

ЛИТЕРАТУРА

1. Каверина Н. В., Лысковцев В. В., Сенова З. П. и др. // Кардиология. — 1984. — № 5. — С. 52—57.
2. Кулес В. Г., Сметнев А. С., Пономаренко Е. Л. и др. // Там же. — 1983. — № 11. — С. 45—47.
3. Розенштраух Л. В., Шугушев Х. Х., Сметнев А. С. и др. // Там же. — 1985. — № 3. — С. 43—50.
4. Alles G. A., Ellis C. H. // J. Pharmacol. exp. Ther. — 1948. — Vol. 94. — P. 416—425.
5. Dawes G. S. // Brit. J. Pharmacol. — 1946. — Vol. 1. — P. 90—112.
6. Harris A. S. // Circulation. — 1950. — Vol. 6. — P. 1318—1328.
7. Morganroth I., Pearlman A. S., Dunkman W. B. // Amer. Heart J. — 1979. — Vol. 98. — P. 621—628.
8. Szeceres L. // Progr. Pharmacol. — 1979. — Vol. 2. — P. 25—31.

Поступила 12.12.85

ANTIARRHYTHMIC AND ANTIFIBRILLATION PROPERTIES OF DIBENZEPIN DERIVATIVES

Z. P. Senova, V. V. Lyskovtsev, E. K. Grigoryeva, V. V. Gorbunova, N. V. Kaverina

Summary. Antiarrhythmic and antifibrillation properties of bonnecor, a derivative of dibenzepin, were studied in comparison with ethmozine, quinidine and novocainamide, using various experimental arrhythmia models. Bonnecor activity was somewhat smaller than that of ethmozine, and much greater than that of quinidine and novocainamide in the mixed atrioven-

tricular arrhythmia model simulated in aconitin-treated rats and the ventricular arrhythmia model simulated by two-degree coronary occlusion in dogs. Intravenous 1 mg/kg and oral 6 mg/kg bonnecor doses prevented ventricular fibrillation caused by acute coronary occlusion in rats, while ethmozine showed no such effect.

УДК 616.12-008.318-085.844

И. И. Веселюнас, А. И. Смайлис

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕФИБРИЛИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

НИИ экспериментальной и клинической медицины (дир. — проф. А. А. Матулис), Вильнюс, НИИ физиологии и патологии сердечно-сосудистой системы им. З. Янушкевичуса (дир. — проф. И. Н. Блужас) при Каунасском медицинском институте

Электрическая дефибрилляция является эффективным методом лечения острых и хронических аритмий сердца. В последнее время стали известны факторы, неблагоприятно влияющие на исход дефибрилляции сердца. Установлено, что количество осложнений (ожоги, аритмии сердца, дистрофия миокарда) после дефибрилляции пропорционально количеству энергии электрического импульса [3]. Как правило, пороговые величины амплитуды тока и напряжения не вызывают повреждений миокарда, последние наблюдаются при повторных дефибрилляциях или завышенных величинах электрического импульса. Импульс напряжением 7000 В при дефибрилляции сердца может вызвать повреждения миокарда и даже трансмуральный инфаркт миокарда с характерными изменениями ЭКГ и содержания ферментов в крови, при напряжении 6200 В повреждения миокарда возникают у 30 % больных [4, 10]. Но даже при такой энергии импульса дефибрилляция сердца не всегда эффектив-

на. Повреждающее действие электрического тока зависит также от формы импульса [1]. Большинство применяемых в настоящее время дефибрилляторов генерируют импульсы в виде затухающей синусоиды. Целесообразно использовать дефибриллирующие импульсы с наименьшими пороговыми значениями, например импульсы с крутым фронтом [5, 7, 11]. Имеются дефибрилляторы, генерирующие импульсы прямоугольной или трапециевидной формы [2, 7]. Дефибрилляционные свойства таких импульсов недостаточно изучены. Для выбора оптимальной формы импульса с наименьшими пороговыми значениями необходима оценка эффективности дефибриллирующих импульсов различной формы.

Целью настоящей работы явилось сравнение порогов дефибрилляции различных импульсов (прямоугольного, трапециевидного с нисходящей и с восходящей вершиной, синусоидального) на модели фибрилляции желудочков.

