

О. Р. КОЛЬС, Г. Е. ФЕДОРОВ, Г. В. МАКСИМОВ, Е. В. БУРЛАКОВА

**ИЗМЕНЕНИЕ АТФазной АКТИВНОСТИ НЕРВА КРЫСЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ РАЗДРАЖЕНИЯ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 6 IX 1974)

В ряде работ, выполненных на различных возбудимых образованиях, было показано, что существует корреляция между физиологическим состоянием возбудимого образования и его биофизическими параметрами (¹⁻³). В этом аспекте весьма большой интерес представляет изучение различных сторон энергообеспечения процесса проведения возбуждения по нерву, в частности работы АТФаз. Ранее мы исследовали изменения уровня АТФазной активности на безмиелиновом нерве краба в зависимости от частоты и длительности стимуляции. Оказалось, что максимумы АТФазной активности выявляются на разных частотах в зависимости от того, сколько времени длится ритмическое раздражение (⁴). Это наблюдение позволило предположить, что расположение максимумов АТФазной активности характеризует состояние возбудимого образования подобно тому, как характеризует его способность воспроизводить те или иные оптимальные и максимальные ритмы раздражения. Однако для подтверждения универсальности этого вывода следовало убедиться, что корреляция между уровнем АТФазной активности и характером работы нерва имеет место для нервов разных животных в разных условиях функционирования. Для этого надо было поставить опыты, в которых и объект исследования, и характер воздействия на него достаточно отличались бы от использованных в нашей предыдущей работе. Таким объектом мог служить миелиновый нерв млекопитающего, физиологическое состояние которого должно существенно меняться при изменении температуры.

Исходя из этого, мы в настоящей работе исследовали частотную зависимость АТФазной активности изолированного седалищного нерва белой крысы при двух разных температурах.

Белых беспородных крыс наркотизировали эфиром и отпрепаровывали седалищные нервы. Изолированные нервы помещали в раствор следующего состава (г/л): NaCl 6,9, KCl 0,266, CaCl₂ 0,1265, MgSO₄ 0,127, NaH₂PO₄ 0,36, NaHCO₃ 2,1, C₆H₁₂O₆ 4,7 (⁵). При 37–38° нервы выдерживали в растворе до 2 час. при постоянном продувании кислородом. В опыт брали нервы, дающие в ответ на одиночные раздражающие электрические стимулы потенциалы действия приблизительно одинаковой амплитуды. Нервы помещали в термостатируемую камеру с раздражающими и отводящими электродами и раздражали прямоугольными импульсами тока в течение 5 мин. Контрольные нервы выдерживали в той же камере также в течение 5 мин., но без раздражения. Амплитуда раздражающих импульсов была порядка 1,4 в (физиологический максимум), длительность 0,3 мсек. Использовали частоты раздражения: 20, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 700 и 1000 имп/сек. Потенциалы действия наблюдали на экране катодного осциллографа С1-18. В каждом опыте использовали до 20 нервов — по 2 нерва для каждой частоты раздражения и для контроля.

Для определения АТФазной активности нервы измельчали в охлажденной смеси, содержащей ионы калия, натрия и магния в соотношении

20 : 100 : 3, и затем измеряли АТФазную активность по нарастанию неорганического фосфата (по методу Фиске и Субарроу в модификации Мещковой и Северина); окрашивание проводили по Сомнеру.

Было поставлено две серии опытов. В первой раздражение проводили при 37–38°, во второй — при 20°. Абсолютные значения АТФазной активности несколько варьировали, но общий характер частотной зависимости от опыта к опыту в серии повторялся хорошо.

Полученные результаты представлены в двух вариантах обсчета. В одном случае (рис. 1а) результаты каждого опыта данной серии нормированы по контролю, т. е. контроль принимали за 100%, по отношению

