

Внутрибольничная дефибрилляция желудочков сердца: эффективность биполярного синусоидального импульса

В.А. ВОСТРИКОВ, А.Л. СЫРКИН, П.В. ХОЛИН, К.В. РАЗУМОВ

Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова, 119881 Москва, ул. Большая Пироговская, 2/6; Городские клинические больницы №81 и №1

Inhospital Cardiac Defibrillation: Efficacy of Bipolar Sinusoidal Impulse

В.А. ВОСТРИКОВ, А.Л. СЫРКИН, П.В. ХОЛИН, К.В. РАЗУМОВ

I.M. Sechenov Moscow Medical Academy; ul. Bolshaya Pirogovskaya 2/6, 119881 Moscow, Russia; Moscow Clinical Hospitals N81 and N1

У 76 больных с вызванной, первичной и вторичной фибрилляцией желудочков (ФЖ) и 24 больных с гемодинамически нестабильной желудочковой тахикардией (ЖТ) без инфаркта миокарда или с острым инфарктом миокарда изучали эффективность наружной дефибрилляции сердца низкоэнергетическими (от ≤ 65 до 195 Дж) импульсами биполярной квазисинусоидальной формы. Максимальная энергия эффективного разряда во время устранения вызванной, первичной ФЖ и ЖТ (70 эпизодов) составляла 90 Дж — 15% (10/66) больных. В то же время для устранения вторичной ФЖ (88 эпизодов) у 18% (6/34) больных потребовались разряды 165—193 Дж. Суммарная эффективность дефибрилляции сердца разрядами ≤ 115 Дж достигала 92%, ≤ 193 Дж — 100%. Успех оживления больных с длительной (от 2 до 28 мин) первичной и вторичной ФЖ составлял 82 и 68% соответственно. Продолжительность ФЖ до момента нанесения первого разряда (0,5—8 мин) достоверно не влияла на величину эффективной энергии в диапазоне от 90 до 193 Дж. Снижение эффективности биполярного импульса отмечали для разрядов значительно меньшей энергии (≤ 65 Дж) при сопоставлении 30-секундных эпизодов ФЖ с эпизодами большей длительности.

Ключевые слова: фибрилляция желудочков, желудочковая тахикардия, наружная дефибрилляция, оживление.

Efficacy of external defibrillation of the heart with low energy (≤ 65 —195 J) bipolar quasi sinusoidal discharges was studied in 76 patients with induced, primary (overall 70 episodes), and secondary (88 episodes) ventricular fibrillation (VF) and hemodynamically unstable ventricular tachycardia (VT) with or without acute myocardial infarction. Maximal effective discharge energy used for termination of induced and primary VF or VT was 90 J in 10 of 66 patients (15%). Meanwhile discharge energy 165—193 J was required for termination of secondary VF in 6 of 34 patients (18%). Overall efficacy of cardiac defibrillation with discharge energies ≤ 115 and ≤ 193 J was 92 and 100%, respectively. Success of resuscitation in patients with prolonged (2—28 min) primary and secondary VF was 82 and 68%, respectively. VF duration before first discharge (0,5—8 min) did not affect significantly magnitude of effective energy in interval between 90 and 193 J. However lower energy discharges were less effective when duration of fibrillation exceeded 30 sec.

Key words: ventricular fibrillation; ventricular tachycardia; transthoracic defibrillation; resuscitation.

Kardiologija 2003;12:51—58

Одной из наиболее частых причин внезапной сердечной смерти, особенно у больных ИБС, служит фибрилляция желудочков ФЖ [1, 2]. Единственным способом устранения последней является электрическая дефибрилляция (ДФ), эффективность которой зависит от целого ряда кардиальных и экстракардиальных факторов. Среди экстракардиальных факторов важное место занимает форма электрического импульса [3—5]. В настоящее время для проведения наружной ДФ в мировой кардиореанимационной практике в основном применяются дефибрилляторы, генерирующие критически демпфированные синусоидальные монополярные импульсы типа волны Edmark [2]. При этом в зависимости от модели аппарата и сопротивления грудной клетки максимальная энергия, выделяемая на пациента, находится в диапазоне от ~300 до ~400 Дж. В то же время в России уже в течение 30 лет наряду с монополярными (МП) импульсами используются низкоэнергетические импульсы квазисинусоидальной биполярной (БП) формы (рис. 1). Впервые БП-форма была предложена в

нашей стране Н.Л. Гурвичем и соавт. [3], она нашла техническое воплощение в семействе отечественных дефибрилляторов, выделяющих на пациента максимально от ~140 до ~200 Дж [6]¹.

Несмотря на широкое применение в нашей стране дефибрилляторов с импульсами биполярной синусоидальной формы, их эффективность пока недостаточно изучена [7, 8]. В последние годы в США были опубликованы результаты первых мультицентровых исследований по сравнительной эффективности: монополярного синусоидального (200—360 Дж) с биполярными синусоидальными (≤ 200 Дж) и квазипрямоугольно-трапецидальными (120—180 Дж) импульсами при проведении наружной ДФ желудочков в условиях электрофизиологических лабораторий [5, 9]. Наряду с этим была исследована эффективность биполярного трапецидального импульса (130—180 Дж) во время устранения ФЖ на догоспитальном этапе [10].

Цель работы заключалась в оценке эффективности биполярного квазисинусоидального импульса (ди-

© Коллектив авторов, 2003

© Кардиология, 2003

¹ Дефибриллятор ДКИ-Н-04 (ЗАО АКСИОН-МЕДТЕХНИКА, Ижевск) генерирует биполярный трапецидальный импульс, существенно отличающийся по параметрам от синусоидального импульса (см. рис. 1).

