

# Электрическая дефибрилляция при внезапной остановке сердца на догоспитальном и госпитальном этапах реанимации: методология и метод

Д.м.н. В.А. ВОСТРИКОВ

## Electric defibrillation in sudden cardiac death at pre-hospital and hospital stages of reanimation: methodology and method

V.A. VOSTRIKOV

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

*Ключевые слова:* фибрилляция желудочков, желудочковая тахикардия, внезапная остановка сердца, электрическая дефибрилляция, сердечно-легочная реанимация.

*Key words:* arrhythmias, sudden cardiac arrest, electric defibrillation, cardiopulmonary reanimation.

*Внезапная остановка сердца и ее исходы.* Ведущая причина смерти в экономически развитых странах — ишемическая болезнь сердца (ИБС) [20, 22]. Причиной более 60% летальных исходов у больных ИБС является внезапная остановка сердца (ВОС) [39] вследствие развития фибрилляции желудочков (ФЖ) или желудочковой тахикардии без пульса (ЖТбп); асистолии; электромеханической диссоциации (ЭМД). В европейских странах от ВОС (в зависимости от критерия ее определения) умирают в год 350 000—700 000 человек; в 80% случаев ВОС происходит на догоспитальном этапе и в 20% — в условиях больниц [9, 15, 19, 20, 22, 28]. По данным литературы [12, 14, 15], за последние 20 лет отмечается снижение частоты развития ФЖ, что в определенной степени обусловлено первичной и вторичной профилактикой ВОС. Наряду с этим принципиальное значение имеет время регистрации нарушения ритма. Так, при длительной (>5—8 мин) остановке сердца на догоспитальном этапе первичную ФЖ до начала реанимации регистрируют в среднем только у 25% (20—30%) пострадавших. Однако если электрокардиограмму удастся зарегистрировать в первые минуты ВОС, то первичная ФЖ может составлять 59—65% [14, 35]. По данным [35], в публичных местах (торговые центры, стадионы, аэропорты и пр.), оснащенных автоматическими наружными дефибрилляторами (АНД), ФЖ и ЖТбп были зарегистрированы первыми свидетелями ВОС у 79% пострадавших. В последние годы в различных регионах Канады и США выживаемость<sup>1</sup> оживленных больных с догоспитальной ФЖ/ЖТбп находится в диапазоне от 7,7 до 40% (медиана 22%) и для всех причин ВОС (асистолия, ЭМД и ФЖ/ЖТ) — 3—12,6% (медиана 8,4%) [23, 34]. Особый ин-

терес представляют исследования ВОС в домашних условиях. Оказалось, что она составляет 60—80% от общего числа догоспитальных ВОС [15, 35]. По данным M. Weisfeldt и соавт. [35], при наличии АНД у первого свидетеля ВОС в домашних условиях, ФЖ/ЖТбп была зарегистрирована у 36% пострадавших; и в 25% случаев, если реанимацию начинал проводить персонал экстренной медицинской службы (ЭМС). При этом максимальная выживаемость составила в среднем только 12% (в 2,8 раза меньше, по сравнению с количеством оживленных в публичных местах, оснащенных АНД).

При развитии ВОС в стационаре первичную ФЖ и ЖТбп регистрируют в различных регионах мира у 23—35% больных со средней выживаемостью от 23 до 37%. Еще примерно у 26% больных с первичной асистолией или ЭМД во время реанимации может развиваться вторичная (так называемая терминальная) ФЖ [21, 27]. При развитии больничной первичной асистолии и ЭМД (приблизительно 70% ВОС) выживаемость составляет в среднем соответственно 11 и 12%. Авторами установлено, что если у больных с первичной асистолией или ЭМД во время реанимации развивается терминальная ФЖ/ЖТбп, выживаемость существенно снижается. Так, при первичной асистолии она составила 8% (без вторичной ФЖ/ЖТбп — 12%) и ЭМД — 7% (без вторичной ФЖ/ЖТбп — 14%) [21]. Таким образом, как догоспитальная, так и больничная ВОС, вызванная первичной ФЖ/ЖТбп, в отличие от ВОС, вызванной первичной асистолией и ЭМД, характеризуется в среднем существенно более высокой (в 2,5—3 раза) выживаемостью оживленных больных.

