

Дефибрилляторы: отечественная история и приоритеты

Венин И.В., Редько А.И., Сериков С.В., Берсенев В.Я

Резюме. В статье изложены вопросы приоритетов становления и развития методов дефибрилляции и электроимпульсной терапии, а также совершенствования дефибрилляторов.

Ключевые слова: дефибрилляция, кардиоверсия, дефибрилляторы, форма импульса.

«Разработка и производство дефибрилляторов – это специализированная сфера деятельности, имеющая определенные сложности. Надо сказать, что этим направлением пытались заниматься много компаний, но только единицы достигли успеха. Дефибриллятор – высокотехнологичная сильнооточная техника, и прежде, чем получить достойный результат, надо приложить немало усилий и терпения. В оборудовании этого класса много технических проблем, и далеко не все компании обладают необходимым потенциалом для их решения» [1].

Приведенная цитата из интервью зам. генерального директора по науке и инновациям Зеленоградского инновационно-технологического центра медицинской техники А.Н. Гусева как нельзя лучше характеризует проблемы организаций, которые занимаются разработкой и производством дефибрилляторов. К сказанному А.Н. Гусевым добавим: важна преемственность разработок и обеспечение сменяемости моделей, а также постоянная связь с клиниками для проведения подконтрольной эксплуатации новых моделей, сбора и анализа результатов применения дефибрилляторов.

В лекции о новых рекомендациях Европейского Совета по реанимации (2010) [3] член-корр. НАН и АМН Украины, проф. Л.В. Усенко отметил: «В области научных исследований электрической дефибрилляции ученые из России и Украины (тогда еще СССР) имеют бесспорный приоритет в мире (кстати, один из немногих в медицине)». В своем исследовании развития теории дефибрилляции и совершенствования дефибрилляторов, опубликованном в 2009 г., проф. I. Casulev с соавт. (Университетский госпитальный центр в Кливленде, США) [2], высказали недоумение и сожаление по поводу того, что на Западе почти ничего не было известно о том, сколько плодотворной работы было проведено за «железным занавесом».

Не претендуя на подробный обзор истории исследований по проблеме дефибрилляции сердца и создания дефибрилляторов (этим вопросам посвящен ряд публикаций [2, 4–6] и др.), обратим внимание на основные приоритеты в исследованиях электрофизиологического феномена дефибрилляции сердца и создания дефибрилляторов в мире, СССР и Украине.

В 1899 г. проф. J.L. Prevost и F. Battelli сообщили, что в ходе изучения поражающего действия на сердце электрического тока они останавливали фибрилляцию сердца, воздействуя на него переменным током или разрядом высоковольтного конденсатора – «Лейденской банки» (емкость 1,74 мФ, напряжение до 20 кВ) [2, 7].

Спустя тридцать лет публикация J.L. Prevost и F. Battelli положила начало двум принципиально разным направлениям электрофизиологических исследований, в результате которых были созданы дефибрилляторы, взятые за основу исследователями Запада и стран за «железным занавесом».

Так, исследователи в США и странах Европы изучали феномен электрической дефибрилляции сердца посредством переменного тока. В итоге в США был создан дефибриллятор переменного тока Alternating Current (AC) и уже в 1947 г. Claude Beck впервые в истории медицины устранил фибрилляцию желудочков сердца у человека [2, 7]. С той поры дефибрилляторы AC производились рядом фирм и применялись хирургами в клиниках США и Европы для прекращения фибрилляции желудочков вплоть до 1962 г. Однако все попытки устранить фибрилляцию и трепетание предсердий были малоэффективны, нередко приводили к фибрилляции желудочков, и к концу 50-х годов прошлого столетия ученые в США и Европе осознали, что это направление развития оказалось тупиковым.

В 1937 г. за пресловутым «железным занавесом» акад. Л.С. Штерн предложила Н.Л. Гурвичу исследовать второе направление J.L. Prevost и F. Battelli – дефибрилляцию сердца конденсаторными разрядами [8]. Через два года Н.Л. Гурвич и Г.С. Юньев опубликовали первые результаты экспериментов по дефибрилляции сердца разрядом конденсатора [9], а в 1947 г. на VII Всесоюзном съезде физиологов, биохимиков и фармакологов сообщили о применении для дефибрилляции сердца разряда конденсатора, впервые модифицированного включением катушки индуктивности в цепь [10].

