ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
XXXIV, 12, 1215—1219, 1981

УДК 577.3

СПОНТАННАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК TAENIA COLI МОРСКОЙ СВИНКИ В РАСТВОРАХ, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ Na, Ca и Li

К. В. КАЗАРЯН, А. С. ТИРАЯН

Экспериментально установлено, что гладкомышечные клетки taenia coli морской свинки генерируют как низкочастотную волновую активность мембранного потенциала, так и потенциалы действия в растворах, содержащих ионы Na и Ca. В литиевых же растворах медленная волна исчезает, а быстрая активность, выраженная потенциалами действия, становится более ритмичной. По способности генерации медленной электрической активности изученные ионы можно определить следующим соотношением $Ca^{++} > Na^{+} > Li^{+}$.

Ключевые слова: taenia coli, спонтанная активность, медленноволновая активность.

Результаты исследований, посвященные взаимосвязи электрической активности taenia coli морской свинки с наличием различных катионов в наружной среде, дали основание заключить, что электрохимические свойства мембран указанных гладкомышечных клеток отличаются от подобных характеристик скелетных мышц и нервных волокон. Экспериментально выявлена основная роль кальция для электрической активности taenia coli [4—6]. При этом в процессе переноса заряда через мембрану ионы кальция заменяют ионы натрия и генерируют потенциалы действия.

Катионная избирательность мембран гладкомышечных клеток taenia coli изучена недостаточно. С этой точки зрения представляет существенный интерес изучение разницы в проницаемости ионов Na и Li, которая выражена сравнительно слабо для мембран нервных и поперечнополосатых мышечных волокон [1, 7]. Исходя из этого, проникающие катионы Na, Ca и Li мы попытались расположить по степени их деполяризующего действия.

Материал и методика. Опыты проводились на изолированных полосках taenia coli морских свинок. Толщина препаратов была 0,5 мм, а длина 10—15 мм. Препараты после изоляции выдерживались в нормальном растворе Кребса при температуре 36—37° в течение одного часа, после чего помещались в соответствующие камеры «сахарозного мостика», сконструированные по Бергеру и Барру [2].

Через все отсеки сахарозной камеры протекали растворы с постоянной скоростью. В опытах были использованы растворы с различными концентрациями ионов (табл.).

Растворы сахарозы и хлористого калия были изотоничны нормальному раствору Кребса. Все тестируемые растворы поддерживались при постоянной температуре 36°. Мембранные потенциалы отводились хлорсеребряными электродами.

Результаты и обсуждение. Типичная спонтанная активность, зарегистрированная в нормальном растворе Кребса (раст. № 1, табл.), пред-

Таблица

Состав экспериментальных растворов

№ раствора	Концентрация ионов, мМ									
	Na^+	K^+	Li^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	HCO_3^-	$H_2PO_4^-$	сахароза	глюкоза
1	137,1	5,9	—	2,5	1,2	134	15,5	1,2	—	11,5
2	16,7	5,9	—	2,5	1,2	13,6	15,5	1,2	240	11,5
3	1,2	15,5	—	2,5	1,2	7,7	15,5	1,2	227,4	11,5
4	1,2	15,5	—	0,5	1,2	3,7	15,5	1,2	233,4	11,5
5	1,2	15,5	—	15	1,2	27,7	15,5	1,2	195,9	11,5
6	1,2	5,9	120,4	2,5	1,2	134	15,5	1,2	—	11,5

ставлена на рис. 1, А. Как видно из приведенной кривой и согласно некоторым данным [5, 10], активность taenia coli морской свинки складывается из локальных потенциалов или медленных волн и потенциалов действия. Последние обычно ритмично связаны с местными потенциа-

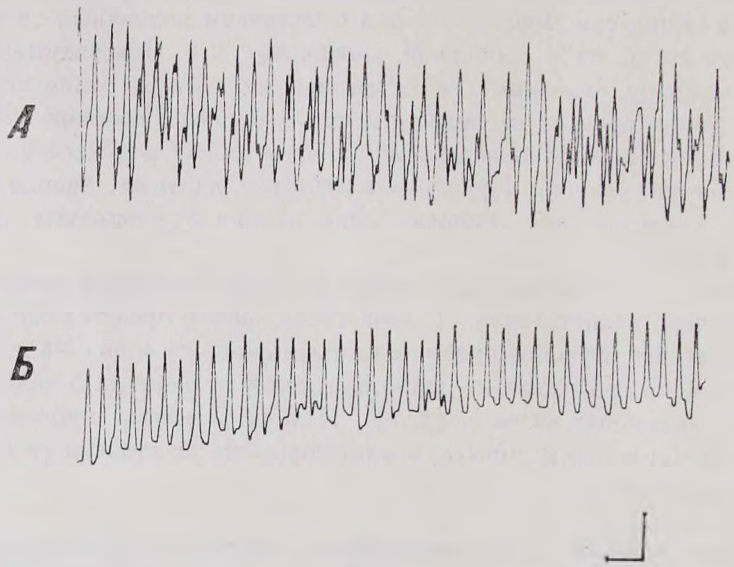

Рис. 1. Спонтанная биоэлектрическая активность препаратов taenia coli морских свинок, зарегистрированная в нормальном растворе Кребса (А) и литиевом растворе (Б). Калибровка: 1 мв, 2,5 сек.