Электрическая дефибрилляция желудочков сердца (ДФ) — ключевое звено в «цепочке выживания» после ВОС, вызванной ФЖ и ЖТбп. Установлено, что, если на догоспитальном этапе не проводится базовая сердечно-легочная реанимация (БСЛР), то каждая минута задержки

<sup>1</sup>Выживаемость (отсроченная) — отношение числа оживленных больных, доживших до выписки из стационара, к общему числу больных, оживленных на догоспитальном этапе реанимации.

ДФ уменьшает отсроченную выживаемость на 7—12%, и если проводится — то на 3—4% [8, 15]. В 2002 г. M. Weisfeldt и L. Becker [33] на основании данных литературы сформулировали концепцию трехфазной зависимой от времени модели реанимации. Согласно этой модели, авторы в каждой фазе выделили самый важный метод лечения остановки сердца. Так, во время первой фазы (электрическая фаза, длительность около 4 мин<sup>2</sup> от начала ВОС) самым важным методом лечения является ДФ. Установлено, что в отсутствие эффективных компрессий грудной клетки (КГК) успешная ДФ в первые 4 мин ВОС часто приводит к восстановлению сердечного выброса, но после 4 мин это, как правило, не происходит. Следует отметить, что проведение ранней дефибрилляции (первые 2—5 мин ВОС) является самым важным фактором, который определяет не только успех реанимации, но и выживаемость, которая может достигать 49—74%<sup>3</sup> [14, 32]. Вторая фаза оживления — циркуляторная (4—10 мин ВОС) и 3-я фаза — метаболическая (после 10 мин остановки сердца). Во время этих двух фаз более важными, чем срочная ДФ, методами лечения могут быть оксигенация, наружная гипотермия и ряд других реанимационных мероприятий [18].

*Пересмотр международного протокола дефибрилляции при ВОС, вызванной рефрактерной и быстро рецидивирующей ФЖ/ЖТбп, действовавшего до 2005 г.* Согласно последним рекомендациям, дефибрилляцию необходимо как можно быстрее включить в процесс до- и госпитальной БСЛР. При этом протокол и процедура ДФ не должны отрицательно влиять на качество проведения КГК [8, 14, 15]. В связи с указанным главная цель изменения протокола ДФ, действовавшего до конца 2005 г., — уменьшить количество и длительность перерывов при проведении наружного массажа сердца. Для этого вместо серии разрядов рекомендуется наносить только одиночные разряды с интервалами 2 мин [14, 15]. Анализ данных литературы показал значительно более низкий процент интервала «прерванных компрессий» при одиночном разряде по сравнению с серийным нанесением 3 разрядов. При этом установлено, что, если первый разряд оказался неэффективным, то второй разряд малоэффективен. Поэтому быстрое возобновление БСЛР лучше, чем серийное нанесение 2-го и тем более третьего разряда (даже короткие повторные прерывания КГК уменьшают шанс конверсии ФЖ в другой ритм) [10, 14, 15]. В исследовании [26] показано, что при ДФ на догоспитальном этапе одиночными разрядами выживаемость больных была существенно выше, чем при нанесении серийных разрядов (46 и 33% соответственно;  $p < 0,01$ ).

*Формы электрического импульса, используемые для устранения ФЖ (моно- и биполярная).* Следует отметить,

что успех первого разряда при использовании биполярного импульса (БПИ) равен или больше, чем успех ДФ после нанесения 3 монополярных разрядов (МПР) [15]. На основании указанных данных после 2005 г. было прекращено производство монополярных дефибрилляторов. Однако они еще продолжают использоваться в повседневной практике. Рекомендуемая величина 1-го и последующих МПР 360 Дж (т.е. максимальная). Как полагают эксперты, хотя имеется риск повреждения миокарда высокоэнергетическими МПР, гораздо важнее как можно быстрее устранить ФЖ [14, 15]. По данным T. Schneider и соавт. [29], успех реанимации с использованием БП трапецидального импульса (установочная доза 150 Дж) на догоспитальном этапе оказался на 22% (76 и 54%) больше, чем с монополярным импульсом (200—360 Дж). В данном исследовании форма импульса не повлияла на выживаемость больных (28 и 31%). Вместе с тем при выписке из стационара у оживленных с помощью БПИ хорошее неврологическое восстановление отмечали у 78% больных и только у 53% ( $p=0,04$ ) при использовании монополярного импульса.

