

А. В. СМЕРНОВ, Е. В. БУРЛАКОВА, О. Р. КОЛЬС,
Е. А. СВЕРДЛОВА, Г. Е. ФЕДОРОВ

**ИЗМЕНЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ НЕРВНОГО ВОЛОКНА КРАБА
ПРИ БЛОКЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ВЫЗВАННОМ ДЕЙСТВИЕМ
РАЗЛИЧНЫХ АГЕНТОВ**

(Представлено академиком А. И. Опариным 14 V 1971)

Многие полученные в последние годы экспериментальные данные указывают на то, что при проведении возбуждения в нервном волокне происходят различные физико-химические и биохимические изменения. В частности, наблюдается изменение механических и оптических свойств нерва (¹⁻³). Установлено также, что во время проведения возбуждения в нерве протекают реакции свободнорадикального характера, изменяется антиокислительная активность, расходуется АТФ (^{4, 5}). Как известно, важнейшие биохимические реакции протекают в органеллах, содержащих богатые энергией соединения, главным образом в митохондриях. Между тем, хотя ультраструктура покоящегося нервного волокна изучена достаточно хорошо (⁶⁻⁸), до сих пор, насколько нам известно, нет прямых данных о том, меняется ли ультраструктура органелл нерва при проведении возбуждения.

При блокировании проведения возбуждения радикалообразование и антиокислительная активность изменяются разнонаправленно, в зависимости от того, действием какого агента создается блок. По-разному изменяется и содержание АТФ в нерве (⁹). Это указывает, что блокирование — активный процесс, при котором затрагиваются в разных случаях различные первичные механизмы. Однако и в этом случае сведений об изменениях ультраструктуры нервного волокна очень мало. Можно указать только работу (¹⁰), в которой было показано, что при блоке, вызванном изотоническим раствором KCl, происходит набухание митохондрий нервного волокна краба, а при блоке, вызванном изотоническим раствором CaCl₂, — некоторое их сжатие.

В свете всего вышесказанного нашей целью было выяснить, изменяется ли ультраструктура митохондрий нервного волокна при проведении возбуждения и при раздражении в условиях блока проведения, вызванного действием различных агентов.

Объектом были нервы конечности травяного краба (*Carcinus maenas*). После препаровки изолированные нервы выдерживали в растворе Рингера для ракообразных, а затем переносили во влажную камеру с раздражающими и отводящими электродами. Раздражение наносили от стимулятора ЭСЛ-1. Частота стимуляции 50 имп/сек, длительность импульса 1 мсек., амплитуда 1,5 в (физиологический максимум). Картины потенциалов действия наблюдали на экране катодного осциллографа С1-19А.

Блок проведения возбуждения создавали действием следующих агентов: 1) постоянным током (напряжение 2—3 в), 2) повышением температуры в термостатируемой камере до 37—40°, 3) 10⁻³ М раствором динитрофенола (ДНФ). Когда в результате действия блокирующего агента наступал полный, но обратимый блок проведения возбуждения, нерв при непрекращающемся действии блокирующего агента раздражали в течение 5 мин. По окончании раздражения нервы фиксировали четы-

рехоксией осмия по Палладе в течение 1 часа. После обезвоживания срединные участки нерва заливали в араалдит (¹¹). Ультратонкие срезы получали на ультратоме LKB, контрастировали уранилацетатом, а затем азотнокислым свинцом по Рейнольдсу (¹²). Просматривали срезы в электронном микроскопе УЭМБ-100 при ускоряющем напряжении 75 кв.

Ультраструктура контрольного (покоящегося) нерва в основном соответствует описаниям, данным в работах других авторов (⁷). Митохондрии, содержащиеся в аксоплазме, локализованы главным образом в периферических отделах аксонов, около ограничивающих их плазматических мембран. Митохондрии имеют преимущественно вытянутую форму, отчетливо выражены наружная и внутренняя мембраны. Кристы располагаются поперечно и продольно, тесно прилегая друг к другу таким образом, что остаются лишь узкие просветы бледного матрикса. Такие же черты строения обнаруживают и митохондрии аксонов нерва, подвергнувшегося 5-минутному раздражению (рис. 1а). Аналогичная картина наблюдалась и при исследовании тонкого строения митохондрий нерва, который раздражался в состоянии непроводимости, вызванном действием постоянного тока (рис. 1б). Можно, пожалуй, отметить лишь некоторое увеличение расстояния между кристами (рис. 1 см. вклейку к стр. 213).

Совершенно иная картина обнаруживается при исследовании митохондрий в аксонах нерва, который раздражался в состоянии непроводимости, вызванной повышением температуры или обработкой раствором ДНФ. Как в первом, так и во втором случаях (рис. 1в и г) выявилось выраженное набухание митохондрий. При этом митохондрии округлились, кристы их резко укоротились и местами фрагментировались, матрикс просветлился еще больше. В ряде случаев описанные изменения столь активно выражены, что митохондрии скорее напоминают вакуоли и лишь остатки крист и двуконтурная ограничивающая мембрана позволяют определить истинную природу этих образований.

Таким образом, можно видеть, что при нормальном функционировании нерва структура митохондрий не претерпевает глубоких изменений. Электронограммы, полученные с нервов, раздражаемых в состоянии непроводимости, указывают, по-видимому, на различное влияние блокирующих агентов на функциональную активность митохондрий.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
14 V 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Р. Г. Людковская, В. Б. Емельянов, Б. К. Лемажичиц, Цитология, 7, № 4, 520 (1965). ² L. V. Cohen, R. D. Keynes, B. Hille, J. Physiol., 194, 85 (1968). ³ Г. Н. Берестовский, Е. А. Либерман и др., Биофизика, 15, в. 1, 62 (1970). ⁴ Г. В. Коссова, Ю. П. Козлов и др., ДАН, 196, № 6 (1971). ⁵ Г. Е. Федоров, Г. Г. Сотников, О. Р. Кольс, Докл. МОИП за 1969 год. Общая биол., 1971. ⁶ В. Л. Боровягин, Цитология, 2, № 2, 138 (1964). ⁷ Я. Ю. Комиссарчик, С. В. Левин, В сборн. Электронная микроскопия клеток животных, «Наука», М.—Л., 1966. ⁸ J. Metzels, J. Cell. Biol., 43, № 3, 480 (1969). ⁹ Г. Е. Федоров, Кандидатская диссертация, М., 1971. ¹⁰ Е. В. Бурлакова, Л. Н. Воробьев и др., Тр. МОИП, 9, 224 (1964). ¹¹ A. Glauret, R. Glauret, J. Biophys. Biochem., 4, № 2, 191 (1958). ¹² E. S. Reynolds, J. Cell. Biol., 17, 208 (1963).