

Результатом настоящей работы является подтверждение на ультраструктурном уровне формирования большого числа ЩК в ганглиях моллюска, пиявки и лягушки под влиянием проназы. Так как в подобных условиях под действием проназы ранее нами доказано появление электрических синапсов, можно предполагать, что ЩК являются морфологическим эквивалентом ЭС.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена при финансовой поддержке Госпрограммы 47 ГП “Научно-технологическое развитие Российской Федерации” (2019–2030), тема 0134-2019-0001.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Эксперименты проводили в соответствии с требованиями Совета Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) 1986 г. и решением об использовании лабораторных животных Комиссии Института физиологии им. И.П. Павлова РАН по гуманному обращению с животными № 26/12 от 26 декабря 2019 г.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов В.К. 1991. Химия протеолиза. М.: Наука. (Antonov V.K. 1991. Chemistry of proteolysis. M.: Nauka.)
- Беркинблит М.Б., Божкова В.П., Бойцова Л.Ю., Митelman Л.А., Потапова Т.В., Чайлахян Л.М., Шаровская Ю.Ю. 1981. Высокопроницаемые контактные мембраны. М.: Наука. (Berkinblit M.B., Bozhkova V.P., Voitsova L.Yu., Mitelman L.A., Potapova T.V., Chailakhyan L.M., Sharovskaya Yu.Yu. 1981. Highly permeable contact membranes. M.: Nauka.)
- Кириченко Е.Ю., Повилайтите П.Е., Сухов А.Г. 2008. Роль щелевых контактов в локальном ритмогенезе корковых колонок. Морфология. Т. 133. № 1. С. 31. (Kirichenko E.Y., Povilaitite P.E., Sukhov A.G. 2009. Role of gap junctions in local rhythmogenesis in cortical columns. Neurosci. Behav. Physiol. V. 39. № 2. P. 199.)
- Сергеева С.С., Сотников О.С., Парамонова Н.М. 2020. Способ создания нейрофизиологической модели простой нервной системы, обладающей реверберацией. Физиол. Журн. им. И.М. Сеченова. Т. 106. № 9. С. 1163. (Sergeeva S.S., Sotnikov O.S., Paramonova N.M. 2020. A method for creating a neurophysiological model of a simple nervous system with reverberation. Fiziol. Zh. im. I.M. Sechenova. V. 106. № 9. P. 1163.) <https://doi.org/10.31857/S0869813920080075>
- Сотников О.С., Костенко М.А. 1981. Реактивные изменения живых нервных окончаний в культуре изолированных нейронов, лишенных глии. Архив АГЭ. Т. 80. № 6. С. 17. (Sotnikov O.S., Kostenko M.A. 1981. Reactive changes of living nerve endings in the culture of isolated neurons deprived of glia. Archive of the ASGE. V. 80. №. 6. P. 17)
- Сотников О.С. 2021. Серия экспериментальных электрических синапсов и реверберация нервного импульса. Технол. Живых Сист. Т. 18. № 3. С. 52. (Sotnikov O.S. 2021. A series of experimental electrical synapses and reverberation of a nerve impulse. Tekhnol. Zhivyykh Sist. V. 18. № 3. P. 52.) <https://doi.org/10.18127/j20700997-202103-05>
- Alcami P., Pereda A.E. 2019. Beyond plasticity: the dynamic impact of electrical synapses on neural circuits. Nat. Rev. Neurosci. V. 20. P. 253. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0133-5>
- Allen M., Ghosh S., Ahern G.P., Villapol S., Maguire-Zeiss K.A., Conant K. 2016. Protease induced plasticity: matrix metalloproteinase-1 promotes neurostructural changes through activation of protease activated receptor 1. Sci. Rep.V. 6. P. 35497. <https://doi.org/10.1038/srep35497>
- Fontes J.D., Ramsey J., Polk J.M., Koop A., Denisova J.V., Belousov A.B. 2015. Death of neurons following injury requires conductive neuronal gap junction channels but not a specific connexin. PLoS One. V. 10. e0125395. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125395>
- Ixmattalhua D.J., Vizcarra B., Gómez-Lira G., Romero-Maldonado I., Ortiz F., Rojas-Piloni G., Gutiérrez R. 2020. Neuronal glutamatergic network electrically wired with silent but activatable gap junction. J. Neurosci. V. 40. P. 4661. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2590-19>
- Kerstein P.C., Patel K.M., Gomez T.M. 2017. Calpain-mediated proteolysis of TALIN and FAK regulates adhesion dynamics necessary for axon guidance. J. Neurosci. V. 37. P. 1568. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2769-16.2016>
- Lun'ko O.O., Isaiev D.S., Maxymiuk O.P., Kryshchal' O.O., Isaieva O.V. 2014. The effect of enzymatic treatment using proteases on properties of persistent sodium current in CA1 pyramidal neurons of rat hippocampus. Fiziol. Zh. V. 60. P. 75.
- Magnowska M., Gorkiewicz T., Suska A., Wawrzyniak M., Rutkowska-Wlodarczyk I., Kaczmarek L., Wlodarczyk J. 2016. Transient ECM protease activity promotes synaptic plasticity. Sci. Rep. V. 6. P. 27757. <https://doi.org/10.1038/srep27757>
- Nakagawa N., Hosoya T. 2019. Slow dynamics in microcolumnar gap junction network of developing neocortical pyramidal neurons. Neuroscience. V. 406. P. 554. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2019.02.013>
- Spray D.C., Iglesias R., Shraer N., Suadecani S.O., Belzer V., Hanstein R., Hanani M. 2019. Gap junction mediated signaling between satellite glia and neurons in trigeminal ganglia. Glia. V. 67. P. 791. <https://doi.org/10.1002/glia.23554>
- Talukdar S., Emdad L., Das S.K., Fisher P.B. 2022. GAP junctions: multifaceted regulators of neuronal differentiation. Tissue Barriers. V. 10. 1982349. <https://doi.org/10.1080/21688370.2021.1982349>
- Thomas D., Senecal J.M., Lynn B.D., Traub R.D., Nagy J.I. 2020. Connexin 36 localization along axon initial segments in the mammalian CNS. Int. J. Physiol. Pathophysiol. Pharmacol. V. 12. P. 153.
- Wang Y., Belousov A.B. 2011. Deletion of neuronal gap junction protein connexin 36 impairs hippocampal LTP. Neurosci. Lett. V. 502. P. 30. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.07.018>