*Успех первого разряда в зависимости от вида и дозы биполярного импульса.* Оптимальная доза первого БП разряда не установлена. Это в первую очередь связано с наличием 4 различных по виду (морфологии) БП импульсов, а также методикой компенсации сопротивления грудной клетки (СГК, Ом). В зависимости от указанных переменных набираемая и выделяемая на больного энергия может существенно различаться [4, 14]. Рекомендуемые в настоящее время дозы энергии для БП импульсов (трапецидальные, прямолинейный и трапецидальный пульсирующий) были определены экспертами после тщательного анализа данных литературы [14, 15]. Так, при устранении догоспитальной ФЖ трапецидальными импульсами различной длительности (установочная доза 150—200 Дж) успех ДФ достигает 86—98% [15]. Эффективность прямолинейного импульса (установочная доза 120 Дж) составила на догоспитальном этапе при устранении первого эпизода ФЖ 88% и последующих эпизодов рецидивирующей ФЖ — 80—84%. Успех первых 3 разрядов 120 Дж с интервалами 2 мин при устранении первых эпизодов ФЖ достигал 98% (88 из 90 случаев). Увеличение энергии разрядов до 150—200 Дж не устранило 2 эпизода ФЖ (дефибрилляторы Zoll M-Series, «Zoll Medical Systems», США) [17]. При использовании трапецидального пульсирующего импульса (установочная доза 130 Дж) на догоспитальном этапе успех первого разряда составил 90%<sup>4</sup> (дефибрилляторы Fred; «Schiller Medical SAS», Франция) [13]. Госпитальная эффективность отечественного квазисинусоидального БПИ (90—115 Дж) при устранении первого эпизода ФЖ<sup>5</sup> составила 86—90%. Суммарный успех устранения первым разрядом (установочная доза 115 Дж) всех эпизодов реци-

<sup>2</sup>По данным экспериментальных исследований на свиньях, коронарное перфузионное давление после начала ФЖ в течение первых 15 с снижается с 60 до 15 мм рт.ст. и затем медленно (в течение 3,5—4 мин) достигает нулевого значения [30]. Исследования на животных и математических моделях реанимации *только с компрессиями грудной клетки* показали, что запас кислорода в артериальной крови истощается через 2—4 мин после ВОС [цит. по 15].

<sup>3</sup>Отсроченная выживаемость составляла 74%, если первый разряд наносили в первые 3 мин ВОС, и 49% — если в первые 4,4±2,9 мин.

<sup>4</sup>Экспериментальные и теоретические исследования трапецидального пульсирующего импульса [3, 31] *не согласуются* с представленными данными его клинической эффективности [22]. Это также косвенно подтверждают результаты дозозависимой эффективности электрической кардиоверсии фибрилляции предсердий [7].

<sup>5</sup>Длительность первых эпизодов ФЖ от 1—2 до 8 мин; при быстром рецидивировании ФЖ/ЖТбп суммарная продолжительность реанимации составляла у нескольких больных 20—30 мин и более.

## Связь между видом биполярного импульса и эффективной энергией первого разряда во время устранения первого эпизода фибрилляции желудочков

Вид импульса	Установочная энергия первого разряда и диапазон Ев, Дж	Различие в % Ев, Дж*	Успех первого разряда, %
Квазисинусоидальный	115 (90—120)	—	Около 90
Трапецеидальный пульсирующий	130 (107—130)	+13%	90
Прямолинейный	120 (115—150)	+25%	88

*Примечание.* \* — между усредненными значениями Ев (Ев — диапазон энергии, выделяемой на больного) при сравнении с квазисинусоидальным импульсом.

