

А. Т. ИВАЩЕНКО, Б. С. БАЛМУХАНОВ, А. А. ЖУБАНОВА,
академик АН КазССР С. Б. БАЛМУХАНОВ

ВЛИЯНИЕ ОДНОВАЛЕНТНЫХ ИОНОВ НА АТФазную АКТИВНОСТЬ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ КРЫСЫ

В зависимости от характера влияния на структуру воды одновалентные ионы можно разделить на две группы: отрицательно гидратирующие ионы K^+ , Rb^+ , Cs^+ , Tl^+ , ClO_4^- , J^- , Br^- , NO_3^- и положительно гидратирующие ионы Li^+ , Na^+ , F^- , Cl^- (¹⁻³). В ряде случаев способность некоторых катионов к активации ферментов можно связать с их гидратацией. Так, отрицательно гидратирующие ионы галлия замещают калий в активации Na^+ , K^+ -АТФаз из эритроцитов крысы, почки кролика, мозга быка и кожи лягушки (⁴⁻⁸). Рубидий подобно калию повышает активность АТФаз из печени крысы, эпителия хрусталика кролика и бактерий *Escherichia coli* (⁹⁻¹¹). Активирование Na^+ , K^+ -АТФазных систем отрицательно гидратирующими ионами K^+ , Rb^+ , Cs^+ , NH_4^+ исследовано и в других работах (¹²⁻¹⁶). Данных по влиянию анионов на активность Na^+ , K^+ -АТФаз немного и они довольно разноречивы. Так, при замене Cl^- в среде на Br^- , J^- , NO_3^- активность АТФазы из сердца, мозга и почки крысы не менялась, тогда как F^- значительно ее подавляла (¹⁷). При аналогичной замене хлора среды на NO_3^- , J^- , CNS^- активность АТФазы фрагментов саркоплазматического ретикулума сердца быка уменьшалась, анионы по степени угнетающего действия располагались в ряд: $CNS^- \rightarrow J^- \rightarrow NO_3^-$ (¹⁸).

Для выяснения связи между характером гидратации иона и его способностью активировать АТФазные системы нами определялась адепозинтрифосфатазная активность мембран эритроцитов крысы при добавлении положительно и отрицательно гидратирующих катионов и анионов.

Препарат из мембран эритроцитов крысы получали по методике Поста и соавторов (¹⁹) и его Mg^{2+} , Na^+ , K^+ -АТФазную активность оценивали по выходу неорганического фосфора при гидролизе 1 мМ АТФ при 37° в течение 1 часа в 10 мМ трис-НСl-буфере с рН 7,3, содержащем: 130 мМ NaCl, 1 мМ $MgCl_2$ и 5 мМ KCl (среда I). Влияние других одновалентных ионов на АТФазную активность мембран измеряли путем замены 5 мМ KCl в среде I на 5 мМ соли соответствующего иона. Фосфор определяли по методу Фiske и Суббароу, а белок по Лоури. Анионы добавляли в виде солей натрия, катионы в форме хлоридов.

Данные об АТФазной активности препарата в присутствии исследованного ряда одновалентных ионов приведены в табл. 1 и представляют средний результат 5 измерений. За 100% принята активность препарата в среде I, не содержащей калия, и равная 1,6 μ мол. P_n на 1 мг белка в час. Полученные данные позволяют заключить, что все выбранные отрицательно гидратирующие ионы стимулируют аденозинтрифосфатазную активность препарата, однако прямого соответствия между степенью гидратации и активизирующей способностью ионов не наблюдается. Отсутствие повышения АТФазной активности в присутствии ионов Br^- и NO_3^- можно объяснить тем, что отрицательная гидратация этих ионов, уменьшаясь с ростом тем-

температуры раствора, при 37° практически исчезает. Приведенные данные показывают, что положительно гидратирующий ион Li^+ не активизирует АТФазу, а F^- угнетает ферментативную активность препарата. В табл. 1 также представлены результаты исследования влияния убаина (строфантина G) в концентрации 0,2 $\mu\text{мол/л}$ на АТФазную активность препарата в присутствии выбранного ряда одновалентных ионов. Из этих данных следует, что убаин подавляет стимуляцию АТФазной активности, вызванную как катионами, так и анионами.

Далее нами было исследовано влияние отрицательно гидратирующих ионов K^+ и ClO_4^- на АТФазную активность препарата при их одновременном и раздельном внесении в среду инкубации. В табл. 2 представлены

Таблица 1

Добавлен- ный ион	АТФазная актив- ность, %		Добавлен- ный ион	АТФазная актив- ность, %	
	ион	ион + убаин		ион	ион + убаин
Na^+	100 $\pm$ 3	93 $\pm$ 4	F^-	95 $\pm$ 3	85 $\pm$ 4
K^+	151 $\pm$ 6	108 $\pm$ 5	Br^-	103 $\pm$ 4	94 $\pm$ 2
Tl^+	183 $\pm$ 9	126 $\pm$ 4	NO_3^-	104 $\pm$ 5	90 $\pm$ 3
Rb^+	148 $\pm$ 5	104 $\pm$ 3	J^-	121 $\pm$ 5	101 $\pm$ 4
Cs^+	140 $\pm$ 4	102 $\pm$ 4	ClO_4^-	123 $\pm$ 3	98 $\pm$ 5
Li^+	101 $\pm$ 4	92 $\pm$ 5			