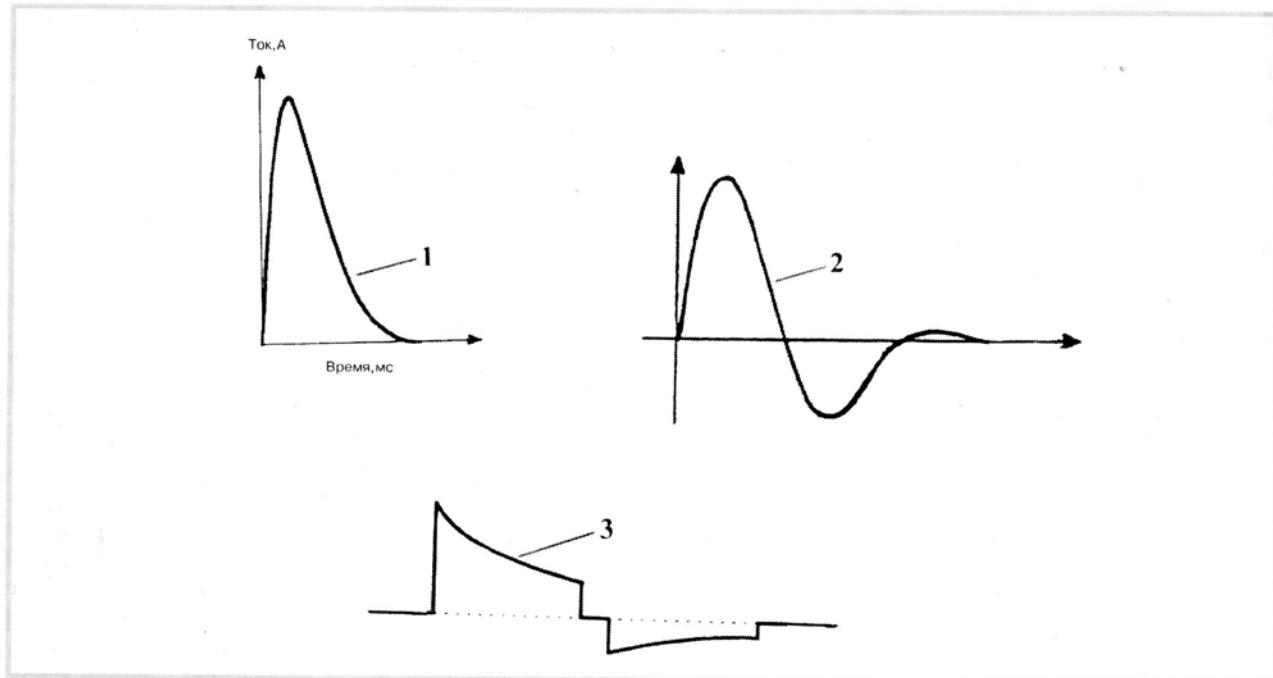


Рис. 1. Наиболее распространенные формы импульсов, используемые в России для электрической ДФ сердца.
1 — монополярный критически демпфированный синусоидальный импульс (импульс Эдмарка); 2 — биполярный асимметричный квазисинусоидальный импульс Гурвича—Венина; 3 — биполярный асимметричный трапециoidalный импульс.

пазоне от ≤65 до 195 Дж), используемого для устранения вызванной и спонтанной ФЖ у больных ИБС в условиях многопрофильной больницы. Одновременно была исследована связь эффективных значений дефибриллирующей энергии с размером электродов и продолжительностью ФЖ.

Материал и методы

В основное исследование были включены 76 больных ИБС, в том числе 28 женщин и 48 мужчин в возрасте от 36 до 86 лет (табл. 1). Вызванная (ятрогенная) ФЖ (1-я группа; $n=21$) развивалась во время электрической крадиоверсии фибрилляции/трепетания предсердий, желудочковой тахикардии — ЖТ ($n=19$) или при катетеризации сердца ($n=2$). У 16 пациентов с клиническими признаками нараставшей сердечной недостаточности проводили экстренную или неотложную кардиоверсию, у 3 — плановую.

Спонтанная первичная и вторичная ФЖ (55 больных). Определения: первичная ФЖ — фибрилляция, развивающаяся у больных без клинических признаков

Таблица 1. Распределение больных в зависимости от вида ФЖ

Группа больных	Вид ФЖ	Количество больных	Количество эпизодов
1-я	Вызванная (ятрогенная)	21	21
	Спонтанная:		
2-я	первичная	21	42
3-я	вторичная	34	88
4-я	ЖТ	24	28

сердечной недостаточности или с ее минимальными проявлениями. Вторичная ФЖ — фибрилляция, развивающаяся на фоне выраженной сердечной недостаточности или кардиогенного шока [11–15]. У 82% (45/55) больных спонтанная ФЖ развивалась на острой/подострой стадии инфаркта миокарда (ИМ), из них у 21 был ИМ передней стенки левого желудочка (ЛЖ), у 18 — ИМ задней стенки ЛЖ, у 4 — циркулярный ИМ и у 2 — ИМ другой локализации. У остальных 10 больных ФЖ развивалась на фоне нестабильной стенокардии ($n=6$), тромбоэмболии легочной артерии, ИБС и хронической пневмонии на стадии обострения. Во 2-ю группу (первичная ФЖ) был включен 21 больной в возрасте 43–68 лет, из них у 17 (81%) ФЖ развивалась на острой стадии ИМ, у 6 (29%) отмечалось рецидивирующее течение ФЖ (от 2 до 9 эпизодов; $n=42$). В 3-ю группу (вторичная ФЖ) были включены 34 больных в возрасте 48–86 лет, из них у 28 ФЖ развивалась на острой/подострой стадии ИМ; у 64% (18/28) это был повторный ИМ; у 47% (16/34) отмечалось рецидивирующее течение ФЖ (от 2 до 12 и более эпизодов; в статистический анализ включено 88 эпизодов).

ФЖ верифицировали по монитору и ретроспективно, используя записи ЭКГ (регистратор Lifepak-7, фирма “Physio-Control”, США). Кроме больных с ФЖ, в данное исследование были включены пациенты с гемодинамически нестабильной пароксизмальной мономорфной и полиморфной ЖТ, которым проводили экстренную кардиоверсию (4-я группа; 9 женщин и 15 мужчин в возрасте от 41 года до 76 лет). У 11 больных ЖТ развивалась на острой стадии ИМ, у остальных — после перенесенного ИМ.