дивергентной ФЖ достигал 86%. Следует отметить, что практически все эпизоды ФЖ (99%; 129 из 130 случаев) были устранены нанесением от 1—2 до 4 разрядов (65—195 Дж) [2]. Только у одного больного с рецидивирующей ФЖ/ЖТбп для устранения третьего эпизода потребовалось 6 разрядов; из них 3 максимальной энергии (195 Дж). Одной из вероятных причин развития устойчивой ФЖ/ЖТбп, возникшей на фоне сердечной недостаточности, явилось длительное введение лидокаина [1, 6]. Общий успех ДФ составил 100%.

В таблице представлены установочная энергия первого разряда (115—130 Дж), его успех при устранении первого эпизода ФЖ 3 различными по виду БПИ и реальный диапазон энергии, выделяемой на больного (Ев, Дж) при СГК от 40 до 100 Ом. Согласно представленным данным, при равном (почти 90%) успехе первого разряда реальная эффективная энергия, устраняющая первый эпизод ФЖ, у прямолинейного и пульсирующего импульсов оказалась больше (соответственно на 13 и 25%), чем у отечественного квазисинусоидального БПИ. По экспериментальным данным F. Qu и соавт. [25], вид БПИ при прочих равных условиях оказывает существенное влияние на пороговую энергию ДФ. Так, согласно исследованиям, проведенным на изолированных сердцах кроликов [25], пороговая энергия при использовании модифицированного синусоидального импульса Гурвича<sup>6</sup> была на 28% меньше, чем у модифицированного трапецеидального импульса, и на 32% меньше ( $p < 0,05$ ), чем у модифицированного прямолинейного импульса Zoll. Согласно результатам наших исследований (модели домашних свиней с высоким СГК=100 Ом), пороговая энергия ДФ у 2 трапецеидальных БПИ оказалась у всех животных существенно больше (в среднем на 34 и 41%), чем у квазисинусоидального БПИ [4]. При использовании прямолинейного БПИ по сравнению с квазисинусоидальным чаще требовалось наносить большую (на 16%) пороговую энергию [5].

*Дозы второго и последующих разрядов.* В рекомендациях [14] предлагается стратегия как фиксированной, так и нарастающей дозы: на сегодняшний день нет причин менять эту тактику [15]; при тактике фиксированной дозы следует прежде всего исходить из представленных в таблице данных об успехе 1-го БП разряда<sup>7</sup>.

<sup>6</sup>Используемый в клинике отечественный квазисинусоидальный импульс (Гурвича—Венина) отличается по своим характеристикам от модифицированного импульса Гурвича [25].

<sup>7</sup> При использовании биполярного дефибриллятора с максимальной энергией 360 Дж мы рекомендуем наносить первый разряд не менее 200 Дж (обычно это импульс трапецеидального вида).

*Протокол проведения БСЛР и дефибрилляции при ВОС (рекомендации 2010 г.) [15].* Если показана ДФ, то следует нанести одиночный разряд (лучше БПИ), затем сразу после него, не определяя ритм и пульс, возобновить КГК. При этом БСЛР (30 КГК и 2 искусственных вдоха) проводят в течение 2 мин; только после этого делают короткую паузу (оптимально <5 с) для оценки ритма (в последние годы появились первые модели ручного и автоматического дефибрилляторов, с помощью которых можно оценивать ритм на фоне КГК). Следует отметить, что при длительной ФЖ, если первый разряд оказался успешным, пульс сразу после него определяется редко. Поэтому прекращение массажа сердца для попытки определения пульса<sup>8</sup>, если не восстановлен гемодинамически эффективный ритм, будет только ухудшать коронарный кровоток и соответственно сократительную функцию миокарда. Если регистрируется ФЖ/ЖТбп, наносят второй разряд и сразу после него, не определяя ритм и пульс, продолжают непрерываемые КГК<sup>9</sup>.

Длительность БСЛР 2 мин, затем короткая пауза (оптимально <5 с) для контроля ритма. Если регистрируется ФЖ/ЖТбп, наносят третий разряд с быстрым продолжением СЛР в течение 2 мин. Сразу после возобновления КГК вводят 1 мг адреналина и затем 300 мг амиодарона<sup>10</sup>. Если после первых 3 разрядов не удалось восстановить спонтанное кровообращение, введение адреналина может улучшить кровоток в миокарде и увеличить вероятность успеха при нанесении четвертого разряда.

