

CATECHOLAMINE METABOLISM IN GUINEA PIG TISSUES IN CEREBROCRANIAL INJURY

E. A. Shirinyan

N. I. Graschenkov Laboratory of Problems of Control Over Organism's Functions of Humans and Animals of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow

The author studied alteration of the level of adrenaline, noradrenaline, dopamine and normethanephren in the brain, hypothalamic region, adrenal glands and in the blood of guinea pigs 1, 1½, 15, 45, 100 minutes and 12 hours after cerebrocranial injury. In cerebrocranial injury after the initial activation (during the first 15 minutes) the activity of the medullary layer of the adrenal glands is inhibited. In the brain and hypothalamic region 45 and 100 minutes after injury the level of noradrenaline decreases, whereas the content of normethanephren rises; an assumption is set forth that the revealed decline of the noradrenaline content in the brain points to an inhibition of its synthesis and not to augmented inactivation of noradrenaline by way of O-methylation, which leads to an increased level of normethanephren. The phase-wise character of catecholamine changes during stress reaction is demonstrated.

УДК 615.842.015.4:612.17.014.422

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ РАЗРЯДНОМУ ТОКУ ДЕФИБРИЛЛЯТОРА

Б. М. Цукерман, Н. А. Ленькова

Лаборатория физиологии (зав.— проф. Л. Л. Шик) Института хирургии им. А. В. Вишневского, Москва

(Поступила в редакцию 3/XI 1970 г. Представлена акад. АМН СССР А. А. Вишневским)

Установлена зависимость электрического сопротивления биологических объектов от напряжения заряда дефибриллятора. Обнаружена взаимная зависимость этого сопротивления и параметров импульса дефибриллятора (Бюлл. eksper. биол., 1971, № 6, с. 49).

Воздействие на сердце импульсом дефибриллятора должно вызвать возбуждение всех возбудимых элементов сердца. В результате продолжение циркуляции возбуждения окажется невозможным, и аритмия, обусловленная этим процессом, прекратится.

Вызывая возбуждение, дефибриллирующий ток не должен травмировать сердце. Этим условием определяется выбор наиболее выгодных его параметров. Установлено, что наилучшим видом терапевтического воздействия является импульс, представляющий собой быстро затухающий колебательный разряд конденсатора, содержащий, помимо первой (положительной), вторую (отрицательную) полуволну [1]. Биологический эффект раздражения сердца определяется суммой амплитуд двух первых полуволн, а повреждающее действие разряда с увеличением второй полуволны (в определенных пределах) уменьшается [2, 3].

Для получения нужных импульсов применяют приборы — дефибрилляторы, в которых разряд конденсатора (емкостью C) для формирования нужного импульса протекает через катушку (с индуктивностью L и омическим сопротивлением R_L). При разряде дефибриллятора через тело больного (сопротивлением $R_{об}$) напряжение на электродах определяется соотношением R_L и $R_{об}$. Поэтому при заряде конденсатора до одного и того же напряжения (V_0) напряжение на теле больного (U) при разном $R_{об}$ окажется различным. Кроме того, вид импульса также зависит от $R_{об}$: с увеличением последнего амплитуда второй полуволны уменьшается и разряд может даже стать аperiодическим.

Сопротивление тела, например грудной клетки человека, варьирует довольно значительно [4]. Известно также, что оно зависит от тока, которым его измеряют.

Этот вопрос по отношению к влиянию дефибриллирующих импульсов не изучен и является предметом настоящего исследования.

Методика опытов

Под морфино-тиопенталовым наркозом через грудную клетку собак пропускали разряды дефибриллятора Н. Л. Гурвича, имеющего параметры: C 15 мкф, L 0,27 гн и R_L 24 ом. Электроды обертывали 4 слоями марли, смоченной физиологическим раствором, и накладывали на освобожденную от волос поверхность кожи. Дефибриллятор заряжали до напряжения 500—6000 в. Измеряли разрядный ток в пике первой (I') и в пике второй (I'') полуволн, напряжение на грудной клетке животного в пике первой (U') и в пике второй (U'') полуволн, рассчитывали сопротивление грудной клетки. Измерения осуществ-

ляли при помощи установки, состоящей из двухлучевого катодного осциллографа и делителя напряжений. Осциллограммы тока и напряжения фотографировали. Относительная ошибка измерений составляла $\pm 7,7\%$.

Результаты опытов

Измерения выполнены при 277 разрядах в опытах на 14 собаках. Оказалось, что сопротивление грудной клетки сильно зависит от напряжения заряда конденсатора. При изменении V_c от 500 до 6000 в $R_{об}$ в одном и том же опыте (при одинаковом расположении электродов дефибриллятора) уменьшалось, как правило, в 2—3 раза. Повторное нанесение разрядов одинакового напряжения к изменению $R_{об}$ не приводило. Зависимость

сопротивления объекта от напряжения заряда дефибриллятора приведена на рис. 1.