Разряд дефибриллятора расценивали как эффективный при переходе ФЖ в любой другой ритм или асистолию, если ее продолжительность между эпизо-

дами непрерывно-рецидивирующей ФЖ была не менее 5 с. При длительной остановке сердца (поздняя ДФ; рефрактерная или непрерывно-рецидивирующая ФЖ) проводили сердечно-легочную реанимацию [2].

Для прекращения ФЖ применяли 4 модели дефибрилляторов, генерирующих БП-импульсы со 2-й фазой, составляющей 43–60% от первой. Длительность 1-й фазы — 4,2–5,3 мс, 2-й фазы — 6,5–8 мс. Длительности фаз указаны для сопротивления грудной клетки от 25 до 150 Ом. Использовались дефибрилляторы: ДКИ-С-05, ДКИ-С-06, ДКИ-Н-02 (НПП РЭМА, Львов) и BDC-5011Р (Польша). С помощью измерительной аппаратуры регистрировали основные параметры импульса: амплитуду пикового тока (I , А), сопротивление грудной клетки (Ом), величину выделяемой энергии (E_b , Дж) и выделяемой энергии (E_h , Дж) на пациента. Электроды дефибриллятора размещали в переднебоковой позиции. Диаметр электродов ~12/12 см (у 6 пациентов 3-й группы 8,5/8,5 см).

При устранении внутрибольничной ФЖ суммарная эффективность монофазных разрядов (E_h 200 Дж), по данным литературы, составляет ~80% (от 70 до 95%) [2, 5, 9, 11–15]. Учитывая результаты экспериментальных исследований [4], у первых 10 больных с вызванной и первичной ФЖ начальную дозу E_h устанавливали в диапазоне от 55 до 85 Дж, а у первых 5 больных с вторичной ФЖ — от 90 до 115 Дж. По мере накопления результатов, свидетельствующих о высокой эффективности БП-импульса, величину первого разряда в ряде случаев уменьшали до 15–40 Дж (при длительности ФЖ не более 15–30 с).

Результаты обработаны статистически с использованием критерия t Стьюдента, точного метода Фишера и корреляционного анализа.

Результаты и обсуждение

Продолжительность вызванной ФЖ находилась в диапазоне от 20 до 120 с, величина эффективных разрядов (E_h) — от 15 до 100 Дж. У 67% больных ФЖ

была устранена разрядами тока, близкими к пороговым значениям. Между длительностью вызванной ФЖ и величиной эффективных разрядов достоверной связи не было выявлено. Суммарная эффективность E_h ≤40–65 Дж достигала 90% (19,21), E_h ≤90–100 Дж — 100%. При этом энергия, выделяемая на пациента во время разряда, не превышала 85 Дж. По данным работ [5, 9, 16], эффективность первого разряда МП-формы (E_h 200 Дж, E_b 167–219 Дж) во время устранения вызванной ФЖ составляла 79–93%. Усредненные значения эффективных параметров БП-импульса для всех видов ФЖ представлены в табл. 2.

Эффективность ДФ спонтанной ФЖ низкоэнергетическими разрядами БП-формы зависела от ее вида. Так, у больных с первичной ФЖ эффективность первого разряда (E_h ≤65 Дж) во время устранения первого эпизода ФЖ (длительность от 30 с до 2–8 мин) достигала 62% (13/21), всех эпизодов — 79% (33/42). Только у 1 больного для прекращения ФЖ потребовалась два разряда ≤90 Дж (E_h ≤83 Дж). Суммарная эффективность разрядов БП-формы (E_h ≤90 Дж) во время устранения всех эпизодов первичной ФЖ составила 100%. До настоящего времени опубликована только одна работа [11], в которой был исследован успех ДФ первичной ФЖ импульсом МП-формы (E_h 100 Дж, E_b ≥85 Дж; 1–2 разряда) у больных ИМ; эффективность ДФ составила 79% (41/52), что на 21% ($p=0,005$) меньше по сравнению с данными для БП-импульса, полученными нами во 2-й группе больных. Столь высокая эффективность МП-разрядов (E_h 100 Дж) могла быть связана с длительностью импульса (дефибриллятор Belfast), которая превышала стандартную примерно в 2 раза (зависимость “сила—время”). По данным литературы [12–18], эффективность ДФ желудочков стандартными импульсами МП-формы (Edmark и Lown) при энергии разрядов 150–200 Дж составляет в среднем ~75% (от 60 до 95%).

Вторичная ФЖ (3-я группа больных). Во время устранения первого эпизода ФЖ (длительность от 30 с до 2–

Таблица 2. Эффективные значения параметров БП-импульса во время устранения ЖТ, вызванной и спонтанной ФЖ ($M \pm m$ и пределы колебаний)

Набираемая энергия, Дж	Выделяемая энергия, Дж	Величина пикового тока, А	Сопротивление грудной клетки, Ом	Продолжительность ФЖ, мин	Количество больных/эпизодов ФЖ/ЖТ
Желудочковая тахикардия					
38±4,2 [^] (10–90)	34±3,8 [^] (10–85)	12,1±0,6 [^] (5,5–19)	61,4±3,5 (38–102)	5,1±1,1 (0,5–23)	24/26*
Вызванная фибрилляция					
52±5 (15–100)	46,0±3,7 (11–85)	14,1±0,8 (7,5–21,0)	67,0±3,6 (47–110)	0,8±0,07 (0,3–2,0)	21/21
Первичная фибрилляция					
57,0±3,7 (16–90)	50,0±3,5 (14–83)	14,1±0,7 (8–20)	77,0±3,3 (60–125)	3,8±0,7 (0,5–14,0**)	21/30*
Вторичная фибрилляция					
84,5±5,4*** (17–193)	78,0±5,5*** (16–197)	19,7±1,0*** (9–41)	62,0±2,9*** (22–117)	5,4±1,1 (0,5–28,0**)	34/52*

Примечание. * — у больных с часто рецидивирующей ФЖ/ЖТ для статистического анализа взяты только те эпизоды, которые отличались от предыдущих величиной тока; ** — у больных с длительной остановкой сердца указана суммарная продолжительность эпизодов непрерывно-рецидивирующей ФЖ, включая короткие интервалы (~5–30 с) бради-асистолии. *** — достоверность различий между вторичной и вызванной, первичной ФЖ ($p<0,001$); [^] — между ЖТ и вызванной, первичной ФЖ ($p<0,05$).