Именно это сообщение, мало кем тогда оцененное по достоинству, положило начало более чем сорокалетнему периоду исследований разных авторов, по определению оптимальных для дефибрилляции параметров импульса, получаемого при разряде конденсатора через катушку индуктивности, и разработке на базе этих исследований новых моделей дефибрилляторов. Результаты экспериментов и идеи Н.Л. Гурвича были реализованы при создании первого в мире импульсного дефибриллятора ИД-1-ВЭИ [11], производство которого было начато в 1952 г., то есть на 10 лет раньше, чем в США. С 1952 г. дефибриллятор ИД-1-ВЭИ с успехом применялся для прекращения фибрилляции желудочков сердца в советских хирургических операционных клиниках. Его производство первоначально было освоено специалистами Опытного завода Всесоюзного энергетического института (ВЭИ им. В.И. Ленина).

В 1956 г., исходя из общности природы фибрилляции желудочков и предсердий, Б.М. Цукерман и Н.Л. Гурвич впервые в ходе эксперимента устранили искусственно вызванную мерцательную аритмию разрядом дефибриллятора ИД-1-ВЭИ [12].

В Институте хирургии им. А.В. Вишневского (Москва) 19 февраля 1959 г. впервые в истории медицины, на три года раньше, чем в США, была устранена у больной мерцательная аритмия с помощью разряда дефибриллятора ИД-1-ВЭИ [13]. Методика прекращения фибрилляции и трепетания предсердий была названа авторами электроимпульсной терапией (ЭИТ).

В 1957 г. вышла в свет первая монография Н.Л. Гурвича [7], в которой рассматривалась природа фибрилляции сердца, предлагалась теория его дефибрилляции, приведены результаты экспериментальных исследований по оптимизации параметров импульса конденсаторного разряда. Особое внимание уделялось роли второй фазы дефибриллирующего импульса.

В 1962 г., через десять лет после того, как началось производство импульсного дефибриллятора ИД-1-ВЭИ, американский инженер American Optical Corporation B.V. Berkovits, знакомый с работами Н.Л. Гурвича, создал первый в США импульсный дефибриллятор и назвал его дефибриллятором постоянного тока – Direct Current (DC) [2]. Исследования доктора B. Lown (с 1962) привели к широкому распространению DC-дефибрилляторов в США и Европе, где долгое время мировой приоритет в

создании дефибрилляторов DC и методики электроимпульсной терапии (ЭИТ или кардиоверсии) хронических нарушений ритма сердца приписывался В. Ловн. Но, по свидетельству последнего, в 1959 г. (через семь лет после начала производства DC-дефибриллятора в СССР) он еще ничего не знал даже о дефибрилляторах переменного тока [2].

Несколько подробнее следует рассмотреть дефибрилляцию сердца разрядом конденсатора и приоритет в создании импульсных дефибрилляторов.

В 2012 г. в истории создания импульсных дефибрилляторов отмечалось два юбилея. Первый – 60 лет тому назад (1962) в СССР началось производство первого в мире серийного импульсного дефибриллятора (ИД-1-ВЭИ) с монополярным (МП) импульсом, который был предложен Н.Л. Гурвичем и соавт. на опытном заводе Всесоюзного электротехнического института им. В.И. Ленина (ВЭИ). Второй – 40 лет тому назад (1972) в СССР на Львовском заводе радиоэлектронной медицинской аппаратуры (ЛЗ РЭМА) было запущено серийное производство первых в мире дефибрилляторов с биполярной (БП) формой импульса ДИ-03 и ДКИ-01. Оба аппарата разрабатывались во Всесоюзном научно-исследовательском и конструкторском институте радиоэлектронной медицинской аппаратуры (ВНИКИ РЭМА) под руководством И.В. Венина. Замечим, что установочная партия дефибрилляторов ДИ-03 была выпущена ЛЗ РЭМА и поступила в клиники несколько раньше – в 1970 г.

Правда, справедливости ради следует упомянуть о третьем юбилее 2012 г., а именно: в 2002 г. в Украине, в Нежине, на базе НПП «Метекол» началось серийное производство первого в мире токового дефибриллятора с биполярным (бифазным) импульсом, обеспечивающего возможность выбора дозы дефибриллирующего воздействия в значении тока в амперах, – дефибриллятора-монитора ДКИ-Н-15 Ст БИФАЗИК+, соответствующего технологии Current-Based Defibrillation [14]. Этот аппарат разработан НПП «Метекол» с группой львовских инженеров (И.В. Венин, А.И. Редько и С.В. Сериков).