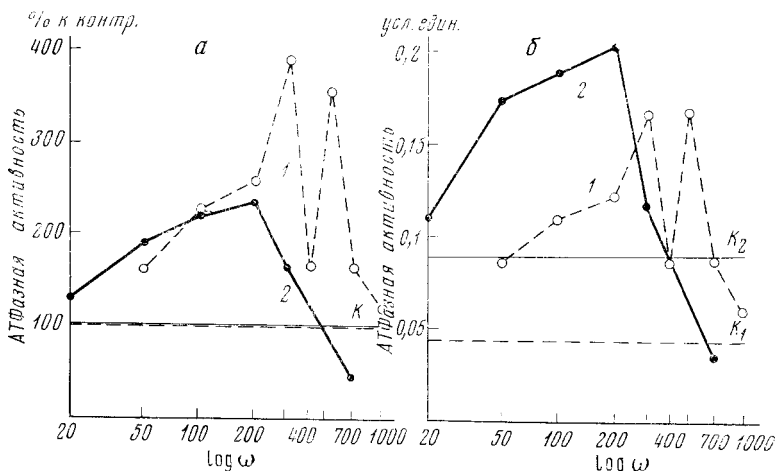


Рис. 1. Частотная зависимость АТФазной активности при разных температурах (а, б). 1 — при температуре 37°, 2 — при 20°. Для а: К — уровень контроля при 37 и 20°, ω — частота раздражения; для б: К₁ — уровень контроля при 37°, К₂ — при 20°

к нему пересчитывали все остальные результаты и вычисляли в процентах средние арифметические для каждой частоты. В другом случае (рис. 1б) приведены непосредственные результаты опытов (средние арифметические) в условных единицах.

При 37° уровень АТФазной активности раздражаемых нервов на всех частотах выше, чем в контроле. На кривой частотной зависимости АТФазной активности достоверно выявляются два максимума — при частотах стимуляции 300 имп/сек и 500 имп/сек (рис. 1а, 1). В этих точках АТФазная активность в 3,5–4 раза выше, чем в контроле. Надо отметить, что при 37° седалищный нерв крысы достаточно хорошо воспроизводит ритм раздражения до 500 имп/сек, трансформация ритма начинается при более высоких частотах.

При 20° четко выраженного максимума АТФазной активности нет. Уровень АТФазной активности постепенно повышается при увеличении частоты раздражения от 20 до 200 имп/сек, а затем снижается, опускаясь при 700 имп/сек ниже уровня контроля (рис. 1а, 2). Вся кривая частотной зависимости располагается ближе к контролю, чем при 37°. В этих условиях опыта трансформация ритма раздражения начинается при более низких частотах — порядка 200–300 имп/сек, а при частоте 700 имп/сек и выше нерв очень быстро перестает отвечать на раздражение.

На рис. 1 уровень АТФазной активности в контроле принят за 100%, и, следовательно, в контроле изменение АТФазной активности в зависимости от температуры на рис. 1а отражения не получило. Между тем, уровень АТФазной активности в контроле при 20° приблизительно вдвое

выше, чем при 37°. Поэтому представляло интерес сопоставить данные, полученные непосредственно в опытах при обеих температурах. Эти данные (в условных единицах) приведены на рис. 1б. Общий характер частотной зависимости АТФазной активности при этом остается тем же, что и при выражении в процентах, но уровень АТФазной активности оказывается при 20° гораздо выше, чем при 37°, до тех пор, пока нерв может воспроизводить заданный ритм раздражения. Очевидно, и для активной работы, и просто для поддержания состояния работоспособности в условиях охлаждения нерву гомойотермного животного требуются большие энергетические затраты. В нормальных физиологических условиях, при 37°, резкие подъемы уровня АТФазной активности на некоторых частотах могут указывать на оптимальные условия работы фермента, необходимые для воспроизведения высоких ритмов раздражения. Возможно, что здесь речь идет именно об оптимальных и максимальных ритмах для данного возбудимого образования. При 20° — экстремальных условиях для нерва теплокровного — такие «энергетические мобилизации» уже не могут осуществляться и высокие ритмы раздражения оказываются недоступными нерву.

Полученные экспериментальные результаты позволяют считать, что работоспособность нерва в разных условиях в значительной мере определяется текущим энергообеспечением, которое, в свою очередь, связано с уровнем АТФазной активности, и что корреляция между уровнем АТФазной активности и работоспособностью нерва есть общая физиологическая закономерность, характерная для нервов позвоночных, так же как (что было показано ранее) для нервов членистоногих.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова.

Поступило
2 VIII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. Н. Тарусов, О. Р. Кольс и др., ДАН, 175, № 5, 1200 (1967). ² Г. В. Коссова, Ю. П. Козлов и др., ДАН, т. 196, № 6, 1481 (1971). ³ Р. А. Копаладзе, О. Р. Кольс, и др., Сообщ. АН ГрузССР, т. 70, 3, 709 (1973). ⁴ О. Р. Кольс, Г. Е. Федоров и др., ДАН, т. 216, № 4 (1974). ⁵ Takahashi Katsunobu, Nagayama Risaburo, Suzuki Kazanari, Acta Soc. ophthalmol., v. 76, 9, 868 (1972).