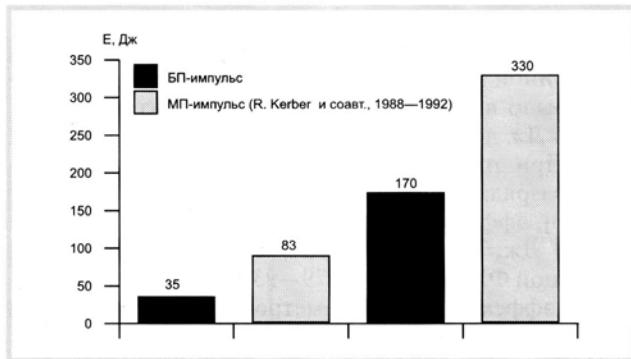


Рис. 2. Усредненные минимальные и максимальные значения эффективной энергии, выделяемой на больного во время наружной ДФ желудочков сердца импульсами МП- и БП-формы.

8 мин) эффективность первого разряда ($E_h \leq 65$ Дж) достигала 68% (23/34), всех эпизодов — 52% (46/88). Разряды 115 Дж применялись у 5 больных в 15 эпизодах ФЖ. Суб- и максимальные разряды ($E_h 165$ — 193 Дж) потребовались у 7 больных для устранения 14 эпизодов ФЖ. Только у 2 пациентов в 2 эпизодах рефрактерной ФЖ необходимо было нанести 4 разряда 165 Дж и 5 разрядов 193 Дж. Суммарная эффективность низкоэнергетических разрядов БП-формы ($E_h \leq 65$ — 193 Дж) во время устранения всех эпизодов вторичной ФЖ достигала 100%. При этом максимальная энергия ($E_h 193$ Дж, $E_b 185$ — 197 Дж) была необходима только 15% (5/34) больных. Поданным J. Gascho и соавт. [12], у 3 из 18 пациентов вторичную ФЖ, развивающуюся в острой фазе ИМ, не могли устранить повторными максимальными разрядами МП-формы ($E_h 360$, $E_b 332$ — 372 Дж, эффективность ДФ 83%). По данным этих же авторов, минимальная энергия МП-импульса (E_b), устранившая первый эпизод вторичной рецидивирующей ФЖ, составила 92 Дж, в нашем исследовании ее величина оказалась примерно в 2—4 раза меньше ($E_b 24$ — 40 Дж). Близкие результаты для МП-импульса были получены во время устранения вызванной и спонтанной ФЖ [18]. Следует отметить, что суммарный успех ДФ желудочков импульсами МП-формы Pantridge, Edmark и Lown ($E_h \leq 400$ Дж) находится в диапазоне от 71 до 98% [5, 11—19]. На рис. 2 представлены усредненные значения эффективной энергии (E_b) для БП-импульса и для импульса МП-формы, опубликованные R. Kerber и соавт. [17, 18].

При анализе результатов ДФ сердца импульсом БП-формы в 1—3-й группах больных (151 эпизод ФЖ) выявлена очень высокая эффективность (92%) разрядов небольшой энергии: $E_h \leq 115$ Дж. Наряду с этим установлена связь между видом ФЖ и значениями основных параметров дефибриллирующего импульса. Как следует из полученных результатов, только у 19% больных энергия (E_h), необходимая для устранения вызванной и первичной ФЖ, составляла 85—100 Дж ($E_b 69$ — 85 Дж), а величина тока, проходящего через область сердца, — 18—21 А. В то же время для устранения вторичной ФЖ у 18% больных потребовалось примерно в 2 раза больше энергии ($E_h 165$ — 193 Дж, $E_b 155$ — 197 Дж). При этом в ряде случаев максимальная сила тока достигала 35—41 А. Необходимо также отме-

тить, что у 92% (22/24) больных с ЖТ (4-я группа) величина эффективного разряда (E_h) составляла 10—65 Дж и только у 2 больных — 85—90 Дж.

Таким образом, у 15% (10/66) больных максимальная энергия БП-импульса (E_h), необходимая для устранения одного эпизода ЖТ, вызванной и первичной ФЖ, составляла 85—100 Дж (1—2 разряда), в то время как у 18% (6/34) больных с вторичной ФЖ — 165—193 Дж (до 4—5 разрядов при ее рефрактерном течении). ФЖ и ЖТ были устранины во всех эпизодах. В табл. 3 представлена эффективность БП-импульса в зависимости от дозы E_h и количества разрядов для всех эпизодов первичной и вторичной ФЖ.

В связи с полученными результатами представляло интерес изучение связи между продолжительностью ФЖ и эффективными значениями разрядов БП-формы. Как показал корреляционный анализ, связь между длительностью ФЖ до нанесения первого разряда (0,5—8-я минута) и эффективными значениями энергии от 90 до 193 Дж оказалась слабой и незначимой ($r=0,30$; $p>0,05$). Вместе с тем было выявлено снижение эффективности разрядов существенно меньшей энергии ($E_h \leq 65$ Дж) при сопоставлении 30-секундных эпизодов ФЖ с эпизодами длительностью от 1 до 5 мин (эффективность ДФ 100 и 52% соответственно; $p=0,035$). Только у 2 больных с непрерывно-рецидивирующими вторичной ФЖ эффективные значения энергии прогрессирующее увеличивались (с 2—3-й по 10—15-ю минуту ФЖ от 40—55 до 140—165 Дж; $r=0,86$; $p<0,01$). По данным N. Campbell и соавт. [11], эффективность одиночного разряда МП-формы ($E_h 100$ Дж, $E_b \geq 85$ Дж) достигала 74% при длительности первого эпизода ФЖ 2 мин и меньше и 50%, когда ее продолжительность превышала 2 мин. В нашем исследовании эффективность разрядов БП-формы ($E_b \leq 85$ Дж) при указанных временных интервалах составляла 91 и 76% соответственно ($p=0,065$ по сравнению с МП-импульсом).