Время транспорта препарата к жизненно важным органам составляет 1,5—4 мин [36]. Если после 2 мин цикла СЛР регистрируется организованный ритм (регулярные узкие комплексы QRS), следует оценить пульс. Однако его определение, во время которого прекращаются КГК, не должно превышать 10 с. Любое сомнение в наличии пульса требует немедленного возобновления БСЛР. Использование метода капнографии может помочь определить наличие спонтанного кровообращения без прерывания КГК [15]. Адреналин повторно вводят примерно че-

<sup>8</sup>Установлено, что на определение центрального пульса в 50% случаев тратится более 24 с (оптимальное время 5—10 с).

<sup>9</sup>При развитии постдефибрилляционной асистолии массаж сердца часто переводит ее в ФЖ, которую легче устранить, чем асистию.

<sup>10</sup>Препараты необходимо вводить только на фоне КГК. Согласно рекомендациям [14], адреналин следовало вводить через 2 мин после второго одиночного разряда, т.е. перед нанесением третьего разряда. Анализ данных литературы [24] показал, что в случае применения амиодарона по сравнению с лидокаином увеличивается только ранняя выживаемость, т.е. число оживленных на догоспитальном этапе, доживших до поступления в больницу.

рез 3—5 мин. Во время подготовки к проведению ДФ не следует задерживать нанесение разряда для введения лекарственного препарата [14]. Дальнейший алгоритм ДФ и БСЛР аналогичен указанным выше последовательностям [15]. Проводить оживление следует до тех пор, пока регистрируется ФЖ/ЖТбп.

*Дефибриляция мелковолновой (<0,3 мВ) ФЖ.* При устранении мелковолновой ФЖ чаще всего она быстро рецидивирует или развивается асистолия, или гемодинамически неэффективный ритм. Поэтому, если не эффективен первый разряд, вместо нанесения второго разряда лучше продолжать БСЛР. При мелковолновой ФЖ особенно важно проводить высококачественный непрерываемый массаж сердца. При регистрации мелковолновой ФЖ нанесение повторных разрядов только увеличит повреждение миокарда в результате как прямого действия электрического тока, так и опосредованно вследствие вынужденных пауз в массаже сердца. Если мелковолновую ФЖ трудно дифференцировать от асистолии, ДФ проводить не следует. Вместо ДФ лучше продолжать СЛР [14].

*Стратегия проведения СЛР перед дефибрилляцией при длительной ВОС (время от момента ВОС до начала оживления превышает 4—5 мин).* В условиях стационара (длительность ВОС нередко больше 4 мин) рекомендуется сразу провести ДФ, поскольку отсутствуют клинические данные, подтверждающие явную пользу от проведения 2—3 мин БСЛР перед нанесением первого разряда [14, 15]. Вне стационара (длительность ВОС до появления ЭМС часто >8 мин) данная тактика оживления приводила к увеличению успеха оживления и выживаемости только в случае, если СЛР проводили опытные парамедики, которые быстро интубировали трахею и давали 100% кислород. В остальных исследованиях положительных результатов обнаружено не было. В связи с этим, как считают эксперты, каждый руководитель ЭМС должен сам решать, проводить ли на догоспитальном этапе «специальный период» СЛР перед нанесением первого разряда или нет, поскольку отсутствуют убедительные данные как за, так и против этой стратегии [14, 15].

*Госпитальная автоматическая наружная дефибриляция.* В последние 20 лет в экономически развитых странах Европы и Америки наряду с ручными дефибрилляторами используются АНД<sup>11</sup> [14, 15, 34]. Первоначально АНД применяли только во время реанимации на догоспитальном этапе обученные лица без медицинского образования. Однако в последние 10 лет АНД стали использовать в многопрофильных больницах. Это связано с тем, что среднее время задержки проведения обычной дефибрилляции реанимационной бригадой нередко составляет от 5 до 10 мин, особенно в отделениях, где отсутствует мониторинговое наблюдение за больными. Учитывая полученные результаты, эксперты Европейского Совета по оживлению стали рассматривать проведение госпитальной дефибрилляции реанимационной бригадой как стратегическую ошибку. Это объясняется тем, что во многих случаях