лами и большей частью генерируются ими. Разряды импульсов были в основном с частотой 0,9 имп./сек, амплитудой до 2 мв и изменялись в зависимости от препарата.

Роль ионов Li в поддержании электрической активности была выявлена при замене NaCl в наружном растворе на LiCl (раст. № 6, табл.). Активность всех исследуемых препаратов через 18—20 мин становилась более четкой и регулярной. Если в растворе Кребса наблюдалось постепенное нарастание амплитуд пиков до полного потенциала действия, то в литиевом растворе мы наблюдали исчезновение низких значений активности, но сохранение четкой ритмики с максимальными значениями спайка (рис. 1, Б). Этот эффект более наглядно проявлялся в отношении полосок с высокой частотой спонтанной активности. В этом случае частота активности в литиевом растворе несколько возрастала и амплитуда спайка сохранялась на максимальном уровне. Следует отметить, что в растворах с ионами Li порог разрядов становился ниже, потенциалы действия генерировались на фоне стабильного потенциала и, как следствие этого, имела место регулярная ритмичная активность. Таким образом, в литиевых растворах наряду с эффектом исчезновения медленной активности наблюдается также увеличение амплитуды разрядов.

Влияние ионов натрия на активность taenia coli определялось путем уменьшения наружной концентрации Na^+. С этой целью основная доля ионов натрия была заменена на сахарозу (раст. № 2, табл.). В этом случае заметного изменения активности не наблюдалось, последняя лишь становилась несколько более ритмичной (рис. 2, А), и наблюдалось существенное уменьшение овершута потенциала действия, о чем свидетельствуют также данные Бюльбринг [5]. Подобная картина сохранялась 25—30 мин, после чего имело место подавление активности, которая восстанавливалась через 15—20 мин после смены раствора на нормальный Кребсовый раствор.

Роль ионов натрия становилась наглядной уже при регистрации биоэлектрической активности мышц в растворе, где отсутствуют ионы указанного элемента (раст. № 3, табл.). В этом случае сначала наблюдалось угнетение биоэлектрической активности в течение 3—4 мин, а затем ее восстановление приблизительно на 20 мин. Восстановленная активность (рис. 2, Б) по всем своим характеристикам отличалась от таковой, зарегистрированной в растворе Кребса. Частота потенциалов действия становилась реже (0,4 имп./сек) и, как правило, они возникали на фоне значительно увеличенных деполяризационных волн. В данных условиях разряды импульсов были возможны лишь при некотором увеличении порога возбудимости сравнительно с нормальным раствором Кребса. Таким образом, в отсутствие ионов натрия, как и предполагалось, наблюдается влияние кальция на спонтанную активность. Однако медленный ритм ее в этом случае выражен более четко.

Для выявления роли ионов кальция в генерации спонтанной активности мышц регистрация потенциалов проводилась в растворах с повышенным содержанием кальция (раст. № 5, табл.). Наблюдения над каждой полоской taenia coli, как и во всех предыдущих опытах, проводились около одного часа и более. За 20—30 мин происходило почти полное

истощение внутриклеточного натрия [3, 8, 9], и так как в методике «сахарозного мостика» мышца постоянно омывается раствором, естественно, что через 0,5 ч практически полностью исключалось влияние натрия.

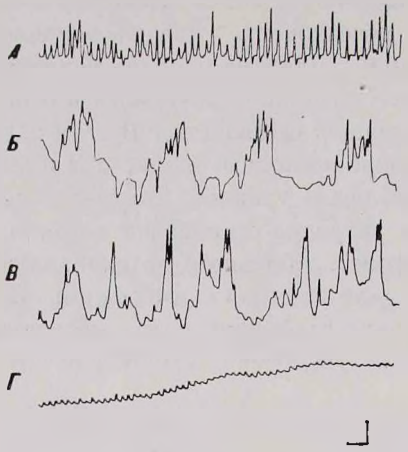

Рис. 2. Биоэлектрическая активность препаратов taenia coli морских свинок, зарегистрированная в растворах с 17 мМ Na^+ (А), безнатриевом (Б), с увеличенным кальцием (В), уменьшенным кальцием (Г). Калибровка: 1 мв, 2,5 сек.