Данные литературы, посвященные изучению влияния длительности ФЖ на эффективность МП-разрядов от 200 до 360 Дж, носят противоречивый характер. Так, в исследовании R. Kerber и соавт. [15] между силой тока ($E_h \leq 200$ Дж) и длительностью ФЖ была выявлена средняя степень корреляции ($r=0,45$; $p<0,05$). В то же время, по данным J. Gascho и соавт. [12], R. Gramton и соавт. [19, 20], продолжительность ФЖ до первого разряда не определяла успеха ДФ, которую проводили по стандартному протоколу: 200, 300 и 360 Дж; не было выявлено достоверной связи и с успехом одиночного разряда МП-формы 200 Дж [14]. Однако у больных ИБС при длительности ФЖ 15—30 с успешная ДФ разрядами МП-формы ($E_b 200 \pm 15$ Дж) отмечалась достоверно чаще, чем при эпизодах большей продолжительности [19]. Отсутствие в общем случае корреляции между изучаемыми показателями может быть связано по крайней мере с разным временем проведения ДФ, большим разбросом исходных значений эффективной энергии и нанесением первого разряда, существенно превышающего пороговую величину [4]. Вместе с тем достоверная корреляция выявляется в сравниваемых группах больных в тех случаях, когда первый разряд был относительно небольшой энергии (≤ 65 Дж у БП-импульса и ≤ 200 Дж у МП-импульса). При длительной ФЖ на эффектив-

Таблица 3. Наружная ДФ сердца: суммарная эффективность (в %) биполярного синусоидального импульса в зависимости от дозы набираемой энергии у больных с первичной и вторичной ФЖ (130 эпизодов)

Доза энергии, Дж	Количество наносимых разрядов				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Первичная фибрилляция (42 эпизода)					
<i>Первый эпизод ФЖ (n=21)</i>					
≤65	62% (13/21)				
≤90	95% (20/21)	100% (21/21)			
<i>Все эпизоды ФЖ</i>					
≤65	79% (33/42)				
≤90	95% (40/42)	100% (42/42)			
Вторичная фибрилляция (88 эпизодов)					
<i>Первый эпизод ФЖ (n=34)</i>					
≤65	68% (23/34)				
≤90	76% (26/34)				
≤115	82% (28/34)				
≤165	82% (28/34)				
≤193	91% (31/34)	97% (33/34)	100% (34/34)		
<i>Все эпизоды ФЖ</i>					
≤65	52% (46/88)				
≤90	57% (50/88)	57% (50/88)			
≤115	70% (62/88)	76% (67/88)			
≤165	85% (75/88)	86% (76/88)	86% (76/88)	88% (77/88)	
≤193	97% (85/88)	99% (87/88)	99%	99%	100% (88/88)

ность ДФ могут оказывать влияние такие факторы, как дозы вводимого адреналина, антиаритмическая терапия, скорость нарастания и глубина миокардиального ацидоза и т.д. [1, 2, 20, 21]. Выяснилось также, что в стандартных условиях эксперимента с увеличением длительности ФЖ (от 15 с до 5 мин) пороговая энергия БП-импульса возрастает на существенно меньшую величину, чем МП-импульса [22].

При изучении влияния размера электродов (диаметр 8,5 и 12 см) на эффективные значения БП-импульса при устранении вторичной ФЖ были выявлены существенные различия. Так, у 3 (50%) из 6 больных ФЖ купировали через электроды диаметром 8,5 см только суб- или максимальным разрядами (E_n 165–193 Дж). В то же время при использовании больших электродов суб- и максимальная энергия потребовалась у 11% (3/28) больных ($p=0,049$). Следует отметить, что плотность тока под электродом диаметром 8,5 см оказалась в 2 раза больше, чем под электродом большего размера (0,40 и 0,20 А/см² соответственно; $p<0,002$). По данным экспериментального исследования [23], транзисторакальный разряд БП-формы со средней плотностью тока 0,38 А/см² приводит к

развитию обратимой асистолии желудочков, однако ее продолжительность по сравнению с результатами для МП-импульса (Edmark) была существенно меньше: 1,5–3,0 и 3–12 с соответственно.

Один из очень важных и пока не решенных вопросов кардиореаниматологии — это влияние формы импульса на успех реанимации больных с первичной и вторичной ФЖ. С этой целью мы провели сравнение полученных нами результатов (БП-импульс) с данными литературы, посвященными эффективности МП-импульса. Успех оживления больных с применением БП-импульса (≤ 90 Дж) для устранения первичной ФЖ (длительность 2–14 мин) составил 82%. При использовании импульса МП-формы (≤ 200 –360 Дж) эффективность реанимации оказалась такой же или достоверно не различалась — 69–86% [12, 14, 15, 18]. Однако при сравнении результатов оживления больных с вторичной ФЖ были отмечены существенные различия. Так, в нашем исследовании успех реанимации с применением БП-импульса (≤ 193 Дж) достигал 68%. В то же время, по данным работ [12, 14, 15, 17, 18], успех оживления с применением МП-импульса был значительно ниже: ~36% (от 22 до 50%). Принци-

пиальным отличием устранения вторичной ФЖ импульсом МП-формы являлось нанесение повторных высокоэнергетических разрядов (≥ 360 Дж).

Отрицательное влияние высокоэнергетических МП-разрядов на раннюю выживаемость больных, перенесших остановку сердца, обнаружили H. Dunn и соавт. [24]. Специальные исследования, проведенные в США, показали, что в лучшем случае лишь 30–50% больных, у которых внезапная остановка сердца произошла вне госпиталя, поступают в больницу живыми и лишь 50% из них доживают до выписки из стационара. Причины высокой больничной летальности, как указывает автор, “в основном заключаются в значительном ухудшении сократительной функции сердца в результате наличия ИМ либо многократных дефибрилляций” [25]. Гистологические исследования подтвердили, что у больных, которые получали во время оживления многочисленные разряды большой энергии, определялся некроз миокарда [26]. По данным J. Gascho и соавт. [12], эффективность ДФ существенно снижалась, когда E_b повторных разрядов МП-формы начинала превышать 240 Дж (E_h 300–400 Дж). Расчет энергии на 1 кг массы тела показал, что с увеличением E_b от ~2,9 до 6 Дж/кг успех дефибрилляции (реанимации) снижался соответственно с 77 до 23%. В нашем исследовании величина энергии, выделяемая на 1 кг массы тела, не превышала 2,3–2,8 Дж.