реанимационная бригада не может быстро прибыть к месту ВОС, которая произошла в многопрофильной больнице [14]. До настоящего времени проведено мало сравнительных исследований применения АНД и ручных дефибрилляторов в условиях больницы. Так, A. Zafari и соавт. [38] продемонстрировали большую выживаемость в случае, если ДФ проводили с помощью АНД по сравнению с использованием обычного (ручного) дефибриллятора. В другом аналогичном исследовании [16] эти различия отсутствовали. Исследование на манекенах показало, что использование АНД существенно повышало вероятность нанесения 3 разрядов, но увеличивало время до нанесения разряда при использовании АНД [15].

Согласно экспертному заключению [14], использование АНД в больницах следует рассматривать как способ ускорить проведение ранней дефибрилляции (цель: менее 3 мин с момента ВОС) в первую очередь в отделениях, где медработники не имеют навыков распознавания нарушенного ритма или там, где дефибрилляторы применяют редко. Для этого необходимо обучить БСЛР с применением АНД достаточное количество сотрудников больницы, для того чтобы первый разряд был нанесен в пределах первых 2—3 мин от момента ВОС [15]. По данным многоцентрового исследования [11], выживаемость больных, которым проводили дефибрилляцию в первые 2 мин ВОС, достигала 39,3%, а после 2—3 мин («задержанная» ДФ) — 22,2%. Задержанная ДФ была зарегистрирована в данном исследовании у 30% больных.

*Режимы работы АНД.* Большинство АНД можно использовать не только в полуавтоматическом, но и в обычном (ручном) режиме работы, однако исследований, сравнивающих эти режимы, мало. В отдельных публикациях показано, что полуавтоматический режим уменьшает время до нанесения первого разряда как в условиях стационара, так и на догоспитальном этапе; последнее приводило к большему успеху устранения ФЖ и нанесению меньшего количества разрядов. Однако перед нанесением разряда полуавтоматический режим требует более длительного прерывания КГК для автоматического анализа ритма (около 20 с и более). При использовании ручных дефибрилляторов и некоторых моделей АНД можно продолжать КГК во время заряда дефибриллятора. В этих случаях прерывание КГК перед нанесением разряда уменьшается до 5 с и менее<sup>12</sup>. Более короткая пауза перед разрядом и меньшая общая длительность периодов «прерванных компрессий» увеличивают время перфузии жизненно важных органов и вероятность восстановления спонтанного кровообращения. Обученные лица могут выполнять ДФ в ручном режиме, но для этого необходим опыт быстрого анализа электрокардиограммы [цит. по 15].

Самые важные изменения в Рекомендациях Европейского совета по оживлению 2010 г. [15]:

— подчеркивается принципиально важная роль непрерываемого массажа сердца. Значительно большее внимание уделяется минимизации прекращения КГК перед нанесением разряда и сразу после его воздействия;

<sup>11</sup>Более точно — полуавтоматический наружный дефибриллятор — аппарат, который проводит автоматический анализ ритма и набор дозы заряда; но нанесение разряда осуществляется ручным способом. Полный автоматический режим ДФ включает и автоматическое нанесение разряда; этот режим используется только в специализированных отделениях.

<sup>12</sup>По данным экспериментального исследования, оптимальное время прерывания КГК перед нанесением разряда не более 3 с [37]. Идеальная ситуация — нанесение разряда на фоне непрерываемого массажа сердца.

— впервые рекомендуется продолжать КГК во время заряда дефибрилятора;

— проведение ДФ (нанесение разряда) не должно прерывать КГК более чем на 5 с (даже 5–10-секундная пауза будет уменьшать шанс успеха наносимого разряда);

— при рефрактерной и быстро рецидивирующей ФЖ адреналин 1 мг вводится после третьего одиночного разряда сразу после возобновления КГК. Амиодарон 300 мг также вводится после третьего разряда;

— нанесение серийных разрядов (до 3 раз) рекомендуется только в случаях, когда ВОС произошла в присутствии врача и рядом с больным находится дефибрилятор;

— больше не подчеркивается роль прекардиального удара;

— в случае ВОС на догоспитальном этапе персонал ЭМС должен обеспечивать качественную реанимацию до момента доставки дефибрилятора и его подготовки к на-

несению разряда; однако применение в повседневной практике дополнительного 2–3-минутного периода СЛР перед анализом ритма и нанесением разряда больше не рекомендуется. Вместе с тем для некоторых медицинских служб, которые прибывают на место происшествия полностью обеспеченными оборудованием, было бы разумным проводить 2–3-минутный период СЛР, поскольку нет данных как за, так и против такой стратегии оживления.