При перенесении мышечных полосок в раствор с 15 мМ кальция нормальная спонтанная активность за 40—50 мин постепенно изменялась почти до картины (рис. 2, В), наблюдаемой в предыдущем случае (рис. 2, Б), т. е. в растворе с содержанием Ca^{++} 2,5 мМ. Однако из приведенных рисунков видно, что с увеличением концентрации Ca^{++} частота спайков становится меньше (0,3 имп./сек) и наблюдается небольшое возрастание величины локальных потенциалов, т. е. медленной деполяризационной волны, генерирующей разряды. Видимо, в отсутствие ионов Na порог возбудимости повышается, и это особенно выражено при повышении концентрации кальция в растворе. Погружение же мышц в раствор с 0,5 мМ Ca^{++} (раст. № 4, табл. 1) угнетало спонтанную активность в течение первых же 5—10 мин (рис. 2, Г). Этот результат лишний раз подтверждает основную роль катионов Na и Ca для генерации спонтанной активности taenia coli морской свинки.

После проведения наблюдений в соответствующем растворе в конце каждого эксперимента пропускался раствор Кребса, в котором, как правило, через 15—20 мин восстанавливалась нормальная активность.

Таким образом, как следует из приведенных данных, гладкомышечные клетки taenia coli морской свинки довольно хорошо генерируют спонтанные потенциалы действия в растворах, содержащих Li^+, Na^+ и Ca^{++}. В зависимости от проникающего иона уровень порога генерации потенциала действия меняется. При этом установлено, что по степени деполяризующего действия вышеуказанные ионы можно определить соотношением $Ca^{++} > Na^+ > Li^+$. Следовательно, канал проводимости гладкомышечных клеток taenica coli наиболее специфичен к ионам лития, при наличии которых полностью исчезает медленная электрическая активность. Поэтому не исключена возможность взаимодействия каналов, ответственных за генерацию потенциала действия, с другими электро-

тешными системами мембраны гладкомышечных клеток taenia coli морской свинки.

Институт физиологии им. Л. А. Орбели АН Армянской ССР Поступило 5.VI 1981 г.

ԾՈՎԱԽՈՉՕՒԿՆԵՐԻ ՀԱՍՏ ԱՂԻՆԵՐԻ ՀԱՐԹ ՄԿԱՆՆԵՐԻ ԲՋԻՋՆԵՐԻ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ Na, Ca, Li-Ի ԻՈՆՆԵՐ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄԵՋ

Ք. Վ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Ս. ՏԻՐԱՅԱՆ

Յուցց է տրվում, որ ծովախոզուկների taenia coli-*ին բավական լավ բնորոշակ է* Na, Ca, Li-*ի իոններ պարունակող լուծույթներում առաջացնել գործողության պոտենցիալներ։ Կալցիումական լուծույթներում իմպուլսների բիոէլեկտրական ակտիվությունը բարդ է և անկայուն։ Նատրիումական լուծույթներում նկատվում է գործողության պոտենցիալի ամպլիտուդայի աստիճանական բարձրացում։ Ավելի պարզ և ռիթմիկ ինքնաբուխ ակտիվություն է հայտնվում լիտիումական լուծույթում, երբ վերանում է դանդաղ էլեկտրական ակտիվությունը։ Պարզվել է, որ նշված իոններն իրենց դեպոլարիզացնող ազդեցության աստիճանով կարելի է ներկայացնել հետևյալ հարաբերությամբ՝* $Ca^{++} > Na^{+} > Li^{+}$։

THE SPONTANEOUS ACTIVITY OF THE GUINEA PIGS *TAENIA COLI* CELLS IN THE SOLUTIONS CONTAINING *Na*, *Ca* AND *Li* IONS

K. W. KASARIAN, A. S. TIRAYAN

It has been experimentally established that guinea pigs *taenia coli* smooth muscle cells generate the action potentials in the solutions containing Na, Ca, Il ions. The spontaneous bioelectrical activity becomes complicated and unstable in the presence of Ca^{++}. The gradual increase of the action potentials in the solutions containing Na^{+} ions has been observed. The most clear and rhythmic spontaneous activity has been revealed in the presence of Li ions when the slow electrical ability has been abolished. By ability of generating slow electrical activity the studied ions may be defined with following sequence $Ca^{++} > Na^{+} > Li^{+}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лев А. А.* Ионная избирательность клеточных мембран. Л., 1975.
2. *Berger W., Barr L.* J. App. Physiologi, *26*, 3, 1969.
3. *Bozler E., Calvin M., Watson D. W.* A. J. Physiologi, *195*, 1, 1958.
4. *Brading A., Bülbring E. a. Tomita T.* J. Physiologi, *200*, 3, 1969.
5. *Bülbring E. a Kuriyama H.* J. Physiologi, *166*, 1, 1963.
6. *Bülbring E. a Tomita T.* J. Physiologi, *210*, 1, 1970.
7. *Chandler W. K. a Meves H.* J. Physiologi, *180*, 3, 1965.
8. *Goodford P. J. a Hermansen K.* J. Physiologi, *158*, 2, 1961.
9. *Goodford P. J.* J. Physiologi, *163*, 2, 1962.
10. *Holman M. E.* J. Physiologi, *141*, 2, 1958.