

возбуждения коры, спонтанной ее деятельности, с импульсами, пришедшими от сетчатки по зрительным путям.

Таким образом, сравнение электрограмм мозга, зрительного нерва и сетчатки при одновременной их записи позволяет отметить связь изменения электрических потенциалов мозга при освещении глаз с возбуждением сетчатки светом, роль проведения по нервным путям, а также сложность и изменчивость ответа коры в силу изменчивости спонтанной деятельности коры, взаимодействующей с поступающими импульсами.

## ЗАВИСИМОСТЬ ПОРОГОВЫХ ВЕЛИЧИН НАПРЯЖЕНИЯ И ЕМКОСТИ КОНДЕНСАТОРНОГО РАЗРЯДА, ПРЕКРАЩАЮЩЕГО ФИБРИЛЛЯЦИЮ СЕРДЦА

*Н. Л. Гурвич*

Из института физиологии (дир.— акад. Л. С. Штерн) Академии наук СССР, Москва

Для приостановки фибриллярных сокращений сердца посредством электрического воздействия требуется ток значительной силы. Прево и Бателли (Prevost, Battelli, 1899), первым исследователям, изучившим это явление, удавалось прекращать фибрилляцию сердца у собак, пропуская вдоль туловища переменный ток с напряжением 2 400—4 800 V. Прохождение тока вдоль туловища достигалось помещением электродов в ротовой полости и прямой кишке. Гукеру (Hooker, 1933) удавалось прекращать фибрилляцию сердца у собак сравнительно небольшого размера при значительно меньшем напряжении (275 V) благодаря более удачному расположению электродов, именно по обеим сторонам грудной клетки. Сила тока при этом достигала 4—9 A; продолжительность включения тока варьировала от 0,5 до 1 секунды. При таком же положении электродов Ферис, Кинг, Спенсэ и Уильямс (Feris, King, Spence, Williams, 1936) в многочисленных исследованиях, произведенных на различных видах животных (овцах, собаках, свиньях и телятах), применяли для прекращения фибрилляции переменный ток напряжения 3 000 V. Сила тока доходила до 25—30 A. Продолжительность воздействия тока не превышала 0,1 секунды.

Несмотря на то, что явления прекращения фибрилляции сильным электрическим током известно уже давно и изучалось различными авторами, до сих пор не имеется детальных исследований по вопросу о порогах силы тока, достаточных для прекращения фибрилляции. Исключением являются немногочисленные опыты Гукера, произведенные на обнаженном сердце. Этими опытами установлено, что при непосредственном приложении электродов к сердцу переменный ток силой в 0,8 A способен прекратить фибрилляцию сердца.

Пользуясь для прекращения фибрилляции конденсаторными разрядами по методике, ранее описанной<sup>1</sup> Гурвичем и Юньевым, мы имели возможность не только точно определить пороги напряжения, но и изучить зависимость порога от емкости, т. е. от продолжительности действия тока. Исследования этой зависимости являются предметом настоящей работы.

### Методика

Опыты производились на собаках и кошках, у которых предварительным действием переменного тока низкого напряжения вызывалась фибрилляция сердца. Электроды, металлические пластинки размером в 12 см<sup>2</sup>, помещались по обеим сторонам грудной клетки на выбритой коже и фиксировались резиновой лентой. Поверхность электродов покрывали марлей, смоченной 10% содовым раствором.

Прекращение фибрилляции производилось разрядами конденсаторов емкостью от 2 до 52 мF. Для определения порогового напряжения, достаточного для прекращения фибрилляции, мы производили повторно разряды, последовательно повышая напряжение до эффективной величины, достижение которой обнаруживалось появле-

<sup>1</sup> Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, т. VIII, стр. 55, 1939 г.

нием пульсации и повышенном кровяного давления, регистрируемого тонографом Жакэ. На одном и том же объекте испытания различных емкостей производились много раз (до 20 и больше) через промежутки в 10—15 минут.

### Результаты

Пороговое напряжение конденсаторных разрядов, необходимое для прекращения фибрилляции, у разных животных колеблется в зависимости от размера животного. У более крупных животных для прекращения фибрилляции при одинаковых условиях опыта (величина и степень прижатия электродов) требуется более высокое напряжение, чем у животных меньшего размера. У более упитанных собак требуются большие сравнительно напряжения, чем у худых, с незначительным подкожно-жировым слоем.