Наиболее драматичные результаты были опубликованы G. Dalzell и соавт. [14]. Поданным этих авторов, 78% (14/18) больных с вторичной ФЖ, которым через электрод диаметром ~8,0 см (!), расположенный в области верхушки сердца, наносили 4–5 и более разрядов 360 Дж, не удалось оживить. Вместе с тем летальность больных, получавших разряды МП-формы 200 Дж, составила 31%. Близкие данные были получены и для ранней выживаемости [24]. Суммируя данные литературы, можно сделать следующие выводы: 50–78% больных ИБС, которым для устранения вторичной ФЖ наносили повторные разряды МП-формы (≥ 360 Дж; 3–6 Дж/кг), умирали во время реанимации. Наиболее высокая летальность отмечалась среди тех больных, которым наносили 4–5 и более разрядов ≥ 360 Дж; в большинстве случаев это были больные, у которых вторичная ФЖ развивалась на острой/подострой стадии ИМ либо после недавно перенесенного ИМ.

В связи с актуальностью данной проблемы остановимся более подробно на результатах экспериментального исследования [27]. Авторами показано, что после устранения у свиней 9-минутной ФЖ разрядами БП-формы (2,5–4,5 Дж/кг) спонтанное кровообращение восстанавливалось значительно чаще, чем при воздействии МП-импульсом (соответственно в 41 и 6% случаев; $p=0,02$). После разрядов БП-формы регистрировали менее частое появление асистолии и электромеханической диссоциации, а выживаемость через 1 ч составляла соответственно 29% (5/17) и 6% (1/17) ($p=0,17$). На модели пролонгированной ФЖ было показано, что в раннем постреанимационном периоде тяжесть нарушений сократимости и расслабления миокарда ЛЖ, степень снижения сердечного выброса, а также продолжительность жизни были связаны с величиной МП-разряда [28].

По данным R. McGrath и соавт. [29], успех сердечно-легочной реанимации, проводимой в больнице, составляет в среднем 39% (от 13 до 59%). При этом ~60% оживленных умирают в первые 24 ч. Клинические и экспериментальные исследования позволили сформулировать гипотезу о том, что смертельные исходы после успешно проведенной реанимации в значительной степени являются результатом постреанимационной дисфункции миокарда [28, 30–32]. Ее тяжесть связывают с длительностью и глубиной тотальной ишемии миокарда, развивающейся во время остановки сердца. Немаловажную роль играют реперфузионные повреждения сердца, связанные с восстановлением спонтанного кровообращения [28, 33, 34], а также нарушения сократимости и расслабления миокарда, вызываемые высокоэнергетическими разрядами МП-формы [28, 35].

При анализе литературы не было найдено убедительных данных о схеме применения МП-разрядов: 200–200(300)–360 Дж. Отсутствуют также данные литературы о пользе применения высокоэнергетических разрядов. Имеется только одно рандомизированное исследование, доказывающее, что разряды 175 Дж также эффективны, как и 320 Дж, но отличаются меньшими постдефибрилляционными нарушениями атриовентрикулярной проводимости [36]. R. Reddy и соавт. [37] показали, что у больных ИБС разряды 200 Дж так же хорошо устраниют вызванную ФЖ, как и разряды 360 Дж, но с менее выраженной преходящей депрессией сегмента ST на ЭКГ. По мнению авторов, изменения сегмента ST могут отражать повреждение кардиомиоцитов. Как было показано в экспериментальных исследованиях, электрические импульсы вызывают появление микроповреждений в мембранах кардиомиоцитов (поры диаметром 45–60 ангстрем – синдром “малых ран”), через которые ионы K^+ и Ca^{2+} входят в клетку [38]. Это может приводить к появлению фокусов спонтанной электрической активности (по механизму ранней постдеполяризации). Наряду с этим одновременная пролонгация и укорочение длительности потенциала действия на участках миокарда, на которых во время разряда регистрируется высокое напряжение, может создавать значительную дисперсию реполяризации. Указанные механизмы приводят к неэффективной ДФ или рефибрилляции. В случае воздействия БП-импульса с оптимальным диапазоном соотношения 1-й и 2-й фаз отмечаются существенно меньшие (по сравнению с МП-разрядом) микроповреждения мембран. Кроме того, БП-импульс (за счет эффекта асимметричной фазовой реверсии гиперполяризации мембранны) минимизирует или вообще не формирует постимпульсную дисперсию реполяризации – проаритмогенный субстрат для ФЖ [39–43].

Наряду с этим антиаритмические препараты, используемые для профилактики и лечения ФЖ, оказывают меньшее влияние на эффективные значения БП-импульса. Так, по данным экспериментальных исследований, пиромекайн в нараставших дозах (2+4+6 мг/кг) увеличивал порог ДФ у МП-импульса в среднем в 2 раза больше, чем у БП-импульса [44]. Близкие результаты были получены и для амиодарона [45, 46]. Эти наблюдения позволяют сделать вывод, что у больных с рефрактерной/рецидивирующей ФЖ, тре-

бующей назначения антиаритмических препаратов, большего успеха в ее устраниении можно добиться, используя импульс БП-формы. Кроме того, у больных с имплантированным кардиостимулятором МП-импульс может приводить к его временному отказу (от 1–2 до 10 мин), преимущественно из-за увеличения порога стимуляции [47, 48]. В то же время импульс БП-формы изменяет его значительно меньше [49].

