

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ НЕЙРОНОВ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА РЫБ *PERCCOTTUS GLENNI* ВО ВРЕМЯ ЗИМОВКИ (УЛЬТРАСТРУКТУРНОЕ И БИОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

© 2019 г. Р. Я. Гордон^{1, *}, И. М. Санталова², И. Б. Михеева², М. В. Каранова¹, С. С. Хуцян^{1, 2}

¹Институт биофизики клетки РАН, Пущино, Московская область, 142290 Россия

²Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Московская область, 142290 Россия

*E-mail: ritagordon0510@gmail.com

Поступила в редакцию 05.07.2019 г.

После доработки 12.08.2019 г.

Принята к публикации 26.08.2019 г.

Цель данного исследования заключалась в проведении сравнительного анализа ультраструктуры нейронов продолговатого мозга (ПМ) рыб во время зимовки и выявлении роли компонент систем синтеза и распада при адаптации к неблагоприятным условиям (гипоксия, гипотермия, голодание). Маутнеровские нейроны (МН), локализованные в ПМ, обладают широким набором метаболических и функциональных возможностей. Показано, что они способны накапливать гликоген, имея собственную систему гликогенеза, гликогенолиза и депонирования гликогена, который является альтернативным источником энергии во время зимовки. Исследование нейронов ПМ, расположенных вблизи соматической части МН, показало, что одна часть этих клеток, так же как и МН, способна индуцировать аналогичный дополнительный источник энергии — гликоген, на что указывает появление полей гликогена в их цитоплазме во время зимовки. В таких клетках, как и в МН, в этот период компоненты ультраструктуры сохраняются в активном состоянии. В них шероховатый эндоплазматический ретикулум и полирибосомы сохраняют интактную структуру. При этом значительно реорганизуется АГ и активизируется катаболическая система. В другой части соседних с МН клеток, в которых отсутствуют накопления гликогена, наблюдается структурная дегенерация. Таким образом, особенности ультраструктуры исследованных нейронов ПМ указывают на важную роль гликогена в их функционировании в период зимовки. Можно предположить, что в продолговатом мозге МН и часть нейронов сохраняют свою активность, образуя специфические центры, которые участвуют в адаптации рыб к неблагоприятным условиям зимовки.

Ключевые слова: продолговатый мозг, Маутнеровские нейроны, зимовка, ультраструктурный анализ, протеиногенные аминокислоты, гликоген

DOI: 10.1134/S0041377119120034

Продолговатый мозг (ПМ) играет важную роль в обеспечении жизнедеятельности рыб, являясь интегрирующим отделом ЦНС, обеспечивающим адекватную реакцию организма на изменение внешней среды. В состав продолговатого мозга рыб входит множество нейронов разных типов. В частности ПМ включает Маутнеровские нейроны (МН), которые управляют жизненно важными двигательными реакциями рыб (Eaton et al., 1977; Мошков, 1985; Weis et al., 2006). Эти клетки обладают широким набором метаболических возможностей и способны осуществлять специфические процессы, несвойственные для большинства нервных клеток. Адаптируясь к неблагоприятным условиям зимовки (гипоксия, гипотермия, голодание), МН для поддержания

энергетического баланса индуцируют дополнительный источник энергии — систему синтеза, накопления и использования гликогена (Santalova et al., 2018).

В активно функционирующих клетках энергетические потребности в суровых условиях окружающей среды (дефицит кислорода и питательных веществ, изменения температуры) не могут быть обеспечены обычным путем (Иванов, 2004), когда в качестве субстратов энергетического обмена используются лактат, глюкоза и глутамат (Caspenter et al., 2015; Falkowska et al., 2015). В этом случае основным быстро мобилизуемым энергетическим источником может быть депо гликогена клетки, что особенно важно при дефиците пищи и кислорода как источников энергетических субстратов в период зимовки рыб.

Учитывая многочисленные связи МН с другими нейронами (Kimmel et al., 1981) и разнообразный клеточный состав ПМ, можно предположить, что в

Принятые сокращения: АГ — аппарат Гольджи, МН — Маутнеровские нейроны, ПМ — продолговатый мозг, ЭР — эндоплазматический ретикулум.