

Л. Г. МИКАЕЛЯН

ЗАВИСИМОСТЬ МЕМБРАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН ЛЯГУШКИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ КАЛИЯ В НАРУЖНОЙ СРЕДЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ САЛИЦИЛАТА ФИЗОСТИГМИНА

В ряде работ показано, что салицилат физостигмина (СФ) вызывает деполяризацию мембраны мышечных волокон лягушки в нормальном растворе Рингера [1, 2]. При замещении в наружном растворе ионов хлора на ионы сульфата деполяризация усиливалась, достигая 100 мв. Несмотря на то, что в этих условиях мембранный потенциал (МП) приближался к равновесному потенциалу для ионов натрия, тем не менее подобная деполяризация наблюдалась также в безнатриевом растворе.

Помимо деполяризующего действия на мембрану мышечных волокон, СФ ингибирует также активный выход ионов натрия из мышц лягушки [3, 4]. Причем, оказалось, что СФ подавляет работу натриевого насоса путем, отличающимся от действия оубаина.

Все эти данные свидетельствуют о том, что влияние физостигмина на мышцу имеет сложный характер и, по-видимому, затрагивает различные стороны функционирования клетки.

В целях дальнейшего изучения влияния физостигмина на мембрану мышечных волокон в настоящей работе исследована зависимость МП от концентрации ионов калия в наружном растворе $(K^+)_o$ при действии СФ.

Материал и методика. Эксперименты проводились на портняжных мышцах (*m. sartorius*) озерной лягушки (*Rana ridibunda*). Мембранные потенциалы поверхностных волокон отводились при комнатной температуре (20—22°C) с помощью микросолевых мостиков, изготовленных из стекла «Пирекс» диаметром кончика 0,5—1 мк, заполненных 3М КСl, собственный потенциал которых не превышал 10 мв. Усилителем биопотенциалов служил рН-метр типа ЛПУ-01. Ионный состав экспериментальных растворов представлен в таблице. рН-растворов колебался 6,85—7,20. Процедура экспериментов следующая: одна из пар свежееотпрепарированных портняжных мышц лягушки инкубировалась в течение 30 мин в экспериментальном растворе, содержащем СФ при 3—4°, а затем 30 мин в том же растворе при комнатной температуре. После этого мышца переносилась в камеру для измерения МП. Контрольная мышца подвергалась той же процедуре, однако экспериментальные растворы не содержали СФ. Выбор времени инкубации мышц в экспериментальных растворах основан на том факте, обнаруженном в настоящей работе, что максимум деполяризации мембраны при действии СФ наступает в хлорных растворах к 30—40, а в сульфатных—к 50—60 мин.

Результаты и обсуждение. Результаты экспериментов представлены на рисунке.