Следует отметить, что в экспериментальных работах, посвященных сравнительной эффективности трех БП-импульсов, было установлено, что биполярный квазисинусоидальный импульс более эффективен, чем трапециoidalный и прямоугольно-трапециoidalный импульсы [22, 50].

ЛИТЕРАТУРА

1. Bossaert L.L. Fibrillation and defibrillation of the heart. *Br J Anaesthesia* 1997;79:203–213.
2. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care — An International Consensus on Science. *Resuscitation* 2000;46:108–178.
3. Гурвич Н.Л., Табак В.Я., Богушевич М.С. и др. Дефибрилляция сердца двухфазным импульсом в эксперименте и клинике. *Кардиология* 1971;8:126–130.
4. Востриков В.А., Богушевич М.С., Холин П.В. Трансторакальная дефибрилляция желудочков сердца: эффективность и безопасностьmono- и биполярного импульсов. *Анестезиол и реаниматол* 1994;5:9–11.
5. Greene L., DiMarco J., Kudenchuk P. et al. Comparison of monophasic and biphasic pulse waveform for transthoracic cardioversion. *Am J Cardiol* 1995;75:1135–1139.
6. Венин И.В., Гурвич Н.Л., Олифер Б.М. и др. Дефибриллятор. А.с. 258526, от 23 сентября 1969 г. СССР.
7. Vostrikov V.A., Holin P.V., Razumov K.V. Efficiency of biphasic waveforms in transthoracic ventricular defibrillation of man. *Am Heart J* 1994;128:Abstract:638.
8. Востриков В.А., Холин П.В., Разумов К.В. Трансторакальная дефибрилляция желудочков сердца: эффективность биполярного синусоидального импульса. *Анестезиол и реаниматол* 1999;1:44–47.
9. Mittal S., Ayaty S., Stein K. et al. Comparison of a novel rectilinear biphasic waveform with a damped sine wave monophasic waveform for transthoracic ventricular defibrillation. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:1595–1601.
10. Poole J., White R., Kanz K.-G. et al. Low-energy impedance-compensating biphasic waveforms terminate ventricular fibrillation at high rates in victims of out-of-hospital cardiac arrest. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997;8:1373–1385.
11. Campbell N., Webb S., Adgey J. et al. Transthoracic ventricular defibrillation in adults. *Br Med J* 1977;2:1379–1381.
12. Gascho J., Crampton R., Cherwek M. et al. Determinants of ventricular defibrillation in adults. *Circulation* 1979;60:231–237.
13. Dalzell G., Cunningham S., Adgey A. et al. Electrode pad size, transthoracic impediment and success of external ventricular defibrillation. *Am J Cardiol* 1989;64:741–744.
14. Dalzell G., Adgey A. Determinants of successful transthoracic defibrillation and outcome in ventricular fibrillation. *Br Heart J* 1991;65:311–316.
15. Kerber R., Jensen S., Gascho J. et al. Determinants of defibrillation a prospective analysis of 183 patients. *Am J Cardiol* 1983;52:739–745.
16. Gust B., Marchlinski F., Sharma A. et al. Multicenter comparison of truncated biphasic shocks and standard damped sine wave monophasic shocks for transthoracic ventricular defibrillation. *Circulation* 1996;94:2507–2514.
17. Kerber R.E., Kienzle M.G., Olshansky B. et al. Ventricular tachycardia rate and morphology determine energy and current requirements for transthoracic cardioversion. *Circulation* 1992;85:158–163.
18. Kerber R., Martins J., Kienzle M. et al. Energy, current, and success in defibrillation and cardioversion: clinical studies using an automated impedance-based method of energy adjustment. *Circulation* 1988;77:1038–1046.
19. Crampton R., Gascho J., Cherwek M. Low-energy and fast serial dc shock ventricular defibrillation in man. *Med Instrument* 1978;12:P53 (A).
20. Crampton R. Controversial and speculative aspects of ventricular defibrillation. *Progr Cardiovasc Dis* 1980;23:167–186.
21. Tang W., Weil M.H., Maldonado F.A. et al. Hypercardia decreases effectiveness of electrical defibrillation during CPR. *Crit Care Med* 1992;20:Suppl:S24.
22. Walcott G.P., Melnik S., Chapman F. et al. Relative efficacy monophasic and biphasic waveform for transthoracic defibrillation after short and long duration of ventricular fibrillation. *Circulation* 1998;98:2210–2215.
23. Востриков В.А. Функциональное повреждение сердца моно- и биполярными импульсами тока дефибриллятора. *Бюл экспер биол* 1993;12:654–655.
24. Dunn H., Mc Comb J., McKensy G., Adgey J. A survival to leave hospital from ventricular fibrillation. *Am Heart J* 1986;112:745–751.
25. Di Marco J., Haines D. Sudden cardiac death. *Curr Probl Cardiol* 1990;15:183–232.
26. Karch S. Resuscitation-induced myocardial necrosis. *Am J Forensic Med Pathol* 1987; 8:3–8.
27. Scheatzle M.D., Menegazzi J.J., Allen T.L., Durham S.B. The evaluation of biphasic transthoracic defibrillation in an animal model of prolonged ventricular fibrillation. *J Prehosp Emerg Care* 1998;2:252 (A).
28. Xie J., Weil M.X., Sun S. et al. High-Energy defibrillation increases the severity of postresuscitation myocardial dysfunction. *Circulation* 1997;96:683–688.
29. McGrath R. In-house cardiopulmonary resuscitation after a quarter of a century. *Ann Emerg Med* 1987;16:1365–1368.
30. Brown C.G., Dzwonozyk R., Werman H., Hamin R. Estimating the duration of ventricular fibrillation. *Ann Emerg Med* 1989;18:1181–1185.
31. Stiell I., Hebert P., Weitzman B. et al. High dose epinephrine in adult cardiac arrest. *N Engl J Med* 1992;327:1045–1050.
32. Tang W., Weil M., Sun S. et al. Progressive myocardial dysfunction after cardiac resuscitation. *Crit Care Med* 1993;21:1046–1050.
33. Gazmuri R., Weil M., Bisera J. et al. Myocardial dysfunction after successful resuscitation from cardiac arrest. *Crit Care Med* 1996;24:992–1000.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности биполярного квазисинусоидального импульса во время устранения ФЖ и ЖТ у больных с ИМ и другими клиническими формами ИБС. Ретроспективный анализ данных литературы и собственные результаты позволяют сделать вывод, что применение у больных с вторичной ФЖ низкоэнергетического БП-импульса по сравнению с высокоенергетическим ИМ-импульсом увеличивает эффективность ДФ и приводит к более успешной реанимации. Все это свидетельствует о необходимости пересмотра протокола по купированию рефрактерной ФЖ с помощью импульса МП-формы.