Если дефибриллятор разряжать на резистор, имеющий стабильную

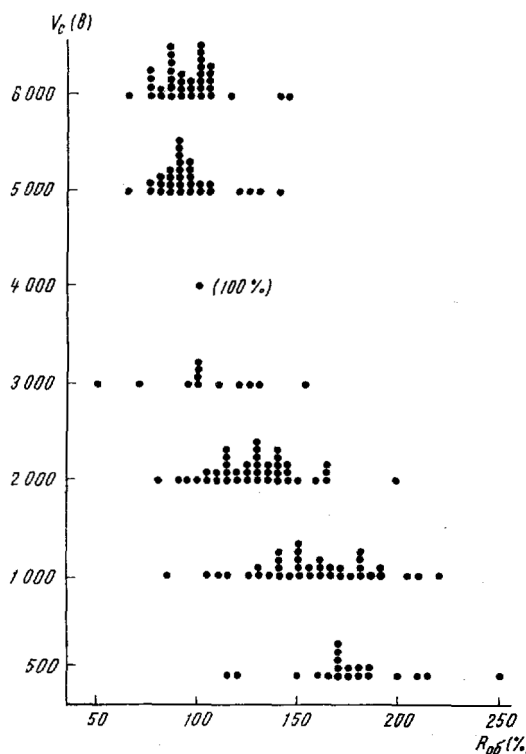


Рис. 1. Зависимость электрического сопротивления тела животных (ось абсцисс) от напряжения (ось ординат) заряда дефибриллятора.

Сопротивление дано в относительных величинах. За 100% принято $R_{об}$ при $V_c = 4000$ в.

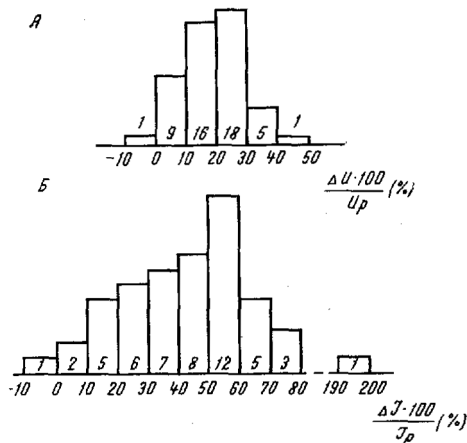


Рис. 2. Сравнение параметров разряда дефибриллятора через биологическое и стабильное сопротивление при увеличении V_c от 500 до 6000 в (распределение результатов 50 опытов на 14 собаках).

А — уменьшение напряжения разряда дефибриллятора на биологическом сопротивлении (U) по сравнению с напряжением на стабильном сопротивлении (U_p); Б — превышение разрядного тока через биологический объект (J) над током через стабильное сопротивление (J_p).

величину сопротивления, то падение напряжения U_p на этом сопротивлении строго пропорционально V_c . При неизменных параметрах разрядной цепи дефибриллятора U_p/V_c всегда постоянно. Сопротивление биологического объекта дефибриллирующему импульсу — величина переменная и зависит от напряжения заряда дефибриллятора, U/V_c при этом меняется. Величина U тоже меняется, но не так, как в таком же интервале колебаний V_c меняется U_p .

На рис. 2, А приведена гистограмма, отражающая различия в изменениях U по сравнению с U_p по данным 50 опытов на 14 собаках, в которых V_c изменяли от 500 до 6000 в. Величины U измерены в экспериментах, U_p — рассчитаны соответственно теории колебательного контура для $V_c = 6000$ в. На рис. 2 видно, что при увеличении V_c от 500 до 6000 в напряжение на грудной клетке в большинстве опытов изменялось на 10—30% меньше, чем в случае, если бы $R_{об}$ оставалось стабильным.

Изложенное показывает, что дефибриллятор и биологический объект оказываются связанными в единую систему, приобретающую свойства стабилизатора напряжения. Можно полагать, что такое взаимодействие имеет место и во время разряда дефибриллятора, на протяжении которого направление на теле животного или человека меняется от максимума до нуля.

Расчеты, произведенные аналогично для тока, показали, что, напротив, увеличение напряжения заряда в опытах с биологическим объектом приводит к гораздо большему нарастанию тока (J), чем в случаях разряда дефибриллятора на стабильное сопротивление (J_p). На гистограмме, представленной на рис. 2, B и отражающей различия в изменениях J по сравнению с J_p при увеличении V_c от 500 до 6000 в, видно, что это превышение в относительных величинах составляет 50—80 %. Отсюда следует, что если по отношению к напряжению система дефибриллятор — биологический объект ведет себя как стабилизатор, то по отношению к току ее поведение противоположно: изменения тока, возникающие при изменении сопротивления нагрузки, значительно усиливаются.

