

Д. Л. РОЗЕНТАЛЬ

**КОНТРАКТУРЫ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТЫХ МЫШЦ,
ВЫЗВАННЫЕ CaCl_2 , MgCl_2 , BaCl_2**

(Представлено академиком К. М. Быковым 14 X 1948)

В работах В. П. Буткевич (1), Д. Н. Насонова и И. П. Суздальской (2), Л. Н. Гавриловой (3) было установлено, что при постепенном усилении действующего на мышцу внешнего агента сначала появляются субстанциональные изменения, затем при повышении концентрации одновременно — местное стойкое возбуждение и рефрактерность (наркоз). Дальнейшее увеличение концентрации действующего агента влечет за собой параллельное нарастание всех этих явлений вплоть до наступления смерти. Эта закономерность привела Д. Н. Насонова и И. П. Суздальскую к выводу, что «местное стойкое возбуждение, рефрактерность (наркоз) и паранекротические альтерации живого субстрата суть лишь разные проявления одного и того же возбужденного состояния мышечных волокон» и что «первичными в этом комплексе изменений являются паранекротические альтерации протоплазмы».

В работе В. П. Буткевич приведены данные по действию на мышцу различных температур; в работе Д. Н. Насонова и И. П. Суздальской — данные по действию этилового спирта, эфира, HCl и хлористых солей одновалентных катионов — NaCl и KCl ; в работе Л. Н. Гавриловой — по действию гипотонии. Универсальность установленной в этих работах закономерности особенно интересно было проверить на двухвалентных катионах, так как их принято считать антагонистами одновалентных катионов. Поэтому нами были поставлены опыты по действию на мышцу солей: CaCl_2 , MgCl_2 и BaCl_2 .

Изучалось действие 2; 4; 8 и 16% растворов CaCl_2 , MgCl_2 , BaCl_2 , приготовленных на рингеровской жидкости. Методика опытов была та же, что и в работе Д. Н. Насонова и И. П. Суздальской. Контрактуры регистрировались миографическим методом, наркоз определялся по времени наступления полной невозбудимости, паранекроз — по усилению окрашиваемости мышц нейтральным красным.

Результаты всех опытов сведены в табл. 1, миографическая запись контрактур дана на рис. 1. Как видно из таблицы и рисунка, CaCl_2 , MgCl_2 и BaCl_2 действуют на мышцу очень сходно, формы всех кривых однообразны. Контрактуры во всех растворах начинаются только с 4% концентрации. В более слабой, 2% концентрации контрактуры не наблюдались никогда. Особенно мощную контрактуру дают 8% растворы, в 16% же растворах происходит уменьшение ее величины.

Все контрактуры характеризуются более или менее постепенным нарастанием до определенной высоты, на которой они и удерживаются в течение всего времени наблюдений (рис. 1). Очень сходны для всех растворов также и сроки наступления рефрактерности (наркоза).

Из табл. 1 видно, что возбудимость в 2% растворах сохраняется сравнительно долго — несколько часов; в 4% растворах полная невозбудимость наступает уже через 15—20 мин., т. е. в 15—20 раз быстрее, чем в предыдущей концентрации. При дальнейшем повышении концентрации время наступления рефрактерности уменьшается только в несколько раз. Следовательно, резкое уменьшение времени наступления невозбудимости происходит в той же концентрации, в какой мышца начинает сокращаться.