34. Kern K., Rhee K., Raya T. et al. Global myocardial stunning following successful resuscitation from cardiac arrest. Circulation 1994;90:Suppl I:I-5.
35. Tang W., Weil M., Sun S. et al. The effect of biphasic and conventional monophasic defibrillation on postresuscitation myocardial function. J Am Coll Cardiol 1999;34:815–822.
36. Weaver W.D., Cobb L.A., Coppas M.K. et al. Ventricular defibrillation – a comparative trial using 175-J and 320-J shocks. N Engl J Med 1982;307:1101–1106.
37. Reddy R.K., Gleva M.J., Gliner B.E. et al. Biphasic transthoracic defibrillation causes fewer ECG ST-segment changes after shock. Ann Emerg Med 1997;30:127–134.
38. Jones J.L., Jones R.E., Balasky G. Microlesion formation in myocardium cells by high-intensity electric field stimulation. Am J Physiol 1987;253:H486.
39. Yabe S., Smith W., Daubert J. et al. Conduction disturbances caused by high current density electric fields. Circulat Res 1990;66:1190–1203.
40. Tovar O., Jones J. Cellular basis of type B defibrillation occurring at high shock intensity. Circulation 1996;94:131.
41. Efimov I.R., Cheng Y., Wagoner D.R. et al. Virtual electrode – induced phase singularity. A basic mechanism of defibrillation failure. Circulat Res 1998;82:918–922.
42. Jones J.L., Jones R.E. Decreased defibrillator-induced dysfunction with biphasic rectangular waveform. Am J Physiol 1984; 247:H792–H796.
43. Jones J., Jones R., Blaskey G. Improved cardiac cell excitation with symmetrical biphasic defibrillator waveforms. Am J Physiol 1987;253:1418–1424.
44. Востриков В.А., Богушевич М.С., Михайлов И.В. Влияние пиромекаина и новокайнамида на эффективность наружной дефибрилляции желудочков сердца. Кардиология 1999;12:40–45.
45. Востриков В.А., Богушевич М.С. Влияние амиодарона на эффективность дефибрилляции желудочков сердца импульсами тока монополярной и биполярной синусоидальной форм. Анестезиол и реаниматол 2000;6:51–54.
46. Kopp D., Kail J., Kinder C. et al. Effect of amiodarone and left ventricular mass on defibrillation energy requirements: monophasic vs biphasic shocks. PACE 1995;18:872 (A).
47. Yee R., Jones D., Jarvis E. et al. Changes in pacing threshold and R-wave amplitude after transvenous catheter countershock. J Am Coll Cardiol 1984;4:543–549.
48. Altamura G., Bianconi L., Bianco F. et al. Transthoracic DC shock may represent a serious hazard in pacemaker dependent patients. PACE 1995;4:543–549.
49. Kudenchuk P., Bardy G., Poole J. et al. Biphasic shock from an implanted defibrillator does not acutely alter ventricular pacing thresholds. Circulation 1995;92:Suppl I:Abstract:I-340.
50. Qu F., Nikolski V.P., Wollenzien B.R., Efimov I.R. Comparison of three biphasic waveforms: Gurvich waveform is more efficient. Proceeding of the Second Joint EMBS/BMES Conference. Houston (USA) 2002;1439–1440.

Поступила 10.04.03

Кафедра кардиологии и общей терапии (заведующий кафедрой — проф. Б.А. Сидоренко) Учебно-научного центра Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации продолжает проведение платных **учебных циклов повышения квалификации врачей в 2004 г.** По окончании циклов выдаются свидетельства о повышении квалификации.

Циклы проводятся в следующие сроки:

1. "Клиническая эхокардиография" (сертификационный)	15 января — 13 февраля (4 нед)
2. "Стресс-эхокардиография в клинической практике" (очно-заочный)	16–20 февраля (1 нед)
3. "Актуальные вопросы клинической кардиологии, пульмонологии, эндокринологии" (сертификационный) а) "Клиническая кардиология"	16 февраля — 19 марта (5 нед) 16 февраля — 5 марта (3 нед)
4. "Клиническая эхокардиография" (сертификационный)	25 марта — 23 апреля (4 нед)
5. "Клиническая эхокардиография" (сертификационный)	9 сентября — 8 октября (4 нед)
6. "Стресс-эхокардиография в клинической практике" (очно-заочный)	11–15 октября (1 нед)
7. "Клинико-функциональные аспекты в кардиологии" (сертификационный) а) "Клиническая кардиология"	11 октября — 12 ноября (5 нед) 11–29 октября (3 нед)
8. "Современные аспекты клинической электрокардиографии"	15 ноября — 1 декабря (2,5 нед)
9. "Клиническая допплерография сосудов" (сертификационный)	6–24 декабря (3 нед)

Занятия проводятся в Центральной клинической больнице по адресу: 121356 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 15.

Адрес УНЦ: 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, 21

Оплата по безналичному расчету: ИНН 7725082726 ОФК по ЗАО г. Москвы.
(ИНН 7731048280 КПП 773101001 УНЦ МЦ УД ПРФ л/с №06352373300)
счет №40503810600001009008

БИК 044583001

Отделение №1 Московского ГТУ Банка России, г. Москва 705

Возможна оплата наличными в бухгалтерии УНЦ

Справки по телефону: (095) 414-0517 (кафедра кардиологии и общей терапии), факс: (095) 414-0807
e-mail cardiosid@cch.pmc.ru

Секретарь Валентина Ивановна Тимонина