

А. Н. КУДРИН, Ж. К. АСЛАНЯՆԻ

ЗАВИСИМОСТЬ АРИТМОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ХЛОРИДА КАЛЬЦИЯ ОТ ЕГО ДОЗЫ У БЕЛЫХ МЫШЕЙ И КРОЛИКОВ

(Сообщение 2)

В связи с проведением дальнейших исследований по определению количественных взаимоотношений между ионами кальция Ca^{2+} и молекулами миозина в сердце кроликов в момент фибрилляции сердца, необходимо внести некоторые изменения в расчеты, опубликованные нами ранее*.

В миокарде у интактных кроликов при нормальном ритмичном сокращении сердца в 1 г сухой ткани содержится 0,68 мг кальция. Так как вес сухого сердца у кролика составляет около 1,6 г, то во всем сухом сердце кальция содержится 1,088 мг или $1,088 \cdot 10^{-3}$ г. Это весовое количество кальция содержит $0,16 \cdot 10^{20}$ ионов кальция (Ca^{2+}), что следует из уравнения:

$$\begin{array}{r} 40,08 \text{ г мол вес } Ca^{2+} - 6,023 \cdot 10^{23} \text{ число Авсгадро} \\ 1,088 \cdot 10^{-3} \text{ г } Ca^{2+} - \quad \quad \quad \times \end{array}$$

В момент фибрилляции сердца кролика (при введении хлорида кальция в вену) на 1 г сухой ткани сердца содержалось 1,07 мг кальция, а весь сухой миокард составил 1,7 мг кальция. Это весовое количество кальция содержит $0,25 \cdot 10^{20}$ ионов Ca^{2+} согласно уравнению:

$$\begin{array}{r} 40,08 \text{ г мол вес } Ca^{2+} - 6,023 \cdot 10^{23} \text{ число Авсгадро} \\ 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ г } Ca^{2+} - \quad \quad \quad \times \end{array}$$

Чтобы рассчитать соотношение между ионами Ca^{2+} и молекулами миозина, необходимо определить количество молекул миозина в сердце. Вес сырого сердца кролика составляет 8 г и 7% его веса приходится на миозин. Во всем сыром сердце кролика миозин составляет 0,56 г. В этом весовом количестве миозина содержится $0,674 \cdot 10^{19}$ молекул миозина. В сухом сердце миозина содержится в 5 раз больше, чем во влажном (влажность сердца около 80%), т. е. $3,37 \cdot 10^{18}$ молекул миозина.

Можно рассчитать количество ионов Ca^{2+} , приходящихся на 1 молекулу миозина в норме (без фибрилляции) и при фибрилляции сердца.

$$\frac{\text{В норме: } 0,16 \cdot 10^{20} \text{ ионов } Ca^{2+} \text{ в сердце}}{3,37 \cdot 10^{18} \text{ молекул миозина в миокарде}} = 0,047 \cdot 10^2 \text{ или } 4,7 \text{ ионов } Ca^{2+}$$

на 1 молекулу миозина.

При фибрилляции сердца:

$$\frac{0,25 \cdot 10^{20} \text{ ионов } Ca^{2+} \text{ в сердце при фибрилляции}}{3,37 \cdot 10^{18} \text{ молекул миозина в миокарде}} = 0,074 \cdot 10^2 \text{ или } 7,4 \text{ ионов } Ca^{2+}$$

на 1 молекулу миозина в момент фибрилляции сердца.

При фибрилляции сердца превышение ионов Ca^{2+} по сравнению с нормой на одну молекулу миозина будет представлять разницу: 7,4 (фибрилляция)—4,7 (норма) и соста-

* См. ж. «Кровообращение», 1974 г., № 3.

вит 2,7 иона Ca^{2+} на 1 молекулу миозина. Это дополнительное аритмогенное соотношение ионов Ca^{2+} и миозина в момент фибрилляции сердца получено экспериментально.

