

ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПОВСЕДНЕВНОГО АНАЛИЗА

Г. А. Моисеенко, С. В. Пронин, Ю. Е. Шелепин

ФГБУН «Институт физиологии имени И. П. Павлова» РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

VISUAL PERCEPTION AND DECISION-MAKING, NEW TECHNOLOGIES OF THEIR EVERYDAY ANALYSIS

G. A. Moiseenko, S. V. Pronin, Yu. E. Shelepin

I. P. Pavlov Institute of physiology, Saint Petersburg, Russia

Резюме

Цель: исследование зрительного восприятия, принятия решения и оценка остроты зрения в режиме распознавания с помощью использования двух различных инструкций наблюдателю: 1) классифицировать изображения по признакам живой/неживой, 2) классифицировать изображения по признакам четкий/размытый объект.

Материалы и методы. Метод когнитивных вызванных потенциалов, вейвлетная фильтрация изображений.

Результаты. Инструкция может быть любой, а экспериментатор, анализируя отклики мозга, может оценить возможности распознавания изображений и принятия решений, даже при желании испытуемым обмануть экспериментатора.

Заключение. Разработан оригинальный метод исследования зрительного восприятия, принятия решения и оценки остроты зрения (3 рис., библи.: 2 ист.).

Ключевые слова: вейвлетная фильтрация, влияние инструкции наблюдателю, классификация изображений, когнитивные вызванные потенциалы мозга, острота зрения.

Статья поступила в редакцию 03.07.2018 г.

Summary

Objective: A study of visual perception, decision making and assessment of visual acuity in recognition mode using two different instructions to the observer: 1) classify images by signs of animate/inanimate, 2) classify images on the basis of a clear/fuzzy object.

Materials and methods. Method of cognitive evoked potentials, wavelet filtration of images.

Results. The instruction can be any, and the experimenter, analyzing the responses of the brain, can evaluate the possibilities of image recognition and decision-making, even if the subject wants to deceive the experimenter.

Conclusion. An original method of studying visual perception, decision making and assessment of visual acuity was developed (3 figs, bibliography: 2 refs).

Key words: cognitive evoked potentials of the brain, images classification, instructions influence to the observer, visual acuity, wavelet filtration.

Article received 03.07.2018.

ВВЕДЕНИЕ

В повседневной деятельности человека работают два механизма зрительного восприятия: определение глобальных и локальных информативных признаков объектов [1]. Нейрофизиологические основы этих механизмов — пространственно-частотные каналы с настройкой на разные пространственные частоты [2]. Пространственно-частотная фильтрация тестовых изображений позволяет усилить высокие пространственные частоты, обеспечивающие восприятие локальных свойств изображения, или, наоборот, их подавить и выделить низкочастотную составляющую в изображении. При наблюдении естественных сцен, или нефiltroванных изображений, происходит переключение с одного канала на другой. Это переключение обеспечивает механизм избирательного внимания. В процессе повседневного офтальмологического измерения остроты зрения пациента врач управляет вниманием пациента с помощью словесной инструкции. Инструкция позволяет концентрировать

внимание пациента на выделении локальных элементов изображений, например определять положение (ориентацию) разрыва в кольце Ландольта. Принятие решения при выполнении пациентом даже такой простой задачи требует вовлечения структур головного мозга от первичных каскадов собственно зрительной системы до лобных областей коры и требует включения в работу механизмов принятия решений и обеспечения моторного ответа. Это довольно простая задача классификации требует активного участия и добросовестного выполнения инструкции пациентом. Объективизация измерений остроты зрения или контрастной чувствительности различными методами регистрации вызванных потенциалов на решетки разной пространственной частоты позволяет оценить приход сигнала в зрительную кору, но не его осознание. Нейроофтальмологическая диагностика центральных поражений головного мозга, механизмов принятия решений о наблюдаемом изображении требует более изощренных методов.

ЦЕЛЬ

Целью данного исследования является изучение зрительного восприятия, принятия решения и оценка остроты зрения в режиме распознавания методом вызванных потенциалов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для усиления локальных признаков изображений применили высокочастотную фильтрацию, для их подавления и сохранения только гештальта изображения применили низкочастотную фильтрацию. На рис. 1 представлены примеры рисунков двух классов изображений. Изображения предъявляли

бинокулярно на электронно-лучевом мониторе с кадровой частотой 100 Гц и разрешением экрана 1024×768 . Средняя яркость и контраст всех стимулов были одинаковы. Расстояние между монитором и глазами испытуемого составляло 1,5 м. Размер изображений — 3 угл. град. Изображения предъявляли в случайном порядке на 100 мс с интервалом в 1 с.