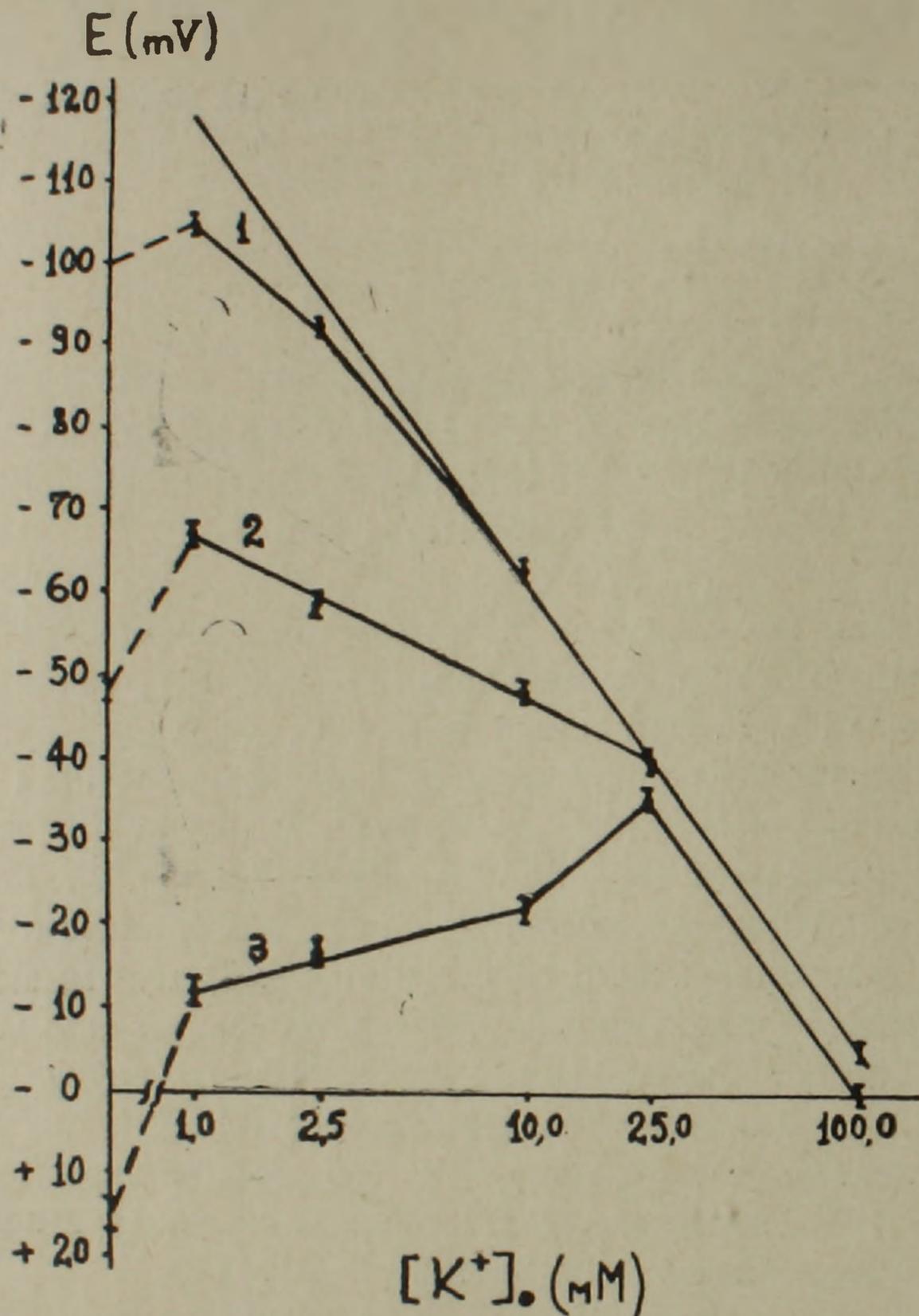


Рис. Полулогарифмический график зависимости МП от концентрации ионов калия в наружной среде. Кривая 1—теоретическая, рассчитанная по уравнениям Нерста и Хочкина-Катца. Кривая 2—величины МП, измеренные в хлорных растворах. Кривая 3—величины МП, измеренные в сульфатных растворах. Каждая точка на графике представляет среднее значение МП из 40 измерений на 4-х мышцах. Вертикальными черточками обозначены стандартные отклонения.

Зависимость МП от концентрации ионов калия в наружном растворе, определенная на мышечных волокнах, обработанных СФ в хлорных растворах, имеет линейный характер. Однако величина наклона кривой (2) равна 18 мВ и значительно отличается от термодинамического значения RT/F , равного 58 мВ. Это могло бы быть результатом увеличения проницаемости мембраны для ионов натрия. Однако показано [4], что 2-часовая инкубация портняжных мышц лягушки в нормальном растворе Рингера в присутствии 10^{-3} М СФ не приводит к заметному изменению внутриклеточной концентрации ионов натрия. Другой возможной причиной уменьшения наклона зависимости МП от $(K^+)_0$ может быть

изменение катионспецифических свойств мембраны, вызванное СФ. Действительно, если МП при действии СФ определялся бы, например, ионами натрия, то замена в наружной среде хлорного безкалиевого раствора на безкалиевый сульфатный раствор не должна была привести к изменению величины МП. Однако, как видно из рисунка, подобная замена при-