- Wang G., Wu X. 2021. The potential antiepileptogenic effect of neuronal Cx36 gap junction channel blockage. *Transl. Neurosci.* V. 12. P. 46. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2021-0008>
- Xu Y., Shen F.Y., Liu Y.Z., Wang L., Wang Y.W., Wang Z. 2020. Dependence of generation of hippocampal CA1 slow oscillations on electrical synapses. *Neurosci. Bull.* V. 36. P. 39. <https://doi.org/10.1007/s12264-019-00419-z>

Action of Pronase on the Nerve Ganglia Causes Formation of Neural-Neuronal Gap Contacts

O. S. Sotnikov^{a, *}, S. S. Sergeeva^a, and N. M. Paramonova^b

^a*Pavlov Institute of Physiology RAS, St. Petersburg, 199034 Russia*

^b*Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry RAS, St. Petersburg, 194223 Russia*

**e-mail: ossotnikov@mail.ru*

The effect of pronase on the nerve ganglia of molluscs, leeches, and frogs was studied using electron microscopy for the first time. It was revealed that action of pronase causes retraction and removal of glial membranes, denudation of nerve fibers and neuronal bodies with simultaneous convergence of the neuromembranes of these structures and leads to the formation of gap junctions. This effect on the membranes is an unusual and unforeseen function of pronase, observed by us for the first time. Since we previously recorded reverberation of a nerve impulse in the ganglia of frogs and leeches under the same conditions, we believe that morphological data obtained here are evident for the formation of electrical synapses under the action of pronase on the nerve ganglia.

Keywords: electrical synapses, gap junctions, pronase, nerve ganglia, septa