

РАЗРАБОТКА РЕЖИМА РАЗМОРОЗКИ КРИОДЕСТРУКТОРА

Идимешева Н.Н.

Научный руководитель: Мутовин Ю.В., доцент

Научный консультант: Пайгин Д.В., зам.директора ЗАО “НПО”Никор”

ЗАО “НПО “Никор”, Россия, г. Томск, 2й пос. ЛПК

E-mail: innlaska@mail.ru

В настоящее время криохирургия получила широкое распространение. Это объясняется возможностью полного, безболезненного и бескровного разрушения заданного объема ткани, как на поверхности тела, так и в глубине практически любого органа без повреждения стенок крупных кровеносных сосудов. Метод прост, доступен и потому отличается высокой эффективностью. К тому же он дает хороший косметический эффект, не оставляя грубых рубцов после заживления очагов криодеструкции.

В кардиологии криохирургия используется для лечения аритмий. Операция криодеструкции делается на открытом сердце, а потому время операции критично. Можно выделить основные этапы работы прибора:

1. Подготовительный режим (в этот момент происходит достижение температуры – 60°C , при которой начинается разрушение патологических очагов аритмии)

2. Режим заморозки (глубокая заморозка достигается подачей в инструмент жидкого газа и испарения его в рабочей зоне)

3. Разморозка криоинструмента (производится подачей токов высокой частоты, включается автоматически после предыдущего режима)

Результаты деструкции биологической ткани зависят от нескольких факторов: уровня достигаемой температуры, скорости ее изменения в периоды охлаждения и отогрева, числа циклов криовоздействия, а также индивидуальных свойств тканей, главные из которых – величина теплопритока к инструменту и толерантность клеток к разрушению. Отсюда следует, что необходимо создать технические и методические средства, способные устанавливать необходимый тепловой режим и гарантирующие разрушение заданного патологического образования.

Требуется разработка такого режима разморозки, при котором возможна непрерывная работа кардиохирурга без больших перерывов на оттайку инструмента. При этом необходимо, чтобы не оставалось следов гипертермии.

Создан макетный образец аппарата для проведения операций криоаблации на сердце с автоматическим размораживанием инструмента, использующий для получения холода эффект Джоуля-Томсона (снижение температуры газа при резком его расширении). Прибор может работать от закиси азота (N_2O) и закиси углекислого газа (CO_2). Температура, достигаемая при

использовании закиси азота – -80°C , при закиси углекислого газа – -60°C . Для быстрого оттаивания криоинструмента на его рабочую часть идет подача высокочастотного электрического сигнала. Мощность выходного импульса составляет 40 Ватт.

В качестве объекта использовалось свиное сердце. Под сердце ложился нейтральный электрод для нормальной работы аппарата при разморозке инструмента. Рабочая часть инструмента может иметь разную форму: сферическую, полусферическую и конусовидную. С их помощью производилось точечное воздействие на патологическую мышечную ткань. Диаметр рабочей торцевой части инструмента 15 мм, длиной 50 мм. Рабочая часть инструмента оборудована термодатчиком, позволяющим получить сигналы для регулирования и стабилизации температуры в заданных пределах. В качестве рабочего газа использовалась закись углекислого газа.

Подготовительный режим автоматически переходит в режим глубокой заморозки при достижении температуры – 55°C . В среднем он занимает 10 секунд. Время деструкции задается врачом, обычно оно составляет 2 минуты. После заморозки начинается автоматически процесс размораживания рабочей части инструмента. В этот момент проводилось исследование зависимости времени разморозки от параметров электрического сигнала. Исследования проводились при разном времени деструкции – 30 секунд, 2 минуты, 3 минуты. Некоторые результаты исследования при времени деструкции 2 минуты приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы время разморозки велико и составляет в среднем 14 секунд. Требуется доработка данного режима. В ходе исследования выделены три основных этапа изменения параметров размораживающего сигнала:

- Выход в режим ограничения напряжения (Время, затрачиваемое на достижение выхода в ограничение напряжения, задается в системе управления и составляет 2 -3 секунды. На дисплее аппарата это видно, как резкое увеличение напряжения от 80 Вольт до 300 Вольт. Ток при этом остается постоянным около 70 мА. А мощность достигает своего максимума = 40 Вт).