Исследование состояло из двух серий с одинаковым дизайном эксперимента, но двумя разными инструкциями наблюдателю:

- 1) классифицировать изображения по признакам «живой/неживой»;
- 2) классифицировать изображения по признакам «четкий/размытый».

В обеих сериях исследований применяли метод когнитивных вызванных потенциалов. Регистрация

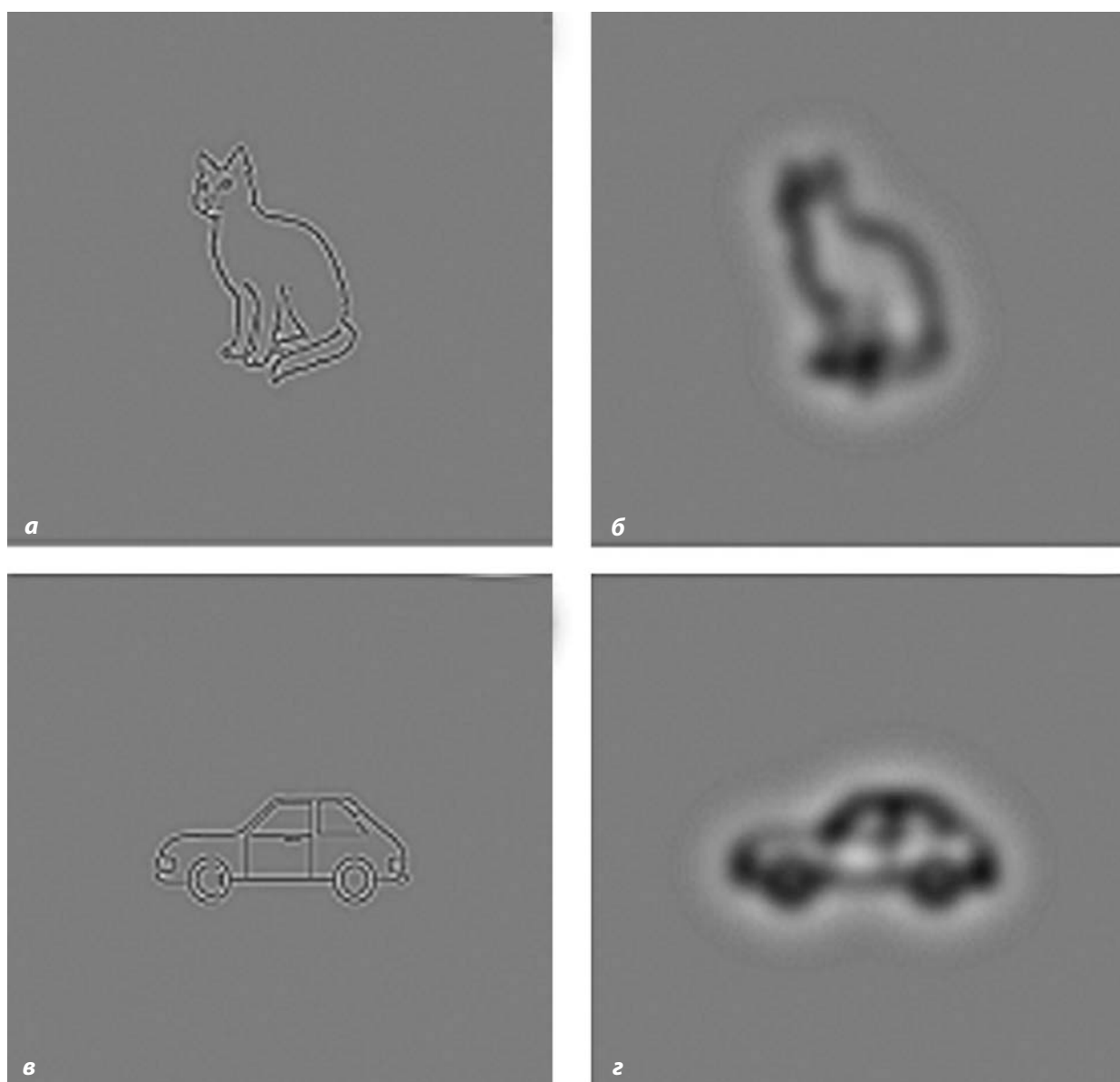


Рис. 1. Примеры двух классов черно-белых изображений — объектов живой природы, отфильтрованных с помощью вейвлетной фильтрации на высокой (а) и низкой пространственных частотах (б), и объектов неживой природы, отфильтрованных с помощью вейвлетной фильтрации на высокой (а) и низкой пространственных частотах (г)

