

**Октопусные нейроны: энергетическая цена высокоточного кодирования звука**

**Научный руководитель – Браже Алексей Рудольфович**

**Жуков Олег Александрович**

*Студент (магистр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра биофизики, Москва, Россия

*E-mail: vchemsol@gmail.com*

Октопусные нейроны (ОН) кохлеарных ядер (КЯ) слуховой системы продолговатого мозга млекопитающих способны с высокой временной точностью и частотой передавать информацию о возникновении быстрых звуков, щелчков [2]. Одно из свойств ОН, обеспечивающих их точность и быстроту — наличие частично активированных в покое мощных трансмембранных ионных токов. Высокая проводимость мембраны ОН и их способность генерировать потенциалы действия (ПД) на необычайно высокой частоте (до 1000 Гц) должны сопровождаться значительными энергозатратами, так как основная доля энергии нейронов тратится на поддержание и восстановление трансмембранных ионных градиентов [1].

Настоящая работа посвящена теоретической оценке энергозатрат ОН. Для этого используется метод, основанный на расчете мощности эквивалентной электрической цепи модели нейрона [4]. С использованием точечных моделей [5] оцениваются энергозатраты ОН в контексте других нейронов КЯ. Для уточнения расчетов и сравнения энергозатрат ОН и нейронов других областей мозга [3] используется распределенная модель ОН [6].

Результаты показывают, что одному ОН требуется  $\sim 1.5 \cdot 10^9$  АТФ/с для поддержания потенциала покоя, что на 1-3 порядка больше, чем энергозатраты других нейронов КЯ и в разы — чем энергозатраты клеток Пуркинье и пирамидальных нейронов коры больших полушарий. При генерации ПД энергозатраты ОН возрастают в 4 раза; почти совпадают с энергозатратами клеток Пуркинье и вчетверо превосходит таковые пирамидальных нейронов. Большая часть энергозатрат ОН обусловлена ионными токами, обеспечивающими высокую точность. Однако, из-за их малочисленности, вклад всех ОН в энергозатраты КЯ составляет несколько процентов.

Таким образом, высокоточное кодирование быстрых звуков ОН-ми требует больших энергозатрат. Следовательно, ОН должны быть более чувствительными к нарушению доставки питательных веществ, чем другие нейроны, что, возможно, обусловило ограничение количества таких «энергичных» нейронов.

[1] Attewll D., Laughlin S.B. An energy budget for signalling in grey matter of the brain // J. Cereb. Blood Flow Metab. 2001. Vol. 21. P. 1133-1145.

[2] Golding N.L., Oertel D. Synaptic integration in dendrites: exceptional need for speed // J. Physiol. 2012. Vol. 590. No. 22. P. 5563-5569.

[3] Howarth C., Gleeson P., Attwell D. Updated energy budgets for neural computation in the neocortex and cerebellum // J. Cereb. Blood. Flow. Metab. 2012. Vol. 32. P. 1222-1232.

[4] Moujahid A., D'Anjou A., Graña M. Energy demands of diverse spiking cells from the neocortex, hippocampus, and thalamus // Front. Comput. Neurosci. 2014. Vol. 8. Article 41.

[5] Rothman J.S., Manis P.B.. The roles potassium currents play in regulating the electrical activity of ventral cochlear nucleus neurons // J. Neurophysiol. 2003. Vol. 89. P. 3097-3113.

[6] Spencer M.J., Grayden D.B., Bruce I.C., Meffin H., Burkitt A.N. An investigation of dendritic delay in octopus cells of the mammalian cochlear nucleus // Front. Comput. Neurosci. 2012. Vol. 6. Article 83.