Во время опыта порог напряжения снижается в течение первых 20—30 минут, повидимому, в результате постепенного разрыхления эпидермиса, влажной поверхностью электродов. В дальнейшем порог остается приблизительно одинаковым в течение всего опыта.

Исследования зависимости напряжения, необходимого для прекращения фибрилляции, от емкости конденсаторов показали, что порог напряжения меняется обратно изменению емкости. При малых емкостях порог напряжения наибольший. С увеличением емкости прекращение фибрилляции удается при меньших напряжениях. Однако, начиная с емкости примерно в 25 мФ, порог напряжения остается приблизительно постоянным, несмотря на дальнейшее увеличение емкости. Нужно отметить, что применение малых емкостей (ниже 1—2 мФ) может оказаться безрезультатным для прекращения фибрилляции даже при зарядке конденсаторов до чрезмерно больших напряжений. Для иллюстрации высказанных положений приводим следующие опыты.

Опыт от 21.III; щенок 2 месяцев, вес 1,2 кг

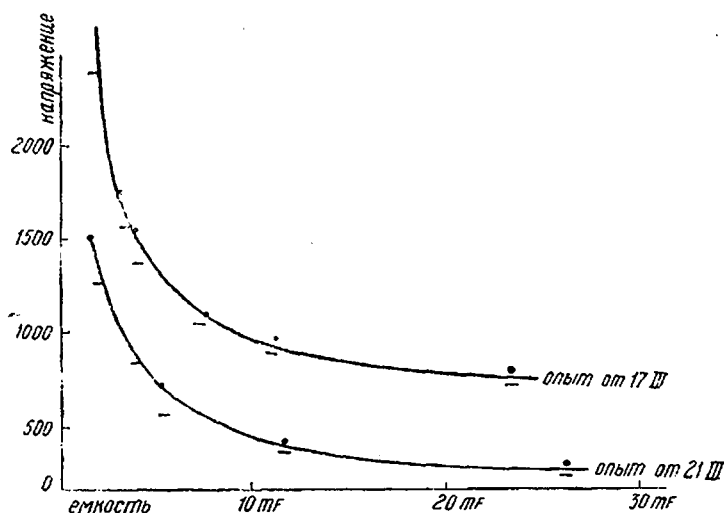
Время испытания	Воздействие переменным током		Состояние сердца	Конденсаторный разряд		
	V	мА		емкость в мФ	напряжение	эффективное
11 час. 03 мин.	20	100	Фибрилляция	25,5	265	340
11 » 24 »	20	100	»	12	390	420
1 » 27 »	20	100	»	5,5	560	700
1 » 53 »	20	110	»	4	850	900
1 » 59 »	20	110	»	2	1 250	1 500
2 » 17 »	20	115	»	26	255	283

Опыт от 17.III; собака, вес 6,5 кг

11 час. 12 мин.	17	75	Фибрилляция	23,5	730	820
11 » 24 »	17	75	»	11,5	820—900	1 000
11 » 51 »	17	110	»	8	990	1 075
12 » 03 »	17	110	»	5,5	—	1 190
12 » 13 »	17	120	»	4	1 300	1 580
					1 400	
12 » 32 »	17	120	»	3,5	1 580	1 750
12 » 54 »	17	130	»	2	2 260	2 830

Кривая зависимости напряжения емкости для приведенных двух опытов показана на рисунке.

Приведенные кривые зависимости напряжения от емкости для прекращения фибрилляции имеют характер экспоненциальной кривой, ординаты которой, выражающие напряжение, уменьшаются с увеличением емкости, отложенной по оси абсциссы. Снижение кривой с увеличением емкости происходит только до определенного предела, за которым кривая напряжения идет параллельно оси абсцисс.



Кривая зависимости напряжения и емкости конденсаторных разрядов, прекращающих фибрилляцию

Для подсчета зависимости напряжения от продолжительности разряда необходимо знать сопротивление животного конденсаторному разряду. Сопротивление животного электрическому току, как установлено Гильдемейстером (Gildemeister), меняется в первые моменты включения тока, а в случае переменного тока также в зависимости от частоты. Эти обстоятельства не могут остаться без последствий и при конденсаторных разрядах из-за их небольшой продолжительности.