С 1962 г. в США и Европе было известно несколько модификаций параметров импульсов дефибрилляторов DC, названных именами их исследователей: Lown, Edmark, Pentridge. Все эти импульсы формировались при разряде конденсатора через катушку индуктивности (принцип, впервые предложенный Н.Л. Гурвичем). Различие состояло в емкости конденсатора, напряжении его заряда и индуктивности катушки.

С 1959 г. началось все более широкое применение дефибрилляторов ИД-1-ВЭИ для ЭИТ в СССР. Производственные возможности Опытного завода ВЭИ уже не могли удовлетворить растущие потребности в импульсных дефибрилляторах, и в 1962 г. производство дефибрилляторов было передано на ЛЗ РЭМА. С той поры и до 2000-х гг. монополярным производителем дефибрилляторов в СССР стал Львовский завод РЭМА, силами своего КБ модернизировавший дефибриллятор ИД-1-ВЭИ.

Основные параметры дефибриллятора ИД-1-ВЭИ:

- максимальное напряжение заряда конденсатора – 6 кВ;
- габаритные размеры аппарата – 510х330х320 мм;
- вес – 30 кг.

Дозирование дефибриллирующего воздействия – в напряжении заряда конденсатора.

Столь внушительные габариты и вес дефибриллятора не остановили энтузиастов Киевской скорой помощи (Д.Б. Зильберман с сотр.), которые первыми в мире оснастили дефибрилляторами ИД-1-ВЭИ специализированные кардиологические бригады (1964). Больным инфарктом миокарда, осложненным нарушением сердечного ритма, проводилась ЭИТ прямо у постели, после чего проводилась транспортировка и госпи-

тализация [15]. Заметим, что в США и Европе первая попытка установить дефибриллятор в машину скорой помощи относятся к 1966 г., когда J. Frank Pantridge и John Geddes (Королевский викторианский госпиталь, Белфаст, Великобритания) создали первое мобильное кардиологическое отделение [2, 16]. Если дефибриллятор ИД-1-ВЭИ весил 30 кг и его все же можно было доставить (и доставляли!) к больному, то дефибриллятор, установленный в автомобиле мобильного кардиологического отделения в Белфасте, с преобразователем электропитания весил 70 кг [2], и, соответственно, больного нужно было транспортировать в автомобиль.

Нельзя не отметить высокую клиническую эффективность применения ЭИТ в условиях Киевской скорой помощи. Так, в 1964–1969 гг. при пароксизмальной тахикардии ЭИТ 115 больных была эффективна в 91,3 % случаев, а при мерцательной аритмии 96 больных – в 88,5 % [15]. Такая эффективность вполне соответствует современным сообщениям при использовании лучших моделей дефибрилляторов.

В декабре 1965 г. во Львове было создано Головное специальное конструкторско-технологическое бюро электронной медицинской аппаратуры — ГСКТБ ЭМА. В относительно короткий срок была разработана первая в Украине новая модель дефибриллятора – ИД-66, заменившая с 1968 г. дефибриллятор ИД-1-ВЭИ в серийном производстве на ЛЗ РЭМА [17]. Вес был снижен до 22 кг, габаритные размеры – до 215х410х320 против 510х330х320 ИД-1-ВЭИ. Ручка позволяла переносить его двоим или одному человеку. При разработке дефибриллятора ИД-66 в качестве медицинских соисполнителей принимали участие Н.А. Гурвич и Б.М. Цукерман.

Форма импульса дефибриллятора ИД-66 лишь незначительно отличалась от формы импульса дефибриллятора ИД-1-ВЭИ. Дозирование воздействия было сохранено в напряжении заряда конденсатора – до 7 кВ. Курьезное первенство: в дефибрилляторе ИД-66 накопленная в конденсаторе энергия превышала 600 Дж, а в нагрузку 100 Ом отдавалось до 490 Дж, то есть на 36 % больше, чем у любой модели в США и Европе. К началу 1970 г. Львовский завод производил 1000 дефибрилляторов ИД-66 в год.

В 1967–1969 гг. Львовским ГСКТБ ЭМА были разработаны две новые модели дефибрилляторов – ДИ-03 и ДКИ-01. Первоначально медико-технические требования предполагали разработку дефибрилляторов с монополярным (однофазным) импульсом, который отличался от импульса Гурвича в дефибрилляторе ИД-1-ВЭИ, и близким к параметрам импульса B. Lown. В процессе разработки дефибрилляторов ДИ-03 и ДКИ-01 в 1968 г. была найдена простая схема, обеспечившая возможность формировать дефибриллирующий биполярный импульс с любым заданным соотношением амплитуд тока второй и первой фаз (полуволн) [18]. Именно это изобретение обеспечило возможность разработки, а с 1970 г. – серийного производства Львовским заводом РЭМА первых в мире дефибрилляторов с биполярным асимметричным квазисинусоидальным импульсом ДИ-03 и ДКИ-01.

