

Федеральное агентство научных организаций
Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной физики Российской академии наук»
Межрегиональная ассоциация когнитивных исследований
Российская ассоциация нейроинформатики
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ООО «Медуза»

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА В КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ – 2017

ТРУДЫ V ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Нижний Новгород
ИПФ РАН
2017

Программный комитет конференции

Председатель:

Анохин Константин Владимирович (НИЦ «Курчатовский институт», ИНФ им. П.К. Анохина, Москва)

Заместители председателя:

Александров Юрий Иосифович (Институт психологии РАН, Москва)

Сергеев Александр Михайлович (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Черниговская Татьяна Владимировна (СПГУ, Санкт-Петербург, НИЦ «Курчатовский институт», Москва)

Члены программного комитета:

Антонец Владимир Александрович (ННГУ, ИПФ РАН, Н. Новгород)

Величковский Борис Митрофанович (НИЦ «Курчатовский институт», Москва)

Григорьева Вера Наумовна (НГМА, Н. Новгород)

Дорожкин Александр Михайлович (ННГУ, Н. Новгород)

Дунин-Барковский Виталий Львович (ЦОНТ НИИСИ РАН, Москва)

Жданов Александр Аркадьевич (ИТМиВТ РАН, Москва)

Еськов Валерий Матвеевич (СурГУ ХМАО-Югры, Сургут)

Иваницкий Алексей Михайлович (ИВНДиНФ РАН, Москва)

Казанцев Виктор Борисович (ННГУ, Н. Новгород)

Кибрик Андрей Александрович (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва)

Крылов Андрей Константинович (Институт психологии РАН, Москва)

Подладчикова Любовь Николаевна (НИИ НК ЮФУ, Ростов-на-Дону)

Полевая Софья Александровна (ННГУ, НГМА, Н. Новгород)

Парин Сергей Борисович (ННГУ, Н. Новгород)

Ратушняк Александр Савельевич (КТИ ВТ СО РАН, Новосибирск)

Редько Владимир Георгиевич (ЦОНТ НИИСИ РАН, Москва)

Станкевич Лев Александрович (СПИИ РАН, Санкт-Петербург)

Самарин Анатолий Иванович (НИИ НК ЮФУ, Ростов-на-Дону)

Чернавская Ольга Дмитриевна (Физический институт РАН, Москва)

Шахов Борис Евгеньевич (НГМА, Н. Новгород)

Яхно Владимир Григорьевич (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Оргкомитет конференции:

Сергеев Александр Михайлович (ИПФ РАН, Н. Новгород) – *председатель*

Яхно Владимир Григорьевич (ИПФ РАН, Н. Новгород) – *зам. председателя*

Парин Сергей Борисович (ННГУ, Н. Новгород) – *зам. председателя*

Нуйдель Ирина Владимировна (ИПФ РАН, Н. Новгород) – *ученый секретарь*

Антонец Владимир Александрович (ННГУ, ИПФ РАН, Н. Новгород)

Беллюстин Николай Сергеевич (НИРФИ, Н. Новгород)

Баевский Юрий Евгеньевич (НИУ ВШЭ, Н. Новгород)

Воловик Михаил Григорьевич (НижНИИТиО Минздравсоцразвития, Н. Новгород)

Стасенко Сергей Викторович (ННГУ, Н. Новгород)

Ковальчук Андрей Викторович (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Полевая Софья Александровна (ННГУ, НГМА, Н. Новгород)

Соколов Максим Евгеньевич (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Тельных Александр Александрович (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Шемагина Ольга Владимировна (ИПФ РАН, Н. Новгород)

Редакционная коллегия:

*В.А. Антонец, И.А. Кокорина, И.В. Нуйдель, С.Б. Парин, С.А. Полевая,
А.М. Сергеев, В.Г. Яхно*

Конференция организована при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований
(грант РФФИ № 17-02-20283Г, договор № 17-02-20283/17 от 30.05.2017)
и ФАНО (соглашение № 007-02-1255/1 от 11.04.2017 между ФАНО и ИПФ РАН)

Электронный адрес оргкомитета: nuidel@appl.sci-nnov.ru
Веб-сайт конференции: <http://nd-cogsci.iapras.ru/2017/index.html>

