

ДЕФИБРИЛЛЯЦИЯ СЕРДЦА ДВУХФАЗНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ИМПУЛЬСАМИ

Н. Л. Гурвич, В. А. Макарычев

Лаборатория экспериментальной физиологии по оживлению организма
(зав. — проф. В. В. Неговский) АМН СССР, Москва

Поступила 18/1 1967 г.

Электрическая дефибрилляция сердца с помощью одиночного импульса в клиниках Советского Союза применяется с 1952 г. Теоретическим обоснованием для подбора оптимальных параметров импульса служило установление роли возбуждающего эффекта электрического раздражения в феномене дефибрилляции сердца (Н. Л. Гурвич). В соответствии с этим представлением оказалось, что наиболее адекватным для дефибрилляции сердца является одиночный электрический импульс продолжительностью, близкой к «полезному времени» раздражения сердца, — около 10 мсек.

С 1959 г. импульсный дефибриллятор применяют не только для устранения фибрилляции желудочков, но и для лечения хронических нарушений ритма сердца при мерцательной аритмии и приступах пароксизмальной тахикардии (А. А. Вишневецкий с соавторами). Рецидивы аритмии у ряда больных и трудность их предупреждения с помощью лекарственных средств приводят к необходимости повторных сеансов электролечения. Это обстоятельство повышает актуальность вопроса о возможности максимального снижения силы и продолжительности применяемого для дефибрилляции электрического воздействия на сердце и уменьшения опасности его повреждения сильным током.

На основе общеизвестных закономерностей электрораздражения (о роли градиента нарастания тока во времени) допустимо предположить о возможности снижения величины дефибриллирующего тока при придании импульсу вида двухфазного колебания. Роль второй полуволны переменного тока в возбуждающем влиянии на сердце была ранее нами показана при измерении пороговых величин переменного и постоянного пульсирующего тока для вызывания фибрилляции (Н. Л. Гурвич с соавторами).

В настоящей работе приведены результаты измерений пороговых величин дефибриллирующего тока при использовании одиночных импульсов различной формы — однополупериодных и двухполупериодных (однофазных и двухфазных). Задача исследования заключалась в выяснении возможности снижения силы дефибриллирующего тока при придании импульсу вида двухфазного колебания.

Методика опытов. Сравнительные измерения пороговых величин дефибриллирующего тока для двухфазных и однофазных импульсов были проведены в 68 испытаниях на 4 собаках весом 8, 10, 14,5 и 19 кг. До опыта животным вводили под кожу раствор пантопона из расчета 4 мг на 1 кг. Фибрилляцию желудочков вызывали воздействием переменного тока (127 в, 3 сек.) через электроды-иглы, вколотые под кожу одной передней и другой контралатеральной задней лапы. О наступлении фибрилляции желудочков, как и ее прекращении, судили по изменениям показателей артериального давления и ЭКГ, которые регистрировали во время опыта.

Дефибрилляцию сердца вызывали одиночными импульсами разряда конденсатора через грудную клетку (электроды закрепляли на правой и левой ее сторонах туго натянутой резиновой лентой). Для дефибрилляции испытывали: 1) двухфазные импульсы колебательного разряда, получаемого при разрядах емкости 2, 4, 8 и 16 мкф через индуктивность 0,4 гн (активное сопротивление катушки 29 ом); 2) однофазные импульсы, получаемые при разрядах тех же емкостей, но при нахождении в цепи разряда мощного газотрона (типа ВГ-237), в результате чего вторая полуволна разряда не проходит и импульс принимает вид однофазного колебания тока.

Для определения пороговых величин дефибриллирующего тока каждое испытание по дефибрилляции желудочков проводили путем постепенного повышения напряжения испытываемого импульса от неэффективного его значения до эффективного. По этой причине каждый раз применяли 2—4 импульса в течение первых 20—30 сек. после наступления фибрилляции. Величины напряжения (на животном) и тока разряда устанавливали по

осциллограммам, зарегистрированным с помощью двухканального осциллографа типа ОК-21.

Повторные испытания по вызыванию и прекращению фибрилляции у каждой подопытной собаки проводили через интервалы 15–30 мин. в зависимости от выраженности последствий предшествовавшего испытания.

Оптимальный вид электрического воздействия для дефибрилляции сердца одни исследователи устанавливали путем определения степени повреждающего влияния тока (Peleska), другие — путем учета эффективности различных импульсов в испытаниях по дефибрилляции (Kouwenhoven и Milnor). В более раннем исследовании (1943) мы пользовались для этой цели определением минимальных параметров продолжительности и силы тока, необходимого для дефибрилляции при импульсах различной формы. Этот способ, основанный на естественной предпосылке, что уменьшение длительности и силы тока снижает опасность повреждения сердца, использован и в настоящей работе.