Авторы рекомендаций предлагают при использовании дефибриляторов с ручными электродами для уменьшения сопротивления электрод–кожа применять прокладки, пропитанные гелем. Электродные пасты и гели без прокладок во время проведения массажа сердца могут растекаться между электродами дефибрилятора, создавая во время нанесения разряда потенциальный риск искрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Востриков В.А., Богошевич М.С., Михайлов И.В.* Влияние пиромекаина и новокаинамида на эффективность наружной дефибрилляции желудочков сердца. *Кардиология* 1999; 12: 40–45.
2. *Востриков В.А., Сыркин А.Л., Холин П.В., Разумов К.В.* Внутрибольничная дефибрилляция желудочков сердца: эффективность биполярного квазисинусоидального импульса. *Кардиология* 2003; 12: 51–59.
3. *Востриков В.А., Горбунов Б.Б., Мамкин К.А.* Анализ биполярного импульса дефибрилятора DEF IGARD 5000. В кн.: *Методы нелинейного анализа в кардиологии и онкологии.* Под ред. Р.З. Назирова. Из-во Университет книжный дом 2010; 55–72.
4. *Востриков В.А., Горбунов Б.Б., Гусев А.Н. и др.* Сравнение на высокоомных моделях экспериментальных животных эффективности биполярных импульсов дефибрилляции: трапецеидальных, прямолинейного и квазисинусоидального импульса Гурвича–Венина. *Мед техника* 2010; 6: 1–6.
5. *Востриков В.А., Горбунов Б.Б., Гусев А.Н. и др.* Дефибрилляция желудочков сердца: сравнительная эффективность биполярных квазисинусоидального и прямолинейного импульсов дефибрилляции на модели животных с высоким сопротивлением грудной клетки. *Кардиол и сердечно-сосуд хир* 2011; 3: 61–64.
6. *Востриков В.А.* Эффективность и безопасность электрической дефибрилляции желудочков сердца: эксперимент и клиника. *Общая реаниматол* 2012; 4: 79–87.
7. *Иванов Г.Г., Востриков В.А., Александрова М.Р. и др.* Эффективность электрической кардиоверсии пароксизмальной фибрилляции предсердий биполярным импульсом Multipulse biowave. Научно-практическая конференция «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы», 14-я: Труды. М 2012; 88.
8. 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science. Part 6: Electrical Therapies. *Circulation* 2010; 122: S706–S719.
9. *Atwood C., Eisenberg M.S., Herlitz J. et al.* Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* 2005; 67: 1: 75–80.
10. *Cammarata G., Weil M.H., Csapoczi P. et al.* Challenging the rationale of three sequential shocks for defibrillation. *Resuscitation* 2006; 69: 1: 23–27.
11. *Chan H.S., Krumholz H., Nichol G.* Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2008; 358: 1: 9–17.
12. *Cobb L., Fahrenbruch C., Olsufka M., Copass M.* Changing incidence of out of-hospital ventricular fibrillation, 1980–2000. *JAMA* 2002; 288: 3008–3013.
13. *Didon J., Fontaine G., White R. et al.* Clinical experience with a low-energy pulsed biphasic waveform in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2008; 76: 350–353.
14. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005. *Resuscitation*. 2005; 67 Suppl 1: S7–S86.
15. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010. Section 1. Executive summary. *Resuscitation* 2010; 81: 10: 1219–1276.
16. *Forcina M.S., Farhat A.Y., O'Neil W.W., Haines D.E.* Cardiac arrest survival after implementation of automated external defibrillator technology in the in-hospital setting. *Crit Care Med* 2009; 37: 1229–1236.
17. *Hess E., Agarwal D., Myers L. et al.* Performance of a rectilinear biphasic waveform in defibrillation of presenting and recurrent ventricular fibrillation: A prospective multicenter study. *Resuscitation* 2011; 82: 685–689.
18. *Israel C., Hohnloser S.* Automated external defibrillation in emergency medical systems: what has been achieved and where to go? *Eur Heart J* 2006; 27: 5: 508–509.
19. *Levi F., Lucchini F., Negri E. et al.* Trends in mortality from cardiovascular and cerebrovascular diseases in Europe and other areas of the world. *Heart* 2002; 88: 2: 119–124.
20. *Lloyd-Jones D., Adams R., Brown T.* American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2010; 121: e46–e215.
21. *Meaney P., Nadkarni V., Kern K. et al.* Rhythms and outcomes of adult in-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2010; 38: 101–108.
22. *Murray C., Lopez A.* Mortality by cause for eight regions of the world: global burden of disease study. *Lancet* 1997; 349: 1269–1276.
23. *Nichol G., Thomas E., Callaway C. et al.* Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome. *JAMA* 2008; 300: 1423–1431.
24. *Ong M., Pellis T., Link M.* The use of antiarrhythmic drugs for adult cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2011; 82: 6: 665–670.

