

СПОСОБ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ДЕФИБРИЛЛИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕРДЦЕ

Венин Игорь Викторович, Садыков Геннадий Салимович,
Смердов Андрей Андреевич, Табак Виктор Яковлевич

Изобретение относится к области медицины, а именно к способам электроимпульсного дефибриллирующего воздействия на сердце при лечении острых и хронических нарушений сердечного ритма.

Известны способы дефибриллирующего электрического воздействия на сердце, основанные на пропускании через сердце мощных одиночных импульсов тока различной формы: синусоидальных затухающих или апериодических разрядов конденсаторов через катушку индуктивности /1, стр.93, II9/ прямоугольных /2, стр.272-274/, трапецидальных /3, стр.288/ и импульсов в виде одного периода или полупериода синусоиды /4, стр.286-292/. В настоящее время для клинических целей используются преимущественно синусоидальные затухающие или апериодические разряды конденсаторов через катушку индуктивности.

Известны также способы дефибрилляции сердца последовательно двумя импульсами трапецидальной или прямоугольной формы, разделенных интервалом времени порядка 100 мс и более /15, стр.6, стр.17; 6 / и способ дефибрилляции сердца пространственным вращением вектора плотности тока в области сердца 17/.

Общим признаком описанных способов дефибриллирующего воздействия на сердце является равенство продолжительности ~~приложенных~~ одиночных импульсов, ~~или каждого импульса в последовательности из двух,~~ полезному времени возбуждения сердца, которое находится в пределах 4-12 мс /1, стр.218/.

Недостатком известных способов электроимпульсного дефибрилирующего воздействия является выделение значительной энергии на переходах "электрод - дефибриллятор - биологическая ткань". Вследствие этого появляются ожоги под электродами и значительные болевые ощущения.

Болевые ощущения под электродами уменьшаются при увеличении частоты или соответственно уменьшении длительности импульсов тока, проходящего через электроды и ткань.

Известно /8/, что при частотах порядка, несколько килогерц /звуковые частоты/, пороговые значения токов, вызывающих болевые ощущения выше пороговых значений токов, возбуждающих ткань. При более низких частотах - единицы и сотни Герц - пороговые значения токов, вызывающих болевые ощущения, находятся ниже пороговых возбуждающих токов.

На этих закономерностях основан принцип снижения болевых ощущений под электродами, реализованный в методиках физиотерапии и электронаркоза интерференц-токами и синусоидальными модулированными токами звуковых частот /9/.

Ближайшим прототипом предполагаемого изобретения является способ дефибрилляции сердца одиночным импульсом тока, продолжительность которого значительно меньше, ^{810-100 мс} полезного времени возбуждения сердца ~~в 10-100 раз~~ /2, стр.272, рис.23-2 и 23-3/.

Прямоугольный импульс длительность которого была равна полезному времени возбуждения сердца 4-12 мс при амплитуде тока в 10 А обеспечивал дефибрилляцию сердца в 90% случаев. Уменьшение продолжительности импульса до 160 мкс требовало для дефибрилляции в 80% случаев увеличения амплитуды тока до 100 А. При

Одновременно уменьшаются
и болевые ощущения
и время возбуждения
сердца
до 10 мс

длительности от 40 до 80 мкс импульс амплитудой в 100 А был эффективен лишь в 10% случаев. При этом снижение эффективности импульса сопровождалось ростом его повреждающего действия на сердце. Таким образом дефибрилляция сердца одиночным импульсом, длительность которого в 10-100 раз меньше полезного времени возбуждения сердца, даже при больших амплитудах тока малоэффективна и такое воздействие может повредить сердце.

Целью изобретения является повышение эффективности и безопасности дефибрилляции сердца импульсным электрическим током при длительности импульса в 10-100 раз меньшей полезного времени возбуждения сердца.

Поставленная цель достигается путем пропускания через сердце последовательности импульсов, длительность каждого из которых существенно меньше полезного времени, а суммарная продолжительность последовательности равна полезному времени возбуждения сердца. Применение последовательности импульсов обеспечивает снижение амплитуды тока, требуемого для дефибрилляции, по сравнению с описанным прототипом. Уменьшение длительности импульсов в последовательности способствует снижению болевых ощущений по сравнению с известными способами дефибрилляции сердца импульсами тока, длительность которых равна полезному времени возбуждения сердца.

Поскольку в литературе отсутствуют данные о возможности дефибрилляции сердца последовательностью импульсов, длительность которых меньше полезного времени возбуждения сердца, нами приведено испытание предлагаемого способа в экспериментах на животных (протокол прилагается).

Результаты испытания подтвердили возможность дефибрилляции сердца по предлагаемому способу. При этом установлено, что при частоте следования импульсов в последовательности, большей 1 кГц, требуемые для дефибрилляции амплитуды импульсов близки к пороговой амплитуде тока при дефибрилляции одиночным непрерывным импульсом, длительность которого равна полезному времени возбуждения сердца. Уменьшение частоты следования импульсов ниже 1 кГц ведет к росту амплитуды тока и не удовлетворяет поставленной цели.

Выбор минимальной частоты следования импульсов в последовательности, равной 1 кГц, хорошо согласуется с данными Г.С.Солодовникова /10, стр.14/, установленного, что кривые зависимости мощности переменного тока, вызывающего судорогу, от частоты имеют перелом на частоте порядка 1 кГц, после которого растет допустимая мощность воздействующего тока.

Учитывая по данным /2, стр.272, рис. 23-3/, что одиночный импульс, длительность которого меньше 40 мкс, не эффективен при дефибрилляции сердца, верхним пределом частоты следования импульсов в последовательности является частота 25 кГц (соответствующая длительность импульсов 40 мкс).

Предлагаемый способ дефибриллирующего воздействия заключается в следующем. На поверхность сердца или грудной клетки большого накладываемая пара электродов, через которую пропускают последовательность импульсов тока, следующих с частотой в пределах от 1 кГц до 25 кГц. Продолжительность последовательности импульсов устанавливается в пределах полезного времени возбуждения сердца, равного 4-12 мс.

Существенным полезным эффектом предлагаемого способа дефибрилляции сердца является снижение повреждающего действия на сердце по сравнению с описанным прототипом и уменьшение болевых ощущений по сравнению с наиболее распространенным способом дефибрилляции одиночным импульсом синусоидального затухающего или аperiодического разряда, длительность которого равна полезному времени возбуждения сердца.

Достоинством предлагаемого способа является также то, что его реализация может сочетаться с большинством известных способов дефибрилляции. Например, пара прямоугольных импульсов длительностью по 10 мс, разделенных интервалом времени 100 мс/5/, может быть заменена на две последовательности импульсов с интервалом 100 мс между ними.