На рис. 3 приведен график, представляющий зависимость отношения амплитуд второй и первой полувольт (J''/J') от $R_{об}$, измеренного в момент максимума первой полувольты. Кривая отражает ту же зависимость, рассчитанную для стабильного сопротивления. Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает, что точки — результаты отдельных экспериментов на животных — располагаются довольно беспорядочно, создавая слабо ориентированную область вокруг теоретической кривой. Это может быть в данных условиях опыта только результатом неустойчивости сопротивления тела животного, меняющего свою величину на протяжении разряда дефибриллятора. Результаты показали, что в половине всех случаев сопротивление тела во время разряда сильно нарастает, что приводит к уменьшению, а часто и к полному исчезновению второй полувольты. В четверти случаев сопротивление уменьшается и вторая полуволна оказывается больше расчетной. Наконец, в четверти случаев сопротивление тела во время разряда остается неизменным. Существуют по крайней мере три причины, приводящие к изменению сопротивления тела во время разряда: явление поляризации, уменьшение напряжения импульса на протяжении разряда и нагревание тканей тела протекающим током. Первые два фактора приводят к увеличению, третий — к уменьшению сопротивления объекта. Значительная дисперсия результатов опытов (см. рис. 3), по-видимому, объясняется преобладанием каких-либо процессов, которые заранее предсказать невозможно.

Таким образом, дефибриллятор и биологический объект представляют собой систему, связанную сложными отношениями между обоими ее элементами. Изменение параметров одного из звеньев этой системы неизбежно

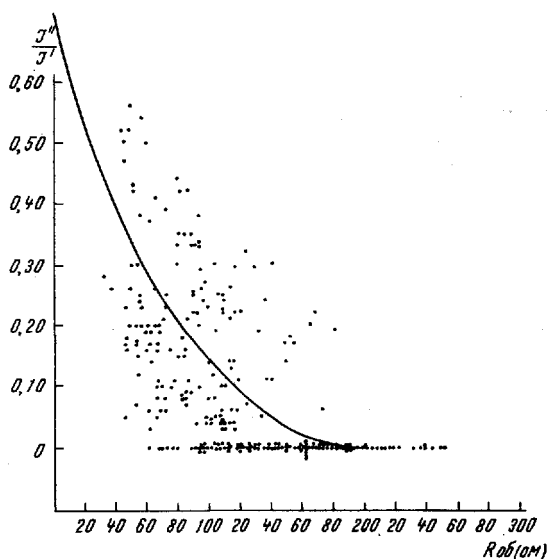


Рис. 3. Соотношение амплитуд двух полувольт импульса дефибриллятора при разных сопротивлениях тела животных.

Величины сопротивлений измерены в пике первой полувольты. Каждая точка — результат отдельного измерения. Кривая отражает эту же зависимость для стабильного сопротивления нагрузки.

вызывает изменения параметров другого звена. Выходной импульс дефибриллятора при этом сильно меняется по амплитуде, продолжительности и скорости затухания, отклоняясь от оптимального вида. Это является недостатком современных импульсных дефибрилляторов.

Данные представленного исследования указывают на значительную изменчивость электрического сопротивления биологических объектов при воздействии на них сильным импульсным током. Биофизическая природа этого явления представляет интерес и требует самостоятельного изучения. Одновременно из настоящей работы следует и практический вывод о необходимости создания дефибриллятора, выходной импульс которого возможно меньше зависел бы от сопротивления нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич Н. Л. Фибрилляция и дефибрилляция сердца. М., 1957.— 2. Гурвич Н. Л., Макарычев В. А. В кн.: Актуальные вопросы реаниматологии и гипотермии. М., 1964, с. 14.— 3. Макарычев В. А. Бюлл. exper. биол., 1966, № 6, с. 27.— 4. Макарычев В. А., Цукерман Б. М., Гурвич Н. Л. Там же, № 11, с. 32.

THE ELECTRIC RESISTANCE OF BIOLOGICAL OBJECTS TO THE DISCHARGE CURRENT OF DEFIBRILLATOR

B. M. Tsukerman, N. A. Lenkova

A. V. Vishnevsky Institute of Surgery of the Academy of Medical Sciences of the USSR,
Moscow

In experiments on dogs it is shown that the electric resistance of the organism of animals markedly depends on the voltage of the defibrillator discharge. In increase of the discharge voltage from 500 to 6000 volts this resistance decreased by 2—3 times; it also changed during the discharge. An interrelationship exists between the resistance of the animal body and parameters of the discharge. As the result of this in changes of the organism's resistance (output load of the defibrillator) the defibrillator and biological object behave as a system with a negative feedback according to the voltage and a positive feedback according to the current. This work demonstrates that it is necessary to design a defibrillator the output pulse of which would not depend so much on the resistance of the load.