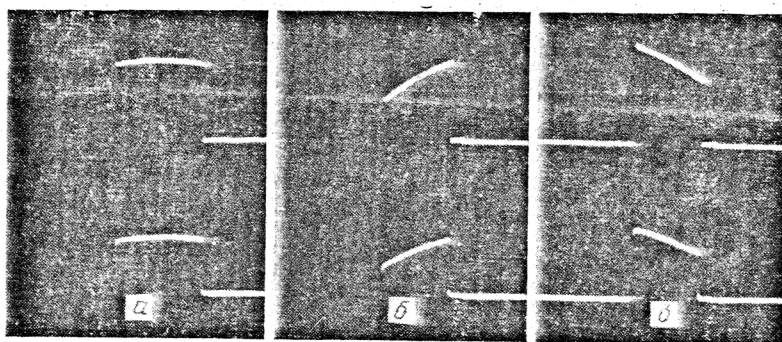


Рис. 1. Дефибриллирующие импульсы.

а — импульс прямоугольной формы; б — трапециевидный импульс с восходящей вершиной, в — с нисходящей вершиной.

Материалы методы

Проведены 3 серии опытов на 58 собаках массой от 6 до 19 кг под тиопенталовым наркозом (20 мг на 1 кг массы тела внутривенно). Интубированные животные в течение опыта дышали самостоятельно атмосферным воздухом. В случае необходимости сразу после дефибрилляции на короткое время применяли вспомогательное дыхание. Дефибрилляцию осуществляли через дискообразные электроды, которые подшивали под кожу грудной клетки с двух противоположных сторон на уровне сердца. Электроды фиксировали эластичным поясом.

Экспериментальной моделью аритмии служила фибрилляция желудочков, которую вызывали путем учащения ритма сердца при помощи электрического стимулятора сердца собственной конструкции. Стимуляцию сердца производили через монополярный электрод, введенный через правую яремную вену и правый желудочек до соприкосновения с эндокардом. О достижении желаемого положения электрода в желудочке свидетельствовало появление типичной желудочковой эндокардиальной ЭКГ.

Эксперименты проведены в следующем порядке: сначала вызывали фибрилляцию желудочков и после этого определяли порог дефибрилляции импульсами выбранной формы (трапециевидный импульс с восходящей — тип В и с нисходящей вершиной — тип Н, прямоугольный импульс — тип П; рис. 1) при помощи дефибриллятора оригинальной конструкции. Для измерения порога дефибрилляции наносили серию импульсов, повышая от импульса к импульсу (2—3 раза) напряжение на 500 В до устранения фибрилляции желудочков. Если таким образом установить амплитуду порогового импульса не удавалось, для устранения фибрилляции применяли сверхпороговый импульс от стандартного дефибриллятора ДИ-03. Действие порогового дефибриллирующего импульса устанавливали по несколько раз для каждого типа импульсов.

Процедуру фибрилляции-дефибрилляции повторяли после нормализации давления в бедренной артерии и показателей ЭКГ.

Пороговыми параметрами считали амплитуду электрического тока, энергию и заряд наименьшего импульса, который устранял фибрилляцию желудочков. Для определения этих параметров применяли двухканальный осциллоскоп. Один из каналов служил для регистрации напряжения импульса, другой — для регистра-

ции тока. Кривые напряжения и тока фотографировали с экрана осциллоскопа. По кривым на фотографии определяли длительность импульса, значения максимального электрического тока и порогового напряжения. Затем высчитывали общую энергию и общий заряд импульса. Результаты обработаны статистическим методом.

Результаты исследования

Результаты опытов I серии (19 собак) подтвердили влияние соотношения амплитуд переднего и заднего фронтов на эффективность дефибриллирующих импульсов. Это особенно проявилось при сравнении импульсов типа Н и В длительностью от 6 до 12 мс (табл. 1). Все пороговые параметры (ток, напряжение, амплитуда тока, заряд) импульса типа В были достоверно меньше соответствующих параметров импульса типа Н ($p < 0,05$).