25. *Qu F, Nikolski V, Wollenzler B, Efimov I.* Comparison of three biphasic waveforms: Gurvich waveform is more efficient. Proceeding of the Second Joint EMBS/BMES Conference. Houston (TX, USA) 2002; 1439–1440.
26. *Rea T, Helbock M, Perry S et al.* Increasing Use of Cardiopulmonary Resuscitation During Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation Arrest. Survival Implications of Guideline Changes. *Circulation* 2006; 114: 2760–2765.
27. *Sandroni C, Nolan J, Nolan J et al.* In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Int Care Med* 2007; 33: 2: 237–245.
28. *Sans S, Kesteloot H, Kromhout D.* The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task force of the European Society of Cardiology on cardiovascular mortality and morbidity statistics in Europe. *Eur Heart J* 1997; 18: 1231–1248.
29. *Schneider T, Martens P, Paschen H.* Multicenter, Randomized, Controlled Trial of 150-J Biphasic Shocks Compared With 200- to 360-J Monophasic Shocks in the Resuscitation of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Victims. *Circulation* 2000; 102: 1780–1787.
30. *Steen S, Liao Q, Pierre L et al.* The critical importance of minimal delay chest compressions and subsequent defibrillation: hemodynamic explanation. *Resuscitation* 2003; 58: 3: 249–258.
31. *Sullivan J, Melnicka S, Chapman F, Walcott G.* Porcine defibrillation thresholds with chopped biphasic truncated exponential waveforms. *Resuscitation* 2007; 74: 325–331.
32. *Valenzuela T, Roe D, Nichol G et al.* Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000; 343: 1206–1209.
33. *Weisfeldt M, Becker L.* Resuscitation after cardiac arrest. A 3-phase time-sensitive model. *JAMA* 2002; 288: 23: 3035–3038.
34. *Weisfeldt M, Sittani C, Ornato J et al.* Survival after application of automatic external defibrillators before arrival of the emergency medical system: evaluation in the resuscitation outcomes consortium population of 21 million. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55: 1713–1720.
35. *Weisfeldt M, Everson-Stewart S.* Ventricular tachyarrhythmia's after cardiac arrest in public versus at home. *N Engl J Med* 2011; 27: 364: 4: 313–321.
36. *Wik L.* Rediscovering the importance of chest compressions to improve the outcome from cardiac arrest. *Resuscitation* 2003; 58: 3: 267–269.
37. *Yu T, Weil M.H., Tang W et al.* Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 2002; 106: 3: 368–372.
38. *Zafari A, Zarter S, Heggen V et al.* A program encouraging early defibrillation results in improved in-hospital resuscitation efficacy. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 846–852.
39. *Zheng Z, Croft J, Giles W, Mensah G.* Sudden cardiac death in the United States, 1989 to 1998. *Circulation* 2001; 104: 2158–2163.

Поступила 25.10.12