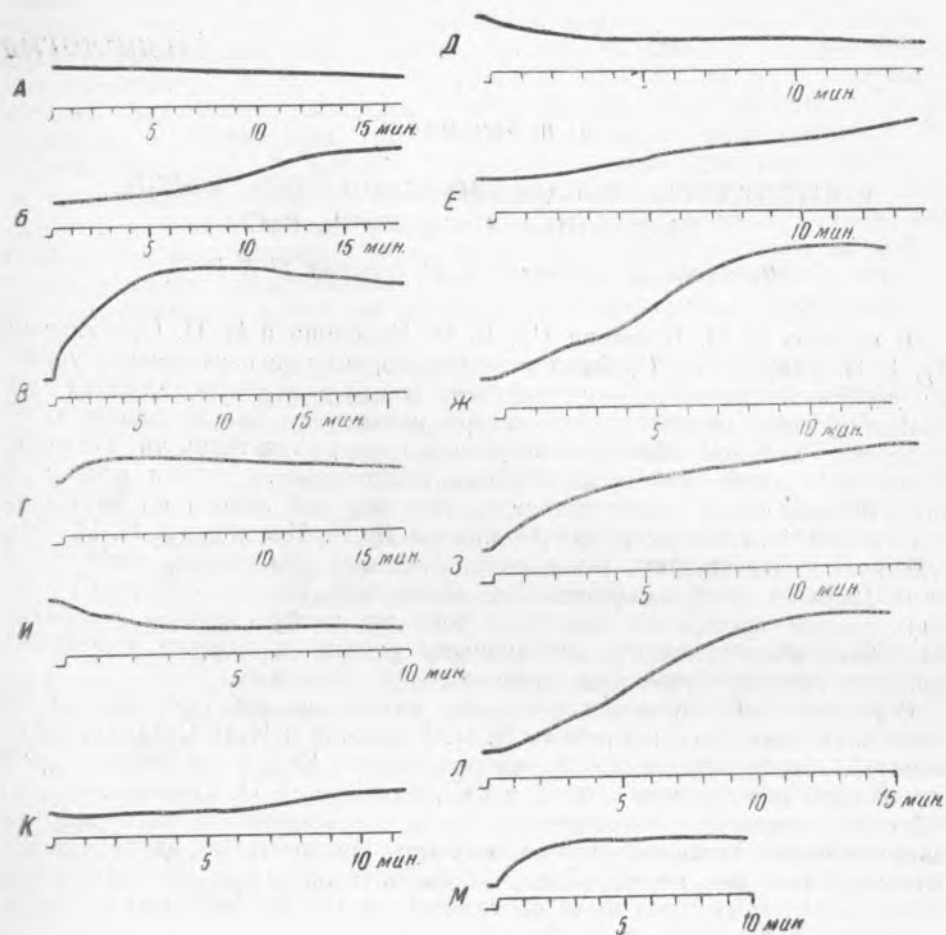


Рис. 1. Миограммы контрактур при действии на мышцу хлористых солей щелочно-земельных металлов: А — 2% CaCl_2 , Б — 4% CaCl_2 , В — 8% CaCl_2 , Г — 16% CaCl_2 , Д — 2% MgCl_2 , Е — 4% MgCl_2 , Ж — 8% MgCl_2 , З — 16% MgCl_2 , И — 2% BaCl_2 , К — 4% BaCl_2 , Л — 8% BaCl_2 , М — 16% BaCl_2 .

Особенно хорошо эти отношения демонстрируются на логарифмическом графике (рис. 2), на котором форма кривой не зависит от принятых масштабов рисунка. Все кривые обнаруживают резкий перелом в 4% концентрации. В этой концентрации одна закономерность сменяется другой: здесь наблюдается переход от медленного, часами длящегося сохранения возбудимости к быстрому наступлению невозбудимости. Как было указано, в этой же концентрации обнаруживаются и первые признаки местного возбуждения — контрактуры. Таким образом, концентрация, вызывающая контрактуры, есть в то же время и концентрация, обуславливающая быстрое наступление рефрактерности мышцы.

Паранекротические изменения несколько предшествуют появлению контрактур.