В 1970 г. Львовское СКТБ ЭМА было реорганизовано во Всесоюзный научно-исследовательский институт радиоэлектронной медицинской аппаратуры (ВНИКИ РЭМА). С 1972-го по 1997 г. было разработано и передано для серийного производства на ЛЗ РЭМА еще одиннадцать новых моделей дефибрилляторов и дефибрилляторов-мониторов [4]. При разработке моделей ДКИ-Н-01, ДКИ-Н-03 (совместно с концерном KONE, Финляндия), а также ДИ-С-04, ДКИ-Н-02, ДЕФИНР-01, ДКИ-С-05 и ДКИ-Н-06 принимались меры, позволяющие снизить вес, уменьшить габариты, повысить надежность, обеспечить автономное питание, возможность контроля ЭКГ пациента и кардиосинхронизации дефибрилли-

рующего воздействия. При разработке дефибриллятора ДКИ-Н-02 были достигнуты минимальные габариты и вес (8 кг) для дефибрилляторов с биполярным импульсом на базе разрядного контура с индуктивностями. В аппарате ДЕФИНАР-01 был реализован ряд патентов, полученных ВНИКИ РЭМА на аппарат для кратковременной (0,35 с) электроанестезии при ЭИТ посредством интерферирующих синусоидальных токов частотой 4,5 и 5 кГц и дефибриллятор, объединенный с аппаратом для кратковременной электроанестезии системой автоматического контроля, управления и блокировок. Дефибриллятор ДЕФИНАР-01 производился ЛЗ РЭМА с 1986 г. до середины 90-х годов прошлого столетия.

Из 14 дефибрилляторов, разработанных во Львове с 1966-го по 1987 г., наиболее удачными можно считать следующие. Во-первых, ДИ-03, чье серийное производство продолжалось в 1970–1982 гг. Интересно отметить, что и через 30 лет (!) после прекращения производства дефибриллятор ДИ-03 можно встретить в ряде ведущих клиник Украины и РФ, где он продолжает успешно работать, при наличии в этих клиниках современных моделей дефибрилляторов. Этот феномен можно объяснить только высокой клинической эффективностью и надежностью в эксплуатации. Во-вторых, ДКИ-Н-02, серийное производство которого начато в 1981 г. и не прекращается на ЛЗ РЭМА до настоящего времени.

Разработка токовых дефибрилляторов (Current-Based Defibrillation)

В 1991–1992 гг. во ВНИКИ РЭМА был разработан первый дефибриллятор, обеспечивающий возможность дозирования дефибриллирующего воздействия в значении тока в амперах, – дефибриллятор ДКИ-А-01. В основу разработки были положены:

- опыт экспериментальных электрофизиологических исследований, проводимых совместно с НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского;
- анализ массива результатов измерений фактических значений параметров разряда (энергии воздействия, тока через электроды и др.), полученных в ряде клиник Украины и РФ;
- анализ первых публикаций о целесообразности при дефибрилляции дозирования в значении тока (а не энергии) [19].

С 1992-го по 1997 г. было разработано еще три модели токовых дефибрилляторов и дефибрилляторов-мониторов ДКИ-Н-08, ДЕФИНАР-КАР-ДИО и ДКИ-Н-09. Опытно-конструкторские разработки были выполнены в полном объеме, утвержденная конструкторская документация была передана на ЛЗ РЭМА для серийного производства. Однако ухудшающаяся экономическая ситуация на ЛЗ РЭМА не позволила подготовить и начать производство.

Необходимо отметить, что начиная с разработки первых дефибрилляторов с биполярным квазисинусоидальным импульсом (ДИ-03 и ДКИ-01, Львов, ВНИКИ РЭМА 1967–1969) все последующие одиннадцать моделей дефибрилляторов формировали только биполярные импульсы. Отдаваемая в нагрузку (в «цепь пациента») энергия не превышала 190–200 Дж, и, что не менее важно, амплитуда тока в нагрузке 100 Ом была не меньше 25 А. Основным недостатком дефибрилляторов, разработанных ВНИКИ РЭМА во Львове, был их относительно большой вес, на 3–4 кг больший веса дефибрилляторов западных фирм с монополярным импульсом. В 2001 г. [6] это была цена, которую клиницисты СССР платили за высокую эффективность и безопасность ЭИТ и дефибрилляции.