- Режим ограничения напряжения (Напряжение держится примерно равным 300

Вольт. Мощность остается постоянной в пределах до 40 Ватт. Ток меняется незначительно, на 40% от своего первоначального значения.. Время нахождения аппарата в данном режиме составляет 6-10 секунд.).

- Режим ограничения мощности (При выходе прибора в данный режим напряжение уменьшается до 80 Вольт, а величина амплитуды тока увеличивается до 300 мА. Мощность не меняет своего значения. Время нахождения деструктора в ограничении мощности меняется от 4 до 10 секунд. В некоторых случаях данный этап отсутствует.).

Время каждого этапа можно сократить, за счет чего и общее время разморозки будет также уменьшено. На первом этапе время сокращается программно. Исключить данный этап совсем нельзя, так как аппарат не может мгновенно достигать напряжение в 300 Вольт. Оптимальное время составляет 2 секунды.

На втором этапе можно сократить время за счет увеличения амплитуды напряжения выходного сигнала.

Третьего этапа может и не быть, если достаточное количество энергии было подано на размораживаемый участок во время второго этапа.

Для уменьшения времени разморозки была увеличена мощность выходного электрического сигнала. Это можно сделать за счет увеличения числа витков выходного трансформатора в высокочастотном генераторе. Было дополнительно домотано 15 витков. Зависимость времени разморозки от параметров электрического сигнала после увеличения амплитуды выходного напряжения изменилась и некоторые данные эксперимента приведены в таблице 2. Время деструкции также изменялось в ходе эксперимента от 30 до 180 секунд. Данные в таблице приведены также после двухминутного воздействия.

В результате увеличения мощности размораживающего сигнала, время оттайки инструмента значительно сократилось (до 7 секунд). Трансмуральность при этом достигается хорошая, следы гипертермии отсутствуют. Эти данные на уровне результатов ведущих мировых производителей. [4] Эксперименты производились при постоянном потоке замораживания и постоянной мощности размораживания.

С помощью данного деструктора возможно проводить операцию на сердце без последующего тромбоза. Также возможно осуществить использование высокочастотного генератора в устройстве деструктора для монополярной и биполярной абляции. В таком случае аппарат возможно будет использовать как для радиочастотной, так и для криоабляции. Работа над созданием такого мультикомплексного прибора уже началась.

В настоящее время макетный образец деструктора находится на клинической апробации в «НИИ Кардиологии» (г. Томск), где непосредственно в операционных условиях рассматривается пригодность прибора к эксплуатации. При показании успешных результатов на практике криодеструктор будет запатентован фирмой «Никор» (г. Томск).

Список литературы:

1. Е.Е.Тюлькина, В.С.Моисеев, Ж.Д. Кобалова . Немедикаментозное лечение фибрилляции предсердий. Клиническая фармакология и терапия, 2002 г., 11 (4).
2. В.Н. Ардашев, В.И. Стеклов, В.П. Климов. Электрические методы катетерной абляции нарушений ритма сердца. Клиническая медицина 2001 г., №12.
3. А.С. Жигалкович. Фибрилляция предсердий. РНПЦ "Кардиология", Минск, 2010г.
4. <http://www.atricure.com>

Таблица 1. Зависимость времени разморозки от электрических параметров размораживающего сигнала. Время воздействия - 2 минуты. До увеличения амплитуды выходного сигнала.

t разм, сек	16	16	15	13	14	13	16	12	11
T, °C	- 62	- 62	- 62	-61	-61	-62	-61	-60	-60
U, В	200	200	250	250	300	300	290	290	300
I, мА	100	100	110	100	120	120	100	100	120
P, Вт	35	35	36	35	38	35	35	35	38

Таблица 2. Зависимость времени разморозки от электрических параметров размораживающего сигнала. Время воздействия – 2 минуты. Амплитуда выходного напряжения увеличена до 350 В.

t разм, сек	7	8	6	7	8	9	7	6	8
T, °C	- 62	-61	-63	-62	-61	-60	-62	-61	-62
U, В	310	300	320	310	290	280	305	315	300
I, мА	110	100	120	110	100	105	120	125	110
P, Вт	38	40	40	39	40	40	39	40	40