В той же серии опытов установлено, что увеличение длительности импульсов типа Н и В с 6 до 12 мс в большей степени влияло на пороговые значения заряда и амплитуды тока: для импульсов типа Н амплитуда тока увеличилась на 33,8 %, заряд — на 55,8 %, для импульсов типа В — соответственно на 20,0 и 64,4 %. Пороговые значения тока и напряжения для импульсов типа Н увеличивались в меньшей степени: ток увеличился на 9,0 %, напряжение — на 8,8 %, что было статистически недостоверно. Статистически достоверные результаты получены для импульсов типа В: ток увеличился на 20,0 %, напряжение — на 23,0 %. Сравнение пороговых значений трапециевидного импульса типа В (как лучшего из трапециевидных импульсов) и прямоугольного импульса (длительность 6, 9, 12 мс) показало, что амплитуда тока

Таблица 1

Зависимость пороговых значений амплитуды тока, напряжения, энергии и заряда от формы и длительности дефибриллирующего импульса ($M \pm m$)

Форма импульса	Длительность импульса, мс	Пороговые значения импульса			
		амплитуда тока, А	напряжение, В	энергия, Дж	заряд, $Q \cdot 10^3$, Кл
Трапецевидная с восходящей вершиной (В)	6	$3,0 \pm 0,3$	$331,8 \pm 24,3$	$3,5 \pm 0,6$	$11,8 \pm 1,3$
	9	$2,7 \pm 0,3$	$304,7 \pm 27,5$	$4,3 \pm 0,9$	$16,7 \pm 1,8$
	12	$2,5 \pm 0,2$	$269,7 \pm 21,8$	$4,2 \pm 0,9$	$19,4 \pm 1,9$
Прямоугольная (П)	6	$2,6 \pm 0,3$	$280,0 \pm 26,0$	$4,9 \pm 1,1$	$15,4 \pm 1,5$
	9	$2,3 \pm 0,2$	$248,2 \pm 21,9$	$5,8 \pm 1,1$	$20,4 \pm 1,7$
	12	$2,1 \pm 0,3$	$227,5 \pm 25,1$	$6,8 \pm 1,9$	$25,1 \pm 3,1$
Трапецевидная с нисходящей вершиной (Н)	6	$3,6 \pm 0,3$	$384,7 \pm 33,3$	$5,9 \pm 1,0$	$17,0 \pm 1,4$
	9	$3,7 \pm 0,3$	$396,5 \pm 33,4$	$8,1 \pm 1,5$	$23,2 \pm 2,1$
	12	$3,3 \pm 0,3$	$353,3 \pm 34,2$	$7,9 \pm 1,6$	$26,5 \pm 2,5$

Примечание. Во всех случаях проведено по 19 опытов.

была меньше на 15,3 % при длительности воздействия 6 мс, на 17,3 % при длительности 9 мс, на 19,0 % при длительности 12 мс, напряжение было меньше соответственно на 18,5, 22,7 и 18,5 %, энергия при тех же длительностях воздействия была больше на 40,0, 34,8 и 61,9 %, заряд был больше на 30,0, 21,1 и 20,6 % у прямоугольного импульса.

Таким образом, сравнивая пороговые значения амплитуды электрического тока, напряжения, энергии и заряда импульсов типа П и В, мы нашли, что их эффективность примерно одинакова по значениям амплитуды электрического тока и напряжения, пороговые значения заряда и энергии значимо ниже у трапецевидного импульса типа В. Все пороговые параметры трапецевидного импульса типа Н были выше, чем остальных импульсов.

Во II серии опытов (20 собак) мы уточняли, как зависят пороговые зна-

чения амплитуды тока, энергии и заряда от длительности дефибриллирующего импульса. Учитывая результаты предыдущих опытов, изучали дефибриллирующий импульс типа В. В этих опытах ввели дополнительно длительность импульса 4 и 7 мс. Для интерпретации полученных результатов применяли полиномные уравнения I, II и III степени. Коэффициенты уравнений получили при помощи ЭВМ по заданной программе.

Результаты опытов приведены в табл. 2. На основании полученных данных можно утверждать, что пороговая энергия бывает минимальной при длительности импульса от 4 до 7 мс. При

Таблица 2
Зависимость пороговых значений дефибриллирующего импульса трапецевидной формы от длительности импульса

Длительность импульса	Пороговые значения импульса		
	амплитуда тока, А	энергия, Дж	заряд, Кл $\cdot 10^3$
2	4,45	4,57	8,0
4	3,72	3,40	10,6
5	3,42	3,31	11,9
6	3,16	3,33	13,2
7	2,92	3,51	14,5
9	2,63	4,04	17,0
12	2,48	4,38	20,9

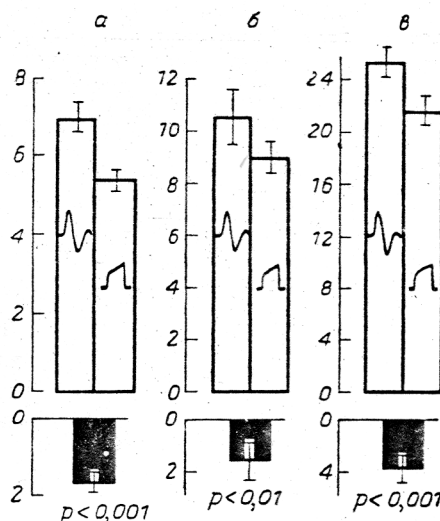


Рис. 2. Сравнение порогов дефибриляции по току (а, в А), энергии (б, в Дж) и заряду (в, в Кл $\cdot 10^3$) синусоидального и трапецевидного с восходящей вершиной импульсов.