В 1997 г. в связи с сокращением численности ВНИКИ РЭМА и ликвидации ряда научно-исследовательских отделов сформировался коллектив Львовских инженеров, взявшийся в 1999 г. за разработку совместно с НПП «Метекол» (г. Нежин) новой модели дефибриллятора. В основу была

положена задача стабилизации в диапазоне сопротивлений нагрузки параметров, определяющих эффективность и безопасность дефибрилирующего биполярного трапецеидального импульса (тока, соотношения амплитуд тока второй и первой фаз и длительности фаз). Совместными усилиями был разработан и в 2002 г. запущен в серийное производство НПП «Метекол», в Украине, впервые в мире токовый (Current-Based Defibrillation) дефибрилятор-монитор ДКИ-Н-15 Ст БИФАЗИК+. Был применен принцип формирования биполярного трапецеидального импульса (без использования катушек индуктивности) и программно-цифрового управления параметрами разрядного контура в сочетании с высоким напряжением заряда конденсатора (до 2800 В), что обеспечило возможность реализовать основной принцип токового (Current-Based) дефибрилятора – автоматическое поддержание при разряде выбранного значения тока в амперах в диапазоне сопротивлений нагрузки от 25 до 100 Ом. При этом вес дефибрилятора-монитора с универсальным питанием составил всего 5,5 кг. А в течение 2003-2013 гг. НПП «Метекол» было выпущено и поставлено в различные медучреждения Украины и России около 1000 аппаратов, обладающих высокой терапевтической эффективностью и надежностью.

В заключение приведем цитату [3] член-корр. НАН и АМН Украины, проф. Л.В. Усенко: «Наш отечественный дефибрилятор ДКИ-Н15 Ст БИФАЗИК+, выпускаемый НПП «Метекол» (г. Нежин), может конкурировать с дефибрилляторами лучших мировых производителей (таких как Zoll и Medtronic)...». В настоящее время НПП «Метекол» располагает высоким потенциалом для проведения опытно-конструкторских работ по созданию новых моделей дефибрилляторов и производственной базой, способной обеспечить потребности Украинского здравоохранения в дефибрилляторах. Предприятие ведет разработку нового модельного ряда дефибрилляторов и дефибрилляторов-мониторов, которые могут удовлетворить потребности всех звеньев отечественной медицины. Однако отсутствие государственной поддержки, как в создании новых моделей, так и при централизованных закупках аппаратуры МОЗ Украины отрицательно сказывается на интенсивности этой работы.

Defibrillators: domestic history and priorities

Venin I.V., Redko A.I., Serikov S.V., Bersenev V.Y.

Summary. The article outlines the priority issues of formation and development of defibrillation methods and electrical cardioversion, as well as ways of defibrillators improvement.

Keywords: defibrillation, electrical cardioversion, defibrillators, pulse shape.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марголина Е. Зеленоградский инновационно-технологический центр медицинской техники. Бизнес столицы. Тематический номер «Медицина», 2012. — С. 25—27.
http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Biznes_stolicih-Medicina,2012,25-27.pdf
2. Caculev, Efimov I.R., Valdo A.I. Historical Perspectives in Cardiology. Cardioversion Past, Present, and Future. Circulation, 2009; 120: 1623—1632.
<http://circ.ahajournals.org/content/120/16/1623.full>.
3. Усенко Л.В., Царев А.В. Кобелянский Ю.Ю. Сердечно-легочная и церебральная реанимация: новые рекомендации Европейского Совета по реанимации 2010 г. Медицина неотложных состояний. — № 3 (33), 2011
[http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Medicina_neotlozhnyh_sostoyanij,2011, 3 \(34\), 44—51.pdf](http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Medicina_neotlozhnyh_sostoyanij,2011, 3 (34), 44—51.pdf)