Динамика мозгового обеспечения поведения после перехода от задания к заданию при их чередовании

А.А. Созинов, Ю.В. Гринченко, Ю.И. Александров

Институт психологии РАН, Москва
Государственный академический университет гуманитарных наук, Москва
alesozinov@yandex.ru

Возможность чередования заданий предполагает завершение выполнения одной формы поведения и переход к выполнению другой, то есть смену форм поведения. В рамках представлений о когнитивных процессах этот переход рассматривается как проявление процесса исполнительного контроля (например, [11]). Отдельные компоненты этого процесса связываются с активностью цингулярной коры мозга млекопитающих [15, 17, 18]: например, необходимость смены поведения связывается с активацией передней цингулярной коры, а обеспечение переходов между различными новыми формами поведения – с активацией задней цингулярной коры. В то же время показано, что чередование ранее сформированных форм поведения обеспечивается не готовым универсальным механизмом перехода от одной сформированной структуры памяти к другой – оно формируется в результате научения [8, 16]. Кроме того, при варьировании различных параметров заданий иногда не удается идентифицировать одну, «специальную» зону мозга, активность которой специфически связана со сменой поведения [12, 14]. Поэтому описание процессов, лежащих в основе смены форм поведения, необходимо проводить на основе данных регистрации активности отдельных нейронов в ходе выполнения поведения.

Ранее было обосновано, что связь активности нейронов с выполнением актов поведения объясняется не столько выполнением определенной «функции», сколько решением данной поведенческой задачи [1, 4, 9, 13], в том числе на материале активности нейронов цингулярной коры [5, 10, 19]. Многократно описаны нейроны, специализированные относительно систем актов поведения, зарегистрированные как в задней, так и в передней цингулярной коре [3, 6, 7]. Поэтому мы предположили, что различия активности передней и задней зон цингулярной коры при чередовании обусловлены особенностями их вовлечения в обеспечение чередующихся форм поведения, а именно динамикой межсистемных отношений [2].

Для проверки этого предположения была проанализирована активность отдельных нейронов передней (AP – 4 мм; ML ± 1–2 мм; VD + 2–6 мм) или задней (AP + 9 мм; ML ± 1–2 мм) зон цингулярной коры мозга кроликов, зарегистрированная стеклянными электродами (2,5М KCl; 3–6 МОм на частоте 1 кГц) в ходе чередования животными двух форм поведения на симметричных сторонах экспериментальной камеры. На каждой стороне нажатие на педаль приводило к получению пищи из кормушки. Смена одной эффективной стороны на противоположную происходила при выполне-

нии 7 или более циклов поведения. Запись активности нейронов проводили в течение 4–5 дней для каждой зоны мозга (см. подробнее [7]). Если активация нейрона имела место при каждом выполнении данного акта поведения, то нейрон называли специализированным относительно системы акта поведения; остальные нейроны называли неидентифицированными (см., например, [3]). Также на основе вероятности активации (более 0,6 и менее 1,0) выделяли группу нейронов с «неспецифическими» активациями (см. там же). Частоту спайков в первом цикле после смены, втором цикле, а также медиану частот не менее четырех последующих циклов сопоставляли между специализированными и неидентифицированными нейронами передней и задней цингулярной коры. Для этого использовали дисперсионный анализ с повторными измерениями (факторы: Номер цикла, Зона мозга и Специализация).

Выявлено, что специализированные и неидентифицированные нейроны характеризуются различными изменениями частоты спайков от цикла к циклу после смены формы поведения (дисперсионный анализ с повторными измерениями, взаимодействие факторов «Номер цикла» и «Специализация», $F = 3,33$, $p = 0,041$). Кроме того, эта динамика различалась между передней и задней зонами (взаимодействие факторов «Номер цикла», «Зона мозга» и «Специализация», $F = 3,45$, $p = 0,036$). В частности, в передней цингулярной коре частота спайков специализированных нейронов повышалась, а неидентифицированных нейронов – снижалась от цикла к циклу после смены формы поведения. В задней цингулярной коре частота спайков повышалась у подгруппы неидентифицированных нейронов с неспецифическими активациями.