Темные столбики — разница порогов дефибриляции с ее средним квадратическим отклонением.

удлинении импульса пороговая энергия и заряд повышаются, а пороговый ток снижается. Как видно, наиболее выгоден дефибриллирующий импульс длительностью 4—9 мс.

В III серии опытов (19 собак) сравнивали пороговые значения дефибриллирующего импульса дефибриллятора ДИ-03 (форма импульса — затухающая синусоида с увеличенной второй полуволной) и трапецевидного импульса с восходящей вершиной (длительность импульса 7 мс). Результаты сравнения приведены на рис. 2.

Длительность обоих импульсов примерно одинакова (имеется в виду длительность первой полуволны импульса дефибриллятора ДИ-03). Если разницу порогов выразить в процентах, то амплитуды порогового тока трапецевидных и синусоидальных импульсов были почти одинаковыми (если сравнивать амплитуду тока только первой полуволны). При сравнении пороговых параметров трапецевидного импульса с суммой полуволн синусоидального импульса установлено, что амплитуда тока трапецевидного импульса (рис. 2, а) были на 31,1 %, энергия (рис. 2, б) — на 22,3 % и заряд (рис. 2, в) — на 17,05 % меньше, чем соответствующие параметры синусоидального импульса.

В связи с тем что нами применялись дефибрилляционные импульсы с пороговыми значениями и напряжением, в несколько раз меньшими, чем те, которые вызывают повреждение миокарда [4, 10], специальных гистологических исследований повреждения миокарда не проводили.

Обсуждение

Результаты 3 серий опытов указывают, что пороговые значения амплитуды тока и напряжения трапецевидного импульса с восходящей вершиной были почти такими же, как прямоугольного импульса, а энергии и заряда — лучше у трапецевидного импульса с восходящей вершиной. Эффективность трапецевидного импульса с нисходящей вершиной была значительно ниже. Такое явление мы объясняем тем, что для прекращения фибрилляции сердечной мышцы не только требуется достичь порогового значения энергии импульса, но и необходимо, чтобы амплитуда тока в конце импульса была надпорого-

вой [9]. Для трапецевидного импульса с восходящей вершиной и для прямоугольного импульса эти условия выполняются. Для трапецевидного импульса с нисходящей вершиной со временем повышаются только энергия и заряд, а амплитуда тока и напряжение снижаются.

Изложенное выше действительно и для дефибриллирующего импульса в виде затухающей синусоиды. Его задний фронт удлиняется за счет второй полуволны. Более низкую эффективность, чем трапецевидного импульса с восходящей вершиной, можно объяснить недостаточной крутизной фронтов.

В наших экспериментах пороговые значения дефибриллирующих импульсов устанавливались индивидуально у каждого животного, что исключало необходимость определения зависимости энергии дефибрилляции от массы биологического объекта. Согласно данным литературы, прямолинейной зависимости величины энергии, используемой для дефибрилляции, от массы биологического объекта не выявлено [6, 8].

По нашим экспериментальным данным, оптимальная длительность трапецевидного импульса с восходящей вершиной была в пределах 4—9 мс. В этом интервале пороговые значения оказались минимальными.

Таким образом, полученные экспериментальные данные указывают на то, что при применении дефибрилляционного импульса трапецевидной формы с восходящей вершиной дефибрилляционный эффект достигается при меньших пороговых значениях импульса, чем общепринятого синусоидального импульса.

Выводы

1. Соотношения величин амплитуды переднего и заднего фронтов дефибриллирующего импульса, а также их крутизна имеют большое значение для порогов дефибриллирующего импульса.

2. Среди сравниваемых дефибриллирующих импульсов (трапецевидный с восходящей и с нисходящей вершиной, прямоугольный, синусоидальный) трапецевидный импульс с восходящей вершиной обеспечивает дефибрилляционный эффект при наименьших пороговых параметрах.