Результаты проведенных нами расчетов являются ориентировочными и в дальнейшем при применении новых методов определения кальция и миозина в сердце, а также при новых подходах к расчетам их соотношения могут измениться. Несомненно, что сравнительно небольшое увеличение кальция в сердце, всего лишь в пределах 50%, вызывает фибрилляцию миокарда. Молекулярный механизм аритмии сердца, вызываемой кальцием, до сих пор еще не выяснен. Для приближения к нему интересно определить количество ионов Ca^{2+} , приходящихся на единицу поверхности миокарда. Прямых данных о поверхности миокарда кролика мы не встретили в литературе, но есть указание, что 1 г сердца лягушки занимает поверхность 6000 cm^2 . Приблизительно мы взяли для расчета поверхности 1 г сердца кролика эту цифру. Поэтому поверхность сердца кролика весом 8 г будет составлять ориентировочно $8 \cdot 6000 = 48000 \text{ cm}^2$. В сухом сердце кролика ионов Ca^{2+} в момент фибрилляции содержится $0,25 \cdot 10^{20}$, а в сыром в 5 раз меньше, т. е. $0,5 \cdot 10^{20}$ ионов Ca^{2+} . Если

$$\frac{0,5 \cdot 10^{20} \text{ ионов } \text{Ca}^{2+}}{48 \cdot 10^3 \text{ cm}^2} \text{ или } \frac{0,5 \cdot 10^{20}}{0,48 \cdot 10^5}$$

то округленно получим $1 \cdot 10^{15}$ ионов Ca^{2+} , приходящихся на 1 cm^2 поверхности сердца в момент фибрилляции, а при переходе к \AA^2 это составит:

$$\frac{1 \cdot 10^{15} \text{ ионов } \text{Ca}^{2+}}{1 \cdot 10^{16} \text{\AA}^2} = 0,1 \text{ иона } \text{Ca}^{2+} \text{ на } 1 \text{\AA}^2 \text{ или } 1 \text{ ион } \text{Ca}^{2+} \text{ на } 10 \text{\AA}^2.$$

Проведенные расчеты количественного соотношения ионов Ca^{2+} с молекулами миозина и соотношения их с поверхностью миокарда показывают, что ион Ca^{2+} для сердца является весьма активным. Методологический подход к подсчету молекулярных взаимоотношений и занимаемой ими поверхности может помочь в анализе биологических явлений на молекулярном уровне. При этом следует учесть, что не все молекулы или ионы вводимого вещества будут физиологически активны, так как некоторые из них могут быть блокированы (связаны) молекулами, не принимающими участия в осуществлении данной биофизической, биохимической или физиологической реакции живой системы.

І ММИ им. И. М. Сеченова,
г. Москва

Поступило 2/IX 1974 г.

Ա. Ն. ԿՈՒՐԻՆ, Ժ. Կ. ԱՍԼԱՆՅԱՆՑ

ՍՊԻՏԱԿ ՄԿՆԵՐԻ ԵՎ ՃԱԳԱՐՆԵՐԻ ՄՈՏ ՓԻՐՐԻԼՅԱՑԻԱՅԻ ԺԱՄԱՆԱԿ ԿԱՅԻՈՒՄԻ ՔԼՈՐԻԴԻ ԱՐԻՏՄՈԳԵՆ
ԱԶԳԻՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱԽՎԱԾ ՆՐԱ ԴՈՋԱՅԻՑ

Ա մ փ ն փ ն լ մ

Հոդվածում ցույց է տրված ճագարների մոտ ֆիրրիլյացիայի ժամանակ կայտնվող իոնների և սրտամկանի հիմնական կծկողական սպիտի-միոզինի փոխհարաբերությունը:

A. N. KOUDRIN, J. K. ASLANIANTS

THE DEPENDENCE OF ARRHYTHMOGENIC ACTION OF CALCIUM CHLORIDE ON ITS DOZE IN WHITE MICE AND RABBITS

S u m m a r y

In the paper the interrelations of ions calciums and main contractile protein of myocardium the myosin in the moment of fibrillation in rabbits were shown.