Действие CaCl_2				Действие MgCl_2			Действие BaCl_2			
Концентрация в %	Высота контратур в мм	Время наступления невозбудимости в мин.	Усиление окраски в % к контролю (паранекроз)	Концентрация в %	Высота контратур в мм	Время наступления невозбудимости в мин.	Концентрация в %	Высота контратур в мм	Время наступления невозбудимости в мин.	Усиление окраски в % к контролю (паранекроз)
0	0	4210	0	0	0	4210	0	0	4210	0
2	0	136,5	+ 42,6	2	0	310	2	0	751	+ 31,2
4	2,5	18,0	+ 80,4	4	10	20	4	6	24,7	+ 86,0
8	47,5	6,7	+190,0	8	31	15,2	8	22,3	15,0	+148,3
16	5	4,2	—	16	30	6	16	8,3	6,5	—

Как видно из табл. 1, уже в 2% растворах CaCl_2 и BaCl_2 наблюдается усиление окраски на 30—40% по сравнению с контролем. В 4%

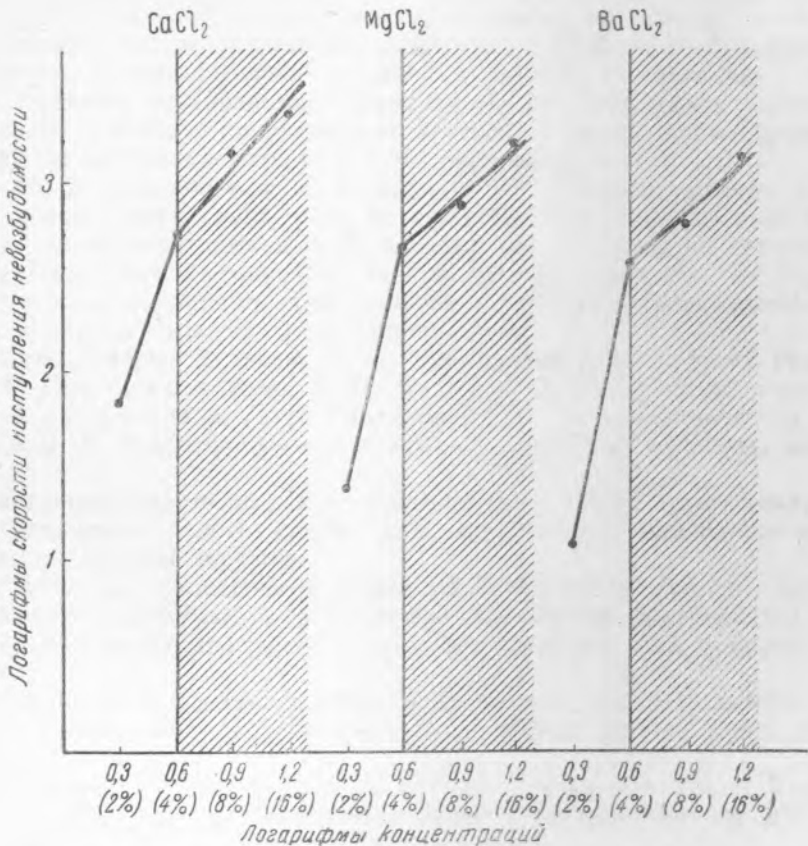


Рис. 2. Зависимость скорости наступления невозбудимости от концентрации CaCl_2 , MgCl_2 и BaCl_2 .
Заштрихована область наступления контратур

концентрации паранекротические изменения усиливаются — разница в окраске здесь доходит до 80%, а в 8% концентрации она составляет 150—200% от окраски контрольных мышц.

Таким образом, для солей двухвалентных катионов Са, Mg, Ва можно установить такие же закономерности, какие были найдены для одновалентных катионов Na, К, а также для HCl, этилового спирта, эфира, высокой температуры и гипотонии: при постепенном усилении действующего агента в мышце сначала появляются паранекротические изменения, а затем одновременно обнаруживаются возбуждение и рефрактерность.

Отдел общей морфологии
Института экспериментальной медицины
Академии медицинских наук СССР

Поступило
27 IX 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. П. Буткевич, Вестн. ЛГУ, № 1, 124 (1948). ² Д. Н. Насонов и И. П. Суздальская, Изв. АН СССР, сер. биол., № 5, 15 (1948). ³ Л. Н. Гаврилова, ДАН, 63, № 5 (1948).