Таблица
Ионный состав экспериментальных растворов, мг—ион/л

№ раствора	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Сахароза	Относительная ион сила
1	—	119,9	1,8	2,4	121,1	—	—	1
2	1,0	118,9	1,8	2,4	121,1	—	—	1
3	2,5	117,4	1,8	2,4	121,1	—	—	1
4	10,0	109,9	1,8	2,4	121,1	—	—	1
5	25,0	94,9	1,8	2,4	121,1	—	—	1
6	100,0	19,9	1,8	2,4	121,1	—	—	4
7	—	85,9	8,0	2,4	—	49,7	120	0,77
8	1,0	84,9	8,0	2,4	—	49,7	120	0,77
9	2,5	83,4	8,0	2,4	—	49,7	120	0,77
10	10,0	75,9	8,0	2,4	—	49,7	120	9,77
11	25,0	60,9	8,0	2,4	—	49,7	120	0,77
12	100,0	—	8,0	2,4	—	56,6	94	0,87

водит к деполяризации мембраны на 63 мв. Этот результат указывает на то, что в условиях действия СФ на мышцу существенную роль в поддержании МП играют анионы хлора. С другой стороны, полученные результаты свидетельствуют также о том, что в указанных выше условиях мембрана мышечных волокон в какой-то степени избирательна к ионам калия, т. к. изменение $(K^+)_0$ при $Cl = const.$ приводит к изменению МП, причем, с увеличением K_0 величина МП уменьшается по абсолютной величине. Иная картина наблюдается в сульфатных растворах. Здесь с увеличением $(K^+)_0$ от 1 до 10 мМ в присутствии физостигмина величина МП медленно возрастает и в точке, соответствующей 25 мМ K_0 , как и в хлорных растворах, принимает значение, близкое к контрольному. Подобная зависимость МП от $(K^+)_0$ свидетельствует о том, что с увеличением $(K^+)_0$ происходит восстановление калиевой функции мембраны, которое, по-видимому, связано с «инактивацией» СФ.

Таким образом, действие СФ на мембранный потенциал зависит от наружной концентрации ионов калия. Не исключена возможность, что катионы физостигмина избирательно блокируют каналы калиевой проницаемости в мембране мышечных волокон. В этом случае их «активность» в конкуренции с ионами калия будет уменьшаться с увеличением $(K^+)_0$, и при некоей критической концентрации последних физостигмин будет полностью «инактивирован», а мембранный потенциал вернется к нормальному значению.

Լ. Գ. ՄԻՔԱԵԼՅԱՆ

ԳՈՐՏԻ ՄԿԱՆԱԹԵԼԻ ՄԵՄԲՐԱՆԱՅԻՆ ՊՈՏԵՆՑԻԱԼԻ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԱՐՏԱՔԻՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ԻՈՆՆԵՐԻ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆԻՑ ՖԻԶՈՍՏԻԳՄԻՆԻ
ՍԱԼԻՑԻԼԱՏԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ֆիզոստիզմինի սալիցիլատի (ՖՍ) ազդեցության դեպքում գորտի մեկուսացված մկանի մկանաթելի մեմբրանը կորցնում է կալիում իոնների նկատմամբ ունեցած իր բարձր ընտրողականությունը: Այդ պայմաններում մեմբրանային պոտենցիալի և արտաքին լուծույթի կալիում իոնների խտության կախվածության կորի թեքվածությունը խիստ տարբերվում է թերմոդինամիկական թեքվածությունից RT/F :

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ ՖՍ-ի ազդեցության դեպքում մկանաթելի մեմբրանային պոտենցիալը քլորիդային լուծույթներում պայմանավորված է հիմնականում քլորիդի իոններով:

Ենթադրվում է, որ ֆիզոստիզմինի կատիոնները ընտրողականորեն խցանում են մկանաթելի մեմբրանի կալիումի թափանցելիության ուղիները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Kovács T. and Szabo B. Acta physiol. Acad. Sci. Hung., 40, 1971.
2. Szabo B., Went E. and Kovács T. Acta physiol. Acad. Sci. Hung., 30, 1966.
3. Van der Kloot W. J. Gen. Physiol., 41, 1958.
4. Varga E. and Horowicz P. Fed. Proc., 22, 1963.