4. Венин И.В., Востриков В.А., Горбунов Б.Б., Селищев С.В. История дефибрилляции в СССР, России и Украине: техника на службе медицины / Архив истории дефибрилляции в СССР, России и Украине. Редакция 2013.07.31. <http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/rusdefihist.pdf>
5. Востриков В.А., Горбунов Б.Б. Отечественная история дефибрилляции сердца. Общая реаниматология. — 2012. — Т.5. — № 3. — С. 86—89.
6. Венин И.В. История создания отечественных дефибрилляторов. Труды филиала НИИ общей реаниматологии РАМН в Новокузнецке. — 2001. — Т. II. — С. 17—27. http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Trudy_filiala_NII_obwej_reanimatologii_RAMN_v_Novokuznecke,II,2001,17-27.pdf
7. Гурвич Н.Л. Фибрилляция и дефибрилляция сердца. — М, Медгиз, 1957. http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Gurvich_N.L._Fibrillyaciya_i_defibrillyaciya_serdc,М,Medgiz,1957.pdf
8. Неговский В.А., Богушевич М.С. Н.Л.Гурвич – основоположник теории фибрилляции и дефибрилляции сердца / Труды филиала НИИ общей реаниматологии РАМН в Новокузнецке. — 2001. — Т. II. — С. 3—16. http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Trudy_filiala_NII_obwej_reanimatologii_RAMN_v_Novokuznecke,II,2001,3-16.pdf
9. Гурвич Н.Л., Юньев Г.С. О восстановлении нормальной деятельности фибриллирующего сердца тепловых посредством конденсаторного разряда // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 1939. — Т. 8. — № 1. — С. 55—58.
10. Гурвич Н.Л., Юньев Г.С. О восстановлении нормальной деятельности фибриллирующего сердца тепловых посредством конденсаторного разряда // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 1939. — Т. VIII. — № 1. — С. 55—58.
10. ГУРВИЧ Н.Л. О Применении конденсаторных разрядов для восстановления нормальной деятельности фибриллирующего сердца // VII Всесоюзный съезд физиологов, биохимиков, фармакологов: Доклады. / Под ред. М.П. Николаева и др. — Москва: Медгиз, 1947. — С. 521—524. http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/VII_Vsesoyuznihj_sjhezdz_fiziologov,_biokhimikov,_farmakologov,М,1947,521-524.pdf
11. Акопян А.А., Гурвич Н.Л., Жуков И.А., Неговский В.А. О возможности оживления организма при фибрилляции сердца воздействием импульсного тока. — Электричество, 1954. — № 10. — С. 43—49. <http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/E'lektrichestvo,1954,10,43-49.pdf>
12. Цукерман Б.М., Гурвич Н.Л. Устранение экспериментально вызванной мерцательной аритмии электрической дефибрилляцией предсердий. — Экспериментальная хирургия, 1956. — № 3. — С. 38—44. http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/E'ksperimental'naya_xirurgiya,1956,3,38-44.pdf
13. Вишневский А.А., Цукерман Б.М., Смеловский С.И. Устранение мерцательной аритмии методом электрической дефибрилляции предсердий. — Клиническая медицина, 1959. — Т. XXXVII. — № 8. — С. 26—29. http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Klinicheskaya_medicina,1959,8,26-29.pdf
14. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 5: Electrical Therapies. Current-Based Defibrillation. http://circ.ahajournals.org/content/112/24_suppl/IV-35.full
15. Зильберман Д.Б., Тайх Я.И., Каминский В.Г., Чечик Э.А., Каменецкая Я.И., Яновский А.Д., Козлова Л.Л., Матушенко Е.А., Кравцов В.Л., Шлаен Л.М. Эффективность электроимпульсной терапии при лечении нарушений ритма с угрожающими терминальными состояниями. (По материалам кардиологических бригад скорой помощи). — Кардиология, 1969. — Т. 9. — № 7. — С. 57—61. <http://www.bms.miet.ru/russdefihist/download/Kardiologiya,1969,IX,7,57-61.pdf>
16. Pantridge J.F., Geddes J.S. Cardiac arrest after myocardial infarction. Lancet. — 1966. — 1 : 807—808.
17. Венин И.В., Олифер Б.М., Пасичник Т.В., Шерман А.М. Импульсный дефибриллятор. — Медицинская техника. 1969. — № 1. С. 58—59.
18. Венин И.В., Гурвич Н.Л., Олифер Б.М., Пасичник Т.В., Савельев В.И., Сидоров В.Н., Цукерман Б.М., Шерман А.М. Дефибриллятор. А.с. СССР № 258526. — 1968.
19. Relationship between canine transthoracic impedance and defibrillation threshold. Evidence for current-based defibrillation. B. V. Lerman, H. R. Halperin, J. E. Tsitlik, K. Brin, C. W. Clark, and O.C.Deale J Clin Invest. 1987 September; 80(3): 797—803. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC442305/>