Таблица 2

Добавленные ионы	АТФаз- ная ак- тив- ность, %	Добавленные ионы	АТФаз- ная ак- тив- ность, %
2мМ K^+	138 $\pm$ 3	5мМ K^+	148 $\pm$ 4
2мМ ClO_4^-	115 $\pm$ 2	5мМ Rb^+	145 $\pm$ 5
2мМ K^+ + 2мМ ClO_4^-	150 $\pm$ 6	5мМ K^+ + 5мМ Rb^+	152 $\pm$ 4
5мМ K^+	149 $\pm$ 4	5мМ F^-	94 $\pm$ 3
5мМ ClO_4^-	123 $\pm$ 3	5мМ K^+ + 5мМ F^-	130 $\pm$ 4
5мМ K^+ + 5мМ ClO_4^-	147 $\pm$ 6	5мМ Li^+	101 $\pm$ 2
		5мМ K^+ + 5мМ Li^+	136 $\pm$ 5

средние результаты 4 соответствующих опытов. Из приведенных данных видно, что суммирование стимулирующего действия ионов K^+ и ClO_4^- наблюдается при концентрации 2 ммол/л и отсутствует при 5 ммол/л. При одновременном внесении положительно гидратирующего иона F^- , уменьшающего АТФазную активность препарата, и отрицательно гидратирующего K^+ , который увеличивает активность препарата, результирующая АТФазная активность его ниже, чем при внесении только калия, что, по-видимому, также свидетельствует о суммирующем характере влияния одновалентных ионов на активность ферментной системы. Аналогичные результаты получены в опытах с одновременным добавлением ионов Li^+ и K^+ , тогда как совместное внесение ионов K^+ и Rb^+ не приводит к уменьшению ферментативной активности препарата. Следует отметить, что Li^+ в отличие от F^- сам не подавляет АТФазную активность препарата, а только угнетает стимулирующее влияние иона K^+ . Данные этих опытов приведены в табл. 2.

Полученные результаты позволяют связать стимуляцию АТФазной активности одновалентными ионами с их отрицательной гидратацией. Положительно гидратирующие ионы уменьшают эффект отрицательно гидратирующих ионов при одновременном внесении в среду. То, что убаин уменьшает стимуляцию АТФазной активности, вызванную как анионами, так и катионами, а также суммирующий характер влияния катионов и

анионов на активность препарата свидетельствует о том, что механизм стимуляции АТФазной активности общий для всех одновалентных ионов независимо от знака заряда.

Казахский научно-исследовательский
институт онкологии и радиологии

Поступило
30 VII 1973

Институт экспериментальной биологии
Академии наук КазССР
Алма-Ата

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ О. Я. Самойлов, Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов, М., 1957. ² Г. А. Крестов, ЖСХ, № 3, 137 (1962). ³ Г. А. Крестов, ЖСХ, № 3, 402 (1962). ⁴ P. J. Ghering, P. B. Hammond, J. Pharmacol. and Exp. Therap., 155, 187 (1967). ⁵ J. S. Britten, M. Blank, Biochim. et biophys. acta, 159, 160 (1968). ⁶ С. Е. Inturrisi, Biochim. et biophys. acta, 178, 630 (1969). ⁷ М. Н. Маслова, Ю. В. Наточин, И. А. Скульский, Биохимия, 36, 867, (1971). ⁸ В. И. Назаренко, А. В. Палладин, В. К. Лишко, Укр. биохим. журн., 44, 139 (1972). ⁹ P. F. Backer, J. Physiol., 180, 383 (1965). ¹⁰ S. L. Bonting, L. L. Caravaggio, N. M. Hawkins, Arch. Biochem. and Biophys., 101, 47 (1963). ¹¹ S. L. Bonting, Membranes and Ion Transport, 1, 257 (1970). ¹² A. L. Askari, J. C. Frantantoni, Biochim. et biophys. acta, 92, 132 (1964). ¹³ J. P. Quigley, G. S. Gotterer, Biochim. et biophys. acta, 173, 469 (1969). ¹⁴ J. C. Skou, Membrane Transport and Metabolism. Symp. CSAV, Praha, 1968, p. 228. ¹⁵ J. C. Skou, Biochim. et biophys. acta, 58, 314 (1962). ¹⁶ D. F. H. Wallach, D. Ullrey, Biochim. et biophys. acta, 88, 620 (1964). ¹⁷ L. J. Opit, H. Potter, J. S. Charnock, Biochim. et biophys. acta, 120, 159 (1966). ¹⁸ J. E. Chimoskey, J. Gergely, Arch. Biochem. and Biophys., 128, 601 (1968). ¹⁹ R. L. Post, C. R. Merrit et al., J. Biol. Chem., 235, 1796 (1960).