Таким образом, динамика активности нейронов после смены формы поведения в ходе чередования заданий различается между передней и задней зонами цингулярной коры. Этот результат находится в соответствии с приведенными данными литературы, в том числе результатами функционально-анатомических исследований. В то же время динамика активности нейронов после смены связана с их вовлечением в обеспечение поведения. Следовательно, особенности активации передней и задней цингулярной коры после смены обусловлены процессами системной организации поведения.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 17-06-00653) в рамках исследовательской программы ведущей научной школы РФ (НШ-9808.2016.6).

Литература

1. Александров Ю.И. Психофизиологическое значение активности центральных и периферических нейронов в поведении. М. : Наука, 1989.
2. Александров Ю.И., Шевченко Д.Г., Горкин А.Г., Гринченко Ю.В. Динамика системной организации поведения в его последовательных реализациях // Психологический журнал. 1999. Т. 20, № 2. С. 82–89.
3. Александров Ю.И., Горкин А.Г., Созинов А.А., Сварник О.Е., Кузина Е.А., Гаврилов В.В. Консолидация и реконсолидация памяти : психофизиологический анализ // Вопросы психологии. 2015. № 3. С. 133–144.
4. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций / ред. П.К. Анохин. М. : Наука, 1973. С. 5–61.
5. Горкин А.Г., Шевченко Д.Г. Отражение структуры памяти в активности системоспецифичных нейронов // Психологический журнал. 1991. Т. 12, № 2. С. 60–69.
6. Кузина Е.А., Горкин А.Г., Александров Ю.И. Активность нейронов ретроспленальной коры крыс на ранних и поздних этапах консолидации памяти // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 2015. Т. 65, № 2. С. 248–253.
7. Созинов А.А., Гринченко Ю.В., Казымаев С.А., Александров Ю.И. Показатели стабильности и динамики мозгового обеспечения нового поведения // Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2015 : труды IV Всероссийской конференции. Н. Новгород : ИПФ РАН, 2015. С. 220–222.
8. Тимофеева Н.О. Нейронная организация индивидуальных форм адаптивного поведения : автореф. докт. дисс. М., 2002. 54 с.
9. Швырков В.Б. Системная детерминация активности нейронов в поведении // Успехи физиологических наук. 1983. Т. 14, № 1. С. 45–66.
10. Alexandrov Yu.I., Grinchenko Yu.V., Laukka S., Järvillehto T., Maz V.N., Svetlajev I.A. Acute effect of ethanol on the pattern of behavioral specialization of neurons in the limbic cortex of the freely moving rabbit // Acta Physiologica Scandinavica. 1990. V. 140. P. 257–268.
11. Bleckley M.K., Foster J.L., Engle R.W. Working memory capacity accounts for the ability to switch between object-based and location-based allocation of visual attention // Memory & Cognition. 2015. V. 43, № 3. P. 379–388.
12. Calcott R.D., Berkman E.T. Neural correlates of attentional flexibility during approach and avoidance motivation // PLoS ONE. 2015. V. 10, № 5. Art. e0127203.
13. Cisek P., Kalaska J.F. Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices // Annual Review of Neuroscience. 2010. V. 33. P. 269–298.
14. Dreher J.C., Koechlin E., Ali S.O., Grafman J. The roles of timing and task order during task switching // Neuroimage. 2002. V. 17, № 1. P. 95–109.
15. Karayanidis F., Coltheart M., Michie P.T., Murphy K. Electrophysiological correlates of anticipatory and poststimulus components of task switching // Psychophysiology. 2003. V. 40. P. 329–348.
16. Peters G.J., David C.N., Marcus M.D., Smith D.M. The medial prefrontal cortex is critical for memory retrieval and resolving interference // Learning & Memory. 2013. V. 20, № 4. P. 201–209.
17. Poulsen C., Luu P., Davey C., Tucker D.M. Dynamics of task sets: evidence from dense-array event-related potentials // Cognitive Brain Research. 2005. V. 24. P. 133–154.
18. Umemoto A., Holroyd C.B. Exploring individual differences in task switching: persistence and other personality traits related to anterior cingulate cortex function // Progress in Brain Research. 2016. V. 229. P. 189–212.
19. Weible A.P., Rowland D.C., Pang R., Kentros C. Neural correlates of novel object and novel location recognition behavior in the mouse anterior cingulate cortex // J. Neurophysiology. 2009. V. 102, № 4. P. 2055–2068.