

Принципы и молекулярные основы базовых функций биологических информационных систем

АВТОРЫ: к.б.н. Проскура А.Л., д.б.н. Запара Т.А., д.б.н. Ратушняк А.С.

Главным вызовом в настоящее время является попытка решения задач выявления принципов и механизмов работы биологических информационных систем с целью создания биологически инспирированных комплексов обработки информации, коррекции нейроиндуцированных патологий и возрастных нарушений работы мозга. Основными наиболее значимыми проектами являются: Американский проект BRAIN; Европейский проект моделирования мозга человека «Human Brain Project», реализуемый на базе проекта моделирования кортикальной колонки «Blue Brain Project»; Канадский проект «Sprun»; Японский Brain/MINDS (2014); Китайский China Brain (2015) и многие другие, в том числе Российская Национальная технологическая инициатива НейроНэт.

Однако, практически все из разрабатываемых направлений базируются на чрезвычайно упрощенных представлениях о физических принципах, функциях и молекулярных механизмах работы базовых единиц мозга – нервных клеток. В силу этого, прежде всего, значительных продвижений к созданию информационных систем, соизмеримых по возможностям с мозгом, пока не произошло, несмотря на привлечение значительных сил и многомиллиардных средств.

Для реализации основной цели представляется необходимым методологический подход, основанный на векторе анализа, направленном от самых простых биологических молекулярных информационных систем (базовых модулей доступных для моделирования) к столь сложным, как нервные клетки и мозг. Для этого нами пополнена формируемая (с использованием технологии GeneNet и платформы Cytoscape) интерактивная база данных о генах и белках, активно вовлеченных в базовые информационные процессы в нервных клетках (<http://www.mgs.bionet.nsc.ru/mgs/gnw/genenet/viewer/>).

На основе биоинформационного анализа внутриклеточных сигнальных путей и экспериментального уточнения характеристик ключевых этапов процессов создается концептуальная модель базового молекулярного ансамбля, способного выполнять прогностические функции и нейрона как молекулярной информационной машины, состоящей из иерархии таких элементарных функциональных систем.

Такие подходы, основанные на анализе физических основ существования биологических информационных систем и формирование их интегральной модели, создадут сейчас, а не в отдаленной перспективе, предпосылки понимания работы мозга и построения компьютерных моделей взаимоотношений нейронов и их систем как отдельных модулей.

Понимание принципов работы и структурно-функциональной архитектуры нервных клеток, проецируемое с учетом свойства эмерджентности на более высокие системные уровни организации, позволит приблизиться к пониманию как основных психических процессов: восприятия, памяти, мышления, познания и

сознания, так и процессов в социальной сфере и, несомненно, приведет к нейротехнологической революции.

Интегральная модель функционирования нейронов, безусловно, ляжет в основу моделирования работы биоинформационных систем, создания биологически инспирированных комплексов обработки информации, выявления и устранения дефицитов ресурсов мозга, оптимизации их использования за счет применения новейших (нейро-, фарма-, психо-, когни-, робо-) технологий. Все это позволит решать основные проблемы, обозначенные в рамках Национальной технологической инициативы НейроНэт в целом.

ПУБЛИКАЦИИ:

1. S. O. Vechkapova, T. A. Zapara, E. A. Morozova, A. L. Proskura, E. E. Schul'ts, T. G. Tolstikova, and A. S. Ratushnyak Amide of Lambertian Acid Suppresses Hyperactivation of Inotropic Glutamate Receptors, but not Synaptic Potentiation in Hippocampal Sections // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2016. P 782-785.
2. Запара Т.А., Проскура А.Л., Малахин И.А., Вечкапова С.О., Ратушняк А.С. Мобильность глутаматных рецепторов амра-типа как ключевой фактор экспрессии и поддержания синаптической потенциации // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2016. Т. 102. № 2. С. 195-204.
3. Ланшаков Д.А., Дрозд У.С., Запара Т.А., Дыгало Н.Н. Введение оптогенетических векторов в мозг неонатальным животным для исследования функции нейронов в последующие периоды онтогенеза // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016. Т. 20. № 2. С. 255-261.
4. O.V. Vishnevsky, N.I. Putinsev, T.A. Zapara, A.S. Ratushnyak Analysis of the cognitive properties of neural systems based on biofeedback // *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2015. Vol. 5. Iss. 6. P. 609-615.
5. A.L. Proskura, S.O. Vechkapova, T.A. Zapara, A.S. Ratushnyak Reconstruction of the molecular interactome of glutamatergic synapses // *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2015. Vol. 5. Iss. 6. P. 616-625.
6. А.Л. Проскура, С.О. Вечкапова, Т.А. Запара, А.С. Ратушняк Теоретический анализ межбелковых взаимодействий хантингтина в гиппокампе // *Молекулярная биология*, март 2017. (в печати)
7. А.С. Ратушняк, А.Л. Проскура, Т.А. Запара, Е.Д. Сорокоумов Принципы и молекулярные механизмы функционирования нервных клеток // *Сборник трудов XVIII Всероссийской научно технической конференции с международным участием "Нейроинформатика-2016"*. С 174-184.
8. Aleksander Ratushnyak, Anna L. Proskura, Tatiana A. Zapara Analysis of molecular structural and functional architecture of the neuron as a basic element of cognitive systems // *Proceedings of the IV All-Russian Conference "Nonlinear dynamics in cognitive studies"*, Nizhny Novgorod. 2015. P. 187-189.