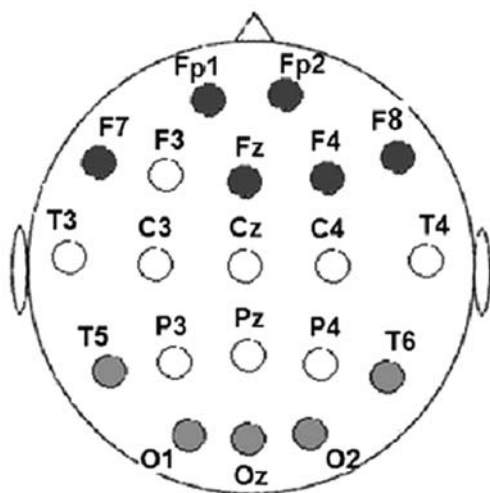


Рис. 2. Влияние инструкции наблюдателю на процесс классификации изображений. Области мозга, которые активировались независимо от инструкции, выделены светло-серым и темно-серым цветом (компоненты N170 и P200). Темно-серым цветом отмечены электроды, имеющие положительную полярность, а светло-серым — отрицательную

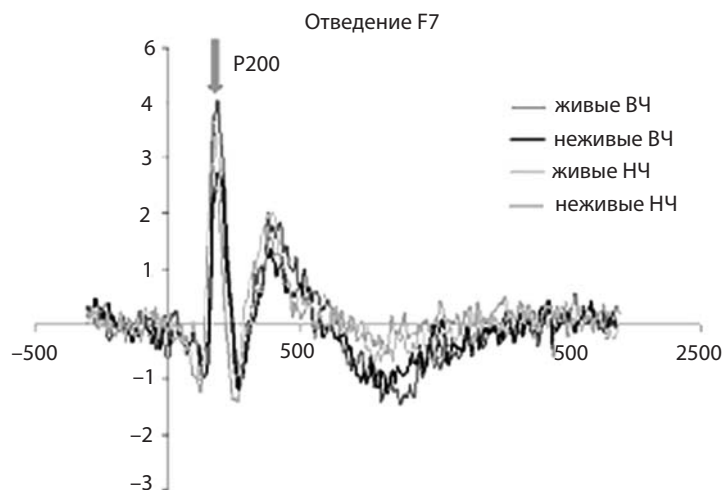


Рис. 3. Пример оценки результатов исследования — лобное отведение F7 при инструкции наблюдателю определять четкие и размытые изображения. Показаны различия по амплитуде вызванных потенциалов на изображения 4 классов стимулов при инструкции наблюдателю классифицировать четкие и размытые изображения (изображения живой природы, отфильтрованные на высоких пространственных частотах, — живые ВЧ; изображения неживой природы, отфильтрованные на высоких пространственных частотах, — неживые ВЧ; изображения живой природы, отфильтрованные на низких пространственных частотах, — живые НЧ; изображения неживой природы, отфильтрованные на низких пространственных частотах, — неживые НЧ). Стрелкой отмечен компонент P200, в котором наблюдались различия только по семантическим признакам (живые — неживые объекты)

вызванных потенциалов проводилась по схеме 10–20 с референтными ушными электродами. Регистрацию и обработку электроэнцефалограммы (ЭЭГ) проводили с помощью энцефалографа фирмы «Мицар-ЭЭГ-201». Для оценки статистической значимости различий амплитуды вызванных потенциалов использовали Т-критерий Вилкоксона (Wilcoxon matched pairs test). Результаты считали значимыми при $p < 0,05$. Для анализа вызванных потенциалов использовали пространственно-временной анализ. Анализировали основные компоненты вызванных потенциалов: компоненты P100 и N100, P170 и N170, P250 и N250, P300–500. Затем сравнивали результаты экспериментов между собой.

Испытуемые 1-го исследования: 21 доброволец — 17 женщин и 4 мужчины были в возрасте от 20 до 38 лет.