Измерение сопротивления туловища кошки между электродами в наших опытах<sup>1</sup> показало, что сопротивление животного конденсаторным разрядам колеблется в зависимости от мощности разрядов.

Сопротивление туловища кошки конденсаторным разрядам

Емкость (в мкФ) Напряжение (в V)	Сопротивление (в Ω)		
	17	8,5	6
500	123	130	130
750	92	120	130
1 000	83	115	130
1 500	83	99	122

<sup>1</sup> Сопротивление измерялось при помощи баллистического гальванометра, включенного с дополнительным сопротивлением в 175 тыс. Ω параллельно объекту. Величина сопротивлений определялась по отклонению стрелки гальванометра сравнительно с эталонами сопротивления.

Считая сопротивление объекта в наших опытах равным  $100 \Omega$ , мы находим по формуле:  $Y = \frac{\epsilon}{R} e^{-\frac{t}{CR}}$ , что для разряда конденсаторов с емкостью в  $7,5 \text{ mF}$  падение напряжения наполовину происходит через  $0,51 \text{ с}$ ; для емкости в  $10 \text{ mF}$  — через  $0,69$ ; для  $20 \text{ mF}$  — через  $1,38 \text{ с}$  и т. д. Представляет интерес, что кривая зависимости напряжения от емкости для прекращения фибрилляции напоминает кривую связи силы-времени для мышцы сердца. Если же принять порог для прекращения фибрилляции при большой емкости за реобазу, то оказывается довольно близкое совпадение времени хронаксии для той и другой кривой. Это совпадение наглядно демонстрируется приведенными выше кривыми.

Факт совпадения кривой зависимости напряжения от емкости для прекращения фибрилляции с кривой связи силы-времени указывает на возможность объяснения явлений прекращения фибрилляции как следствие возбуждающего действия сильного электрического раздражения на фибриллирующее сердце. В пользу этого предположения можно также указать на тот факт, что разряды конденсаторов малой емкости (меньше  $1 \text{ mF}$ ) не способны прекратить фибрилляции даже при очень высоком напряжении разряда<sup>1</sup>.

Нужно обратить внимание на то явление, что порог напряжения разрядов конденсаторов даже предельно большой емкости (например,  $50 \text{ mF}$ ) не является, однако, предельным напряжением для прекращения фибрилляции. Например, порог напряжения конденсаторных разрядов для прекращения фибрилляции у кошек редко снижается до  $200 \text{ V}$ ; переменным же током, включенным на  $0,2$  секунды, нам часто удавалось прекращать фибрилляцию при напряжении всего в  $127 \text{ V}$ . Также напряжение переменного тока, примененное Гукером для прекращения фибрилляции у собак, намного ниже напряжения, необходимого при разрядах конденсаторов большой емкости. В 2 случаях на небольших собаках нам также удавалось прекратить фибрилляцию переменным током в одном случае с напряжением в  $127 \text{ V}$ , в другом — в  $170 \text{ V}$ .

Эти данные указывают, что явление прекращения фибрилляции не исчерпывается закономерностями кривой связи силы-времени, что здесь имеются более сложные взаимоотношения, чем однозначные действия электрического тока на возбудимую ткань. Изучению этого явления нами были посвящены отдельные опыты, изложенные в следующей статье.

## О ПАРАБИОТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ РЕЦИПРОКНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

### Сообщение I

*А. Н. Магницкий и Л. Г. Трофимов*

Из электрофизиологической лаборатории (зав.— проф. А. Н. Магницкий) ВИЭМ, Москва

**Н**аши исследования показали, что развитие сеченовского торможения проходит через парабиотические стадии: провизорную, парадоксальную и полного торможения. При восстановлении от торможения те же стадии проходят в обратном порядке.

Настоящая работа имеет целью проверить это положение при реципрокном торможении.

<sup>1</sup> Однако стоит только удлинить время разряда, например, путем включения в цепь катушки самоиндукции, и этого же количества электричества оказывается достаточно для прекращения фибрилляции.