При сравнении пороговых величин дефибриллирующего напряжения и тока в случаях двухфазных и однофазных импульсов выявлено значительное возрастание порога для однофазного импульса (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Пороговые величины дефибриллирующего тока (в а) при двухфазном и однофазном импульсе (по данным опыта на собаке №3 весом 8 кг)

Номер испытания	Импульс	Не дефибриллирует 1-й полу период + + 2-й полу период	Дефибриллирует 1-й полу период + + 2-й полу период
1	Двухфазный	$5,6+2,8=8,4$	$6,6+3,4=10^1$
2	Однофазный	$8,6+0,0=8,6$	$9,9+0,0=9,9$
3	Двухфазный	$6,1+3,0=9,1$	$6,8+3,4=10,2$
4	Однофазный	$8,1+0,0=8,1$	$9,6+0,0=9,6^1$

¹ См. рисунок.

Таблица 2

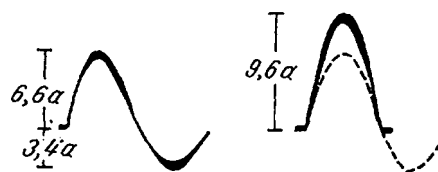
Сравнительные величины дефибриллирующего тока при однофазном и двухфазном импульсе (по данным всех измерений)

Порядковый номер подопытной собаки	Вес собаки (в кг)	Емкость (в мкф)	Пороговые величины (в а)		
			однофазные импульсы		двухфазные импульсы
			не дефибриллируют	дефибриллируют	дефибриллируют
1	14,5	2	9,3	9,8	$7,4+3,3=10,7$
		4	8,9	10,4	$7,4+3,0=10,4$
		8	8,1	9,6	$6,3+2,6=8,9$
		16	7,0	7,8	$6,7+1,1=7,8$
2	10	2	11,2	—	$7,8+4,4=12,6$
		4	9,5	11,4	$7,6+3,6=11,2$
		8	8,2	9,0	$6,3+2,9=9,2$
		16	7,6	8,3	$7,0+1,5=8,5$
3	8	4	8,9	9,6	$7,9+3,5=11,4$
		8	8,6	9,6	$6,6+3,4=10,0$
		16	7,2	7,9	$6,7+1,3=8,0$
4	19	8	13,2	14,2	$10,2+4,6=14,8$
		16	13,9	13,2	$12,2+2,0=14,2$

В табл. 1 приведены данные измерения пороговых величин дефибрилирующего тока для однофазных и двухфазных импульсов при разряде емкости 8 мкф у собаки № 3 (пороговые величины при разрядах других емкостей приведены для всех собак в табл. 2). Как видно из табл. 1, амплитуда 2-й полуволны колебательного разряда при 8 мкф составляла 50% амплитуды 1-й полуволны. В 4 последовательных испытаниях было установлено, что величина дефибрилирующего тока при однофазном импульсе (9,9 и 9,6 а) примерно соответствует сумме амплитуд обеих фаз двухфазного импульса пороговой величины (10 и 10,2 а). Рассматривать дефибрилляцию как эффект 1-го полупериода двухфазного импульса, достигавшего 6,6 и 6,8 а, не представляется возможным: при испытаниях однофазного импульса 8,1 и 8,6 а оказались ниже порога.

К аналогичному выводу приходим при анализе результатов всех испытаний, представленных в табл. 2 минимальными значениями дефибрилирующего тока, установленными в ряде повторных испытаний у каждой подопытной собаки¹. Приведенные данные подтверждают положение, что при дефибриляции сердца двухфазным импульсом наблюдается суммарный эффект раздражающего действия тока обоих полупериодов.

Приведенные данные показывают, что эффект дефибриляции сердца двухфазным импульсом колебательного разряда (произведенного через индуктивность) обусловлен раздражающим действием обоих полупериодов этого им-



Сравнительная величина дефибрилирующего тока при двухфазном (слева) и однофазном (справа) импульсе.

пульса. По этой причине при устранении 2-го полупериода и превращении импульса в однофазное колебание (постоянного тока!) необходимо увеличить напряжение разряда, чтобы амплитуда тока равнялась суммарной величине тока 2 первых полупериодов колебательного разряда. После выпрямления переменного тока необходимо было увеличить эффективное его значение в 2 раза, чтобы достигнуть пороговой величины (Н. Л. Гурвич с соавторами).

Способность сердца суммировать раздражающий эффект обеих фаз тока может быть использована для снижения величины дефибрилирующего тока в одном его направлении и уменьшения таким путем опасности повреждения сердца сильным током. Необходимое для этого увеличение амплитуды тока 2-го полупериода разряда удается получить уменьшением емкости и увеличением индуктивности в цепи. При емкости 15—18 мкф, индуктивности 0,3—0,35 гн и активном сопротивлении цепи порядка 70 ом (сопротивление тела больного и катушки индуктивности) частота колебательного разряда достигает 75 гц, а соотношение амплитуд полупериодов тока — 1 : 0,5 : 0,25 и т. д. Более медленное затухание нежелательно, так как при этом разряд теряет преимущества «одиночного импульса» и превращается в короткое воздействие переменного тока.

