699930903485076

Nakashima T., Kaneko K., Goto Y., Abe T., Mitsudo T., Ogata K., Makinouchi A., Tobimatsu S. Early ERP components differentially extract facial features: Evidence for spatial frequency-and-contrast detectors // Neuroscience Research. 2008. Vol. 62. No. 4. P. 225 – 235. doi:10.1016/j.neures.2008.08.009

Neumann M. F., Viska C. G., van Huis S., Palermo R. Similar distraction, but differential suppression, for faces and non-face objects: Evidence from behaviour and event-related potentials // Biological Psychology. 2018. Vol. 139. P. 39 – 46. doi:10.1016/j.biopsycho.2018.09.011

Peyrin C., Michel C. M., Schwartz S., Thut G., Seghier M., Landis T., Marendaz C., Vuilleumier P. The neural substrates and timing of top-down processes during coarse-to-fine categorization of visual scenes: a combined fMRI and ERP study // Journal of Cognitive Neuroscience. 2010. Vol. 22. No. 12. P. 2768 – 2780. doi:10.1162/jocn.2010.21424

Potts G. F. An ERP index of task relevance evaluation of visual stimuli // Brain and Cognition. 2004. Vol. 56. No. 1. P. 5 – 13. doi:10.1016/j.bandc.2004.03.006

Pourtois G., Grandjean D., Sander D., Vuilleumier P. Electrophysiological correlates of rapid spatial orienting towards fearful faces // Cerebral Cortex. 2004. Vol. 14. No. 6. P. 619 – 633. doi:10.1093/cercor/bhh023

Sala J. B., Rama P., Courtney S. M. Functional topography of a distributed neural system for spatial and nonspatial information maintenance in working memory // Neuropsychologia. 2003. Vol. 41. No. 3. P. 341 – 356. doi:10.1016/s0028-3932(02)00166-5

COMPLEX STIMULI IDENTIFICATION UNDER FORWARD MASKING BY SOCIALLY SIGNIFICANT IMAGES: THE INFLUENCE OF MASK CATEGORY AND SPATIAL FREQUENCY

N. Y. Gerasimenko*, A. B. Kushnir, E. S. Mikhailova

nataliagerasimenko@gmail.com

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia

Abstract. The aim of the present study was to evaluate the effectiveness of forward masking by two categories of socially significant images – houses and people’s faces – as well as

to analyze the influence of low spatial frequency (LSF) masks on stimulus identification. Twenty people participated in this study (average age: 24.9 ± 1.0 years). Black and white photographs of everyday objects (houses and faces) served as stimuli and masks. The duration of the mask presentation was 100 ms, and immediately after it a stimulus appeared on the screen (100 ms). The reaction time (RT) and accuracy of the response were recorded, along with a high-density EEG. The face mask decreased the RT of stimulus identification in comparison with the house mask. LSF house masks decreased the recognition accuracy. Early component amplitudes of the event related potentials depended on the category and spatial frequency of the mask. The face mask elicited greater occipital-temporal N50 and frontal P50 amplitudes. The LSF mask led to a decrease of these components. The mid-latency components N150 and P200 were more dependent on a mask's spatial frequency than on its category. The LSF masks led to an increase in N150 in the frontal and occipital-temporal areas, as well as a decrease in P200 in the occipital ones. The mask category influenced only the amplitude of the occipital-temporal N150, which was higher under masking by the face. We assume that the weak masking effect of faces is related to their ability to increase spatial attention. LSF worsens mask processing that causes interference of mask and target visual information and impairment of stimulus recognition.

Keywords: human, vision, recognition, forward masking, face, low spatial frequency, attention, event related potential