3. Оптимальная длительность дефибриллирующего трапецевидного импульса с восходящей вершиной была в пределах 4—9 мс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич Н. Л., Табак В. Я., Богусевич М. С., Венин И. В. // Кардиология. — 1973. — № 12. — С. 80—83.
2. Babbs C. F., Whistler S. J., Geddes L. A. // Med. Instrum. — 1980. — Vol. 14. — P. 67—68.
3. Babbs C. F., Tacker W. A., VanVleet J. F. et al. // Amer. Heart J. — 1980. — Vol. 99. — P. 734—738.
4. Ewy G. A. // Curr. Probl. Cardiol. — 1983. — Vol. 8. — P. 1—42.
5. Jones J. L., Jones R. E. // Amer. J. Physiol. — 1983. — Vol. 245. — P. H60—H65.
6. Kerber R. E., Grayzel J., Hoyt R. et al. // Circulation. — 1981. — Vol. 63. — P. 626—632.
7. Nierbauer M. J., Babbs C. F., Geddes L. A., Bourland J. D. // Med. Instrum. — 1984. — Vol. 18. — P. 119—121.
8. Patton N., Allen J. D. // Ibid. — 1980. — Vol. 14. — P. 58.
9. Raugalas E., Blazek Z., Vrana M. // Cor et vasa. — 1977. — Vol. 19. — P. 346—354.
10. Resnekov L. // Med. Clin. N. Amer. — 1976. — Vol. 60. — P. 325—342.
11. Rodney H., Bourland J. D., Tacker W. A., Geddes L. A. // Med. Instrum. — 1980. — Vol. 14. — P. 47—50.

Поступила 05.04.85

A COMPARISON OF EFFECTIVENESS OF VARIOUS FORMS OF DEFIBRILLATION IMPULSES

J. J. Veseliunas, A. J. Smailys

Summary. Experiments in dogs were performed to investigate the defibrillation efficacy of the trapezoidal impulses with ascending and descending slope, the rectangular impulses, and the sinusoidal impulses. The lowest threshold values for current strength, energy and charge were observed when defibrillating the heart by

means of rectangular impulses and especially by trapezoidal impulses with ascending slope. Classical strength-duration curves for trapezoidal impulse with ascending slope were recorded. As a result, the suggested duration of the trapezoidal defibrillating impulse to be used is between 4 and 9 ms.

УДК 616.12-008.311-039.31-07:[616.1-008.1+616.124.2-008.3]

В. В. Павлов, В. А. Сулимов, В. Ю. Преображенский, М. Г. Полтавская, Е. В. Померанцев, И. В. Богатырев, В. Д. Вахляев, В. И. Маколкин

ИЗМЕНЕНИЯ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА СЕРДЦА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ И ПРЕКРАЩЕНИИ ПРИСТУПА ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ТАХИКАРДИИ

Кафедра терапии № 1 (зав. — проф. В. И. Маколкин) I ММИ им. И. М. Сеченова

В литературе имеется довольно много сведений об изменениях сократимости миокарда левого желудочка (ЛЖ) сердца и показателей центральной гемодинамики у больных, страдающих пароксизмальными тахикардиями (ПТ). Однако значительная часть этих исследований проводилась с помощью неинвазивных методов [1, 2, 5], что снижает их диагностическую ценность, либо временная динамика этих показателей при их инвазивном определении вообще не прослеживалась [6—8] или прослеживалась на протяжении небольшого (7—10 мин) отрезка времени [9, 10]. С введением в клиническую практику методов внутрисердечного электрофизиологического исследования (ЭФИ), позволяющего провоцировать и купировать свойственные больному приступы ПТ, появилась возможность изучения сократительной

функции миокарда ЛЖ и показателей центральной гемодинамики непосредственно в первые минуты и в течение довольно длительного времени при возникновении и прекращении ПТ, что имеет существенное значение в выборе лечения этой категории больных. Целью данной работы было изучение изменений указанных параметров инвазивными методами при провоцировании и прекращении ПТ в условиях ЭФИ.

Материалы и методы

Обследовано 24 больных (11 мужчин и 13 женщин) в возрасте 16—55 лет (средний возраст $39,4 \pm 3,8$ года) с частыми приступами ПТ. 20 больных страдали наджелудочковой тахикардией (НЖТ), обусловленной синдромом преждевременного возбуждения желудочков или продольной диссоциацией в атриовентрикулярном соединении. У 4 больных диагности-