В свете этих данных становится очевидной ошибочность названия «дефибриллятор постоянного тока», присвоенного импульсному дефибриллятору за рубежом. Тем более ошибочным является пользование схемами без индуктивности (например, в аппарате Dittmar) или с недостаточной индуктивностью², когда импульс действительно приобретает свойства постоянного тока. По этой же причине нецелесообразно оценивать разряд по количеству ватт в секунду, поскольку оптимальность импульса определяется другими его параметрами, а именно продолжительностью и формой тока.

¹ Ср. данные табл. 1 и 2 по испытаниям емкости 8 мкф у собаки № 3.

² Наиболее частая ошибка — применение катушки с железным сердечником, индуктивность которой резко снижается при сильном токе из-за магнитного перенасыщения сердечника (Peleska).

ЛИТЕРАТУРА

Вишнеvский А. А., Цукерман Б. М., Смеловский С. И. Клини. мед., 1959, № 8, с. 26. — Гурвич Н. Л. В кн.: Рефераты работ учреждений Отделения биологических наук АН СССР за 1944 г. М., 1941, с. 375. — Гурвич Н. Л., Акопьян А. А., Жуков И. А. В кн.: Вопросы электропатологии и электротравматизма. Фрунзе, 1961, в. 1 с. 15. — Kouwenhoven W. B., Milnor W. R. J. appl. Physiol., 1964, v. 7, p. 253. — Peleska B., Circulat. Res., 1965, v. 16, p. 11.

DEFIBRILLATION OF THE HEART WITH BIPHASIC ELECTRIC IMPULSES

N. L. Gurvich, V. A. Makarychev

Summary

In 4 dogs the authors conducted systematic measurements of the threshold value of the defibrillating current in fluctuating discharges (biphasic impulses)—2, 4, 8 and 16 microfarads, the induction being 0.4 henri. In comparative measurements of the threshold values in the instance of monophasic impulses it was established that it is necessary to increase the current amplitude of the first semiperiod to a value of current amplitude of the second semiperiod. The effect of cardiac defibrillation in biphasic impulses is thus determined by the total value of current amplitude of both phases. The capacity of the heart to summate the stimulation effect of two phases of current of different direction is explained by the fact that the response of excitable tissues to electric stimulation is determined by current intensification in time and does not depend on the alteration of the current direction.

A reduction of the value of defibrillating current in biphasic impulse makes it possible to decrease the hazard of heart injury with a strong current in the necessity of electric therapy of frequent relapses of cardiac arrhythmia in a number of patients.

УДК 616.24-036.12-07:[616.131+616.141]-073.755.4+616.24-036.12-072.7

КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ВЕН И СЕЛЕКТИВНАЯ АНГИОПУЛЬМОНОГРАФИЯ В СОПОСТАВЛЕНИИ С НЕКОТОРЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ АППАРАТА ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ И КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЛЕГКИХ

*Л. Т. Малая, А. А. Шалимов, С. А. Душанин, М. М. Ляшенко
и В. В. Зверев*

Кафедра госпитальной терапии (зав. — проф. Л. Т. Малая) Харьковского медицинского института и Научно-исследовательский институт общей и неотложной хирургии (дир. — проф. А. А. Шалимов) Министерства здравоохранения УССР

Поступила 13/VIII 1966 г.

Латентная легочная гипертония при внезапной перегрузке правого желудочка может осложняться необратимой сердечной недостаточностью (Mounsley с соавторами), а повышение среднего давления в стволе легочной артерии более чем до 40 мм следует рассматривать как угрозу для жизни больного. Наиболее ранние гемодинамические нарушения в системе легочной артерии легко обнаруживаются с помощью катетеризации вен (М. И. Перельман с соавторами; Н. И. Хурамович; Volt с соавторами; Comroe; Zimmermann, Birath и Crawford; Björkman с соавторами, 1955). Эффективность оперативного вмешательства в этих случаях определяется не столько функциональными возможностями паренхимы легких, сколько резервной мощностью малого круга кровообращения.

Дальнейший прогресс наших знаний о компенсаторных возможностях и механизмах при легочной артериальной гипертонии невозможен без сопоставления результатов косвенных методов исследования, характеризующих состояние сократительной функции мышцы сердца, с показателями катетеризации вен правого желудочка и ствола легочной артерии. Использование эуфиллина в терапии легочно-сердечной недостаточности (Б. Б. Коган и П. М. Злочевский, и др.), ганглиоблокирующих средств — арфонада, гексония, пентамина — в легочной хирургии (Л. М. Красно-