Испытуемые 2-го исследования: 21 доброволец — 13 женщин и 8 мужчин были в возрасте от 18 до 36 лет.

В обеих группах острота зрения была не менее 1 или откорректирована до нормы зрения очковыми линзами. Все испытуемые были праворукими и без неврологических патологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установили, что в эксперименте с 1-й инструкцией происходила параллельная обработка на-

блюдаемого сигнала по разным семантическим и физическим признакам изображений. В эксперименте со 2-й инструкцией также происходила параллельная обработка, но по сравнению с экспериментом с 1-й инструкцией были выделены отклики в компоненте N170 в затылочных, височных и в компоненте P200 в лобных отделах мозга, связанные с семантикой изображений даже в том случае, когда задача испытуемого заключалась в классификации по физическим признакам изображений объектов. Результаты сравнения экспериментов с двумя инструкциями представлены на рис. 2.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что, когда испытуемый классифицирует по инструкции («размытое/неразмытое» изображение объекта), экспериментатор может по вызванным потенциалам в височной и лобной коре определить, что неосознанно происходит классификация объектов живой и неживой природы. Различная пространственно-частотная фильтрация изображения или управление дистанцией наблюдения дают возможность определить разрешающую способность наблюдателя независимо от принимаемого наблюдателем решения. Пример такого анализа представлен на рис. 3. Статистический контроль нажатий кнопки ответа позволяет определить стратегию поведения, избранную испытуемым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, давая различную инструкцию наблюдателю, можно выделить и измерить осознанный и неосознанный отклик в мозге. Классифицируя отклики в мозге на живые и неживые или на четкие

и размытые изображения объектов, экспериментатор может оценить возможности распознавания изображений и принятия решений, даже при желании испытуемым обмануть экспериментатора. Данный метод является новым для офтальмологии, нейроофтальмологии и в экспертизе трудоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Shelepin Yu. E., Chikhman V. N., Pronin S. V., Foreman N.* Local and global analysis in the visual system. In: Modern psychophysics. Chapter in the monograph. Moscow: Institute of Psychology RAS; 2009. 542. Russian (*Шелепин Ю. Е., Чихман В. Н., Пронин С. В., Фореман Н.* Локальный и глобальный анализ в зрительной системе. В кн.: Современ-

ная психофизика. Глава в монографии. М.: Институт психологии РАН; 2009. 542.)

2. *Krasil'nikov N. N., Shelepin Yu. E.* Functional model of vision. Journal of Optical Technology. 1997; 64 (2): 72–82. Russian (*Красильников Н. Н., Шелепин Ю. Е.* Функциональная модель зрения. Оптический журнал. 1997; 64 (2): 72–82).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Моисеенко Галина Александровна — младший научный сотрудник, лаборатория физиологии зрения, ФГБУН «Институт физиологии имени И. П. Павлова» РАН, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6, конт. тел.: +7(905)2785130, e-mail: galina_pbox@mail.ru

Шелепин Юрий Евгеньевич — докт. мед. наук, профессор, заведующий лабораторией физиологии зрения, ФГБУН «Институт физиологии имени И. П. Павлова» РАН, 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6, конт. тел.: +7(906)2285422, e-mail: yshelepin@yandex.ru

Пронин Сергей Вадимович — старший научный сотрудник, лаборатория физиологии зрения, ФГБУН «Институт физиологии имени И. П. Павлова» РАН, 199034, г. С-Петербург, наб. Макарова, д. 6, конт. тел.: +7(921)5574765, e-mail: pronins@sbor.net

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Moiseenko Galina A. — Junior Researcher, Laboratory of Physiology of vision, I. P. Pavlov Institute of physiology, 6, Makarova embk., Saint Petersburg, Russia, 194037, cont. phone: +7(905)2785130, e-mail: galina_pbox@mail.ru

Shelepin Yuriy E. — M. D., D. Sc. (Medicine), Professor, the Head of the Laboratory of Physiology of vision, I. P. Pavlov Institute of physiology, 6, Makarova embk., Saint Petersburg, Russia, 194037, cont. phone: +7(906)2285422, e-mail: yshelepin@yandex.ru

Pronin Sergey V. — Senior Researcher, Laboratory of Physiology of vision, I. P. Pavlov Institute of physiology, 6, Makarova embk., Saint Petersburg, Russia, 194037, cont. phone: +7(921)5574765, e-mail: pronins@sbor.net