

И. П. Арлеевский и В. К. Безуглов

ВЛИЯНИЕ РАЗРЯДА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО КОНДЕНСАТОРА  
НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ МОДЕЛИ КЛЕТочНОЙ МЕМБРАНЫ

1-я кафедра терапии (зав. — проф. Л. М. Рахлин) Казанского института усовершенствования врачей им. В. И. Ленина и лаборатория биофизики (зав. В. К. Безуглов) Казанского университета им. В. И. Ульянова — Ленина

(Поступила в редакцию 20/IV 1973 года. Представлена акад. АМН СССР А. А. Вишневым)

Приведены результаты экспериментальных исследований на модели клеточной мембраны, в качестве которой использовалась кожа лягушки. Оказалось, что разряд дефибриллятора резко изменяет проницаемость кожи, что выражается в увеличении поглощения ионов  $\text{Ca}^{45}$ ,  $\text{K}^{42}$ ,  $\text{Na}^{24}$  и переноса ионов  $\text{Na}^{24}$ ; появлении и усилении переноса ионов  $\text{K}^{42}$  и  $\text{Ca}^{45}$ . Эффект зависит от величины напряжения, полярности и количества разрядов (Бюлл. экспер. биол., 1974, № 5, с. 50).

В исследованиях на модели клеточной мембраны, в качестве которой использовалась кожа лягушки, нами показано, что электрический импульс вызывает изменение ее потенциала покоя [1]. Сдвиги вольт-амперной характеристики, наблюдавшиеся в аналогичных условиях, косвенно подтвердили предположение, что основу наблюдавшегося эффекта составляет повышение проницаемости клеточных мембран [2].

Для прямого доказательства этого предположения изучено действие разряда дефибриллятора на проницаемость кожи лягушки (модель мембраны) для радиоактивных изотопов  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{K}^{42}$  и  $\text{Ca}^{45}$ .

## Методика опытов

Исследования проводили с помощью ячейки, состоящей из 2 разделенных кожей отделений (А и Б). В отделение А заливали раствор соли одного из изотопов. В качестве растворителя для  $\text{Na}^{24}$  и  $\text{K}^{42}$  использовали раствор Рингера или раствор соответствующей соли ( $\text{NaCl}$  или  $\text{KCl}$ ) с концентрацией Na или K 350 мг%. В растворе  $\text{CaCl}_2$ , содержащем  $\text{Ca}^{45}$ , концентрация элемента составляла 350 мг%. В отделение Б заливали раствор Рингера или дистиллированную воду. Разряд от дефибриллятора ИД-1-ВЭИ подавали попеременно. Если положительным являлся электрод отделения А, полярность была прямой, и наоборот. В коже измеряли радиоактивность поверхности, обращенной к отделению Б.

## Результаты опытов и их обсуждение

Высоковольтный разряд активизировал процесс поглощения кожей  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{K}^{42}$ ,  $\text{Ca}^{45}$  и увеличивал проницаемость кожи для них. Степень увеличения поглощения и проницаемости зависела от величины напряжения импульса (табл. 1).

Таблица 1

Влияние величины напряжения разряда на поглощение и перенос ионов  $\text{Na}^{24}$ ,  $\text{K}^{42}$  и  $\text{Ca}^{45}$  через кожу лягушки (полярность прямая; наружная поверхность кожи ориентирована к отделению А ячейки)

Напряжение разряда	Рингер—Рингер		$\text{K}_{350} - \text{H}_2\text{O}$		$\text{Ca}_{350} - \text{H}_2\text{O}$	
	$\text{Na}^{24}$ (в %)		$\text{K}^{42}$ (в %)		$\text{Ca}^{45}$ (в %)	
	прошло	погло- лось	прошло	погло- лось	прошло	погло- лось
Контроль	0,32	0,05	0	0,13	0	0,33
Разряд 0,2 кВ	—	—	0	0,18	0	0,69
0,5 кВ	0,44	0,15	—	—	—	—
1,0 кВ	—	—	0	0,44	0	0,81
3,0 кВ	0,59	0,36	0,13	0,49	0	0,95

Таблица 2

Влияние высоковольтных разрядов на процесс накопления в коже и перенос через нее ионов  $K^{42}$  и  $Ca^{45}$  (полярность прямая; наружная поверхность кожи ориентирована к отделению А ячейки)

Растворы	Ионы	Контроль		Разряд (в кВ)				Погло-лось (в %)
		прош-ло (в %)	поглоти-лось (в %)	0,5	1,0	2,0	3,0	
				прошло (в %)				
Рингер — Рингер	$K^{42}$	0,11	0,25	0,04	0,18	0,34	0,52	0,47
$K_{350} — H_2O$	$K^{42}$	0	0,13	0	0,08	0,30	0,43	1,05
$Ca_{350} — H_2O$	$Ca^{45}$	0	0,33	0	0	0	0,23	2,46

Если на кожу подавался ряд возрастающих по напряжению разрядов, также отчетливо выступала зависимость изменений проницаемости от напряжения импульса (табл. 2).

Сравнительный анализ данных табл. 1 и 2 свидетельствует, что после разряда состояние повышенной проницаемости сохраняется на какое-то время, а при нанесении нескольких разрядов происходит «накопление» изменений в коже. На это указывает появление проницаемости для  $K^{42}$  при напряжении 1 кВ (после второго разряда), более значительный переход изотопа после импульса напряжением 3 кВ, перенос  $Ca^{45}$  при разряде 3 кВ (четвертый импульс). Несколько разрядов приводят к значительно большему накоплению изотопов в коже.

Представляло интерес установить влияние полярности разряда на проницаемость кожи. Оказалось, что при прямой полярности разряда происходит более значительное накопление  $K^{42}$  и  $Ca^{45}$  в коже лягушки в том случае, когда наружная поверхность ее соприкасалась с раствором изотопа. Помимо этого, после импульса напряжением 3 кВ обнаруживается перенос  $Ca^{45}$ . Если кожа была ориентирована к отделению А ячейки внутренней поверхностью, разряд прямой полярности приводил к значительно большему переносу  $Ca^{45}$ .

ЛИТЕРАТУРА. 1. Арлеевский И. П., Безуглов В. К. Кардиология, 1972, № 2, с. 138. — 2. Они же. Бюлл. экспер. биол., 1972, № 12, с. 9.

#### THE EFFECT OF A DISCHARGE OF A HIGH VOLTAGE CONDENSER ON PERMEABILITY OF A CELL MEMBRANE MODEL

I. P. Arleevsky, V. K. Bezuglov

Kazan Medical Institute of Postgraduate Training, Kazan University

Investigations were carried out on a model of protoplasmic membrane (frog skin); high voltage discharge of a condenser considerably increased its permeability for  $Na^{24}$ ,  $K^{42}$  and  $Ca^{45}$  ions. The effect depended on the voltage, polarity of the discharge and the number of electric pulses.