ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ ТЕРАПИЯ ЖИЗНЕОПАСНЫХ ТАХИАРИТМИЙ

Что нужно знать при использовании дефибриллятора "ДФР-2-УОМЗ"

В.А. Черемных,
главный конструктор медтехники ФГУП "ПО УОМЗ"
А.В. Юзефович,
зам. начальника отдела продвижения ФГУП "ПО УОМЗ"

В 2003 году на Уральском оптико-механическом заводе началось серийное производство дефибриллятора-монитора "ДФР-2-УОМЗ". В создании идеологии прибора и его испытаниях принимали участие ведущие специалисты по кардиологии из ГНИИ общей реаниматологии РАМН (Москва). Дефибриллятор ДФР-2 предназначен для купирования нарушений ритма сердца, а также для регистрации и отображения на мониторе ЭКГ. Прибор может использоваться как для экстренных реанимационных мероприятий, так и при плановом восстановлении ритма.

Главная задача, которую ставили перед собой разработчики этого дефибриллятора и медицинские соисполнители, - создать прибор с наиболее эффективным импульсом, при этом наименее безопасный для пациента.

За последние 20 лет в ходе исследований и клинических испытаний достоверно установлено, что дефибрилляция биполярным (БП) импульсом более эффективна, чем монополярным (МП), **даже при меньших энергиях воздействия**.

Эффективность разряда дефибрилляции зависит от 3-х факторов: отданной энергии прибора, длительности воздействия и сопротивления пациента (импенданса).

Рассмотрим первый фактор. На первый взгляд кажется естественным, что чем больше заданная энергия в джоулях, тем эффективнее дефибрилляция. Однако, с другой стороны, пропорционально увеличивается вероятность повреждения миокарда и внутренних органов избыточным электрическим током. Это хорошо видно, когда после такой дефибрилляции на коже остаются следы ожога.

Второй фактор эффективности дефибрилляции - сопротивление (импенданс) пациента. Так как практически вся энергия дефибриллятора выделяется на нагрузке (импендансе пациента), то величина этого сопротивления самым непосредственным образом влияет на форму и величину импульса. Сопротивление грудной клетки может варьироваться по результатам медицинских обследований между 30 и 200 Ом. Большое сопротивление грудной клетки уменьшает величину тока, протекающего через миокард, снижая эффективность дефибрилляции.

Третий фактор - время воздействия. С одной стороны, чем дольше формируется импульс тока, тем выше энергия, с которой проводится дефибрилляция. Но в то же время продолжительное воздействие тока оказывает очень негативное влияние на миокард.

Таким образом, для успешной дефибрилляции главной задачей инженеров ФГУП "ПО УОМЗ" была разработка дефибриллятора со стабильным импульсом, на который бы не оказывало влияние изменение импенданса пациента, который бы не растягивался во времени, и энергия которого была бы эффективной, но не травмировала пациента. Итогом научных исследований и клинических испытаний в этом направлении явилось серийное производство дефибриллятора "ДФР-2-УОМЗ" и внедрение в медицинскую практику биполярного импульса дефибрилляции.

При традиционном монофазном импульсе ток направляется в одну сторону, в то время как при бифазной форме импульса ток изменяет направление с положительного на отрицательное (рис.1).

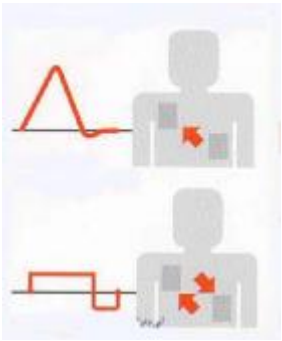

Рис. 1

В этом и заключается большая эффективность бифазного импульса: БП импульс, помимо возбуждения, ещё и реполяризует сердечную мышцу, тем самым уменьшается вероятность появления повторной ФЖ. Кроме того, вероятность повреждения тканей при воздействии БП импульса меньше, чем при воздействии МП импульса той же энергии. 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. Причиной является значительное ухудшение сократительных функций сердца в результате многократных дефибрилляций МП импульсом больших энергий. При этом возникает повреждение и некроз миокарда, что приводит к рецидивам ФЖ. По данным американских врачей, смертность в результате повреждения миокарда МП импульсом высокой энергии в течение 72 часов после удачной реанимации достигала 70%.

После клинических исследований, проведенных в США с использованием бифазных дефибрилляторов фирмы ZOLL, в 1996 г. использование БП импульса было одобрено Комиссией по лекарственным препаратам (FDA). В 2000 г. БП-импульс был включен в официальные рекомендации ВОЗ по сердечно-легочной реанимации и интенсивной терапии жизнеопасных тахиаритмий. Сегодня практически все зарубежные производители приступили к разработке и производству дефибрилляторов с биполярным импульсом. В России уже продаются такие модели производства Zoll, Cardiac-Science, Philips/Agilent и Medtronic.

В то же время, исследования российских ученых доказали, что дефибрилляторы, генерирующие бифазный импульс с максимальной энергией 150 Дж, так же эффективны, как и приборы с монофазным импульсом до 360 Дж, но более безопасны для пациента (Шатворян Б. Р. // Анестезиология и реаниматология - 2002 - №1 с. 38-39). **Концепция** биполярного импульса была **впервые в мире** предложена и доказана Н.Л. Гурвичем в 1967 г. (НИИ общей реаниматологии РАМН). В 1973 г. биполярный импульс был разрешен к применению Минздравом, введен в ГОСТы на медтехнику и стал применяться в клиниках нашей страны.

На рисунке 2 представлен Алгоритм купирования ФЖ и ЖТ с помощью дефибриллятора "ДФР-2-УОМЗ", разработанный специалистами ГНИИ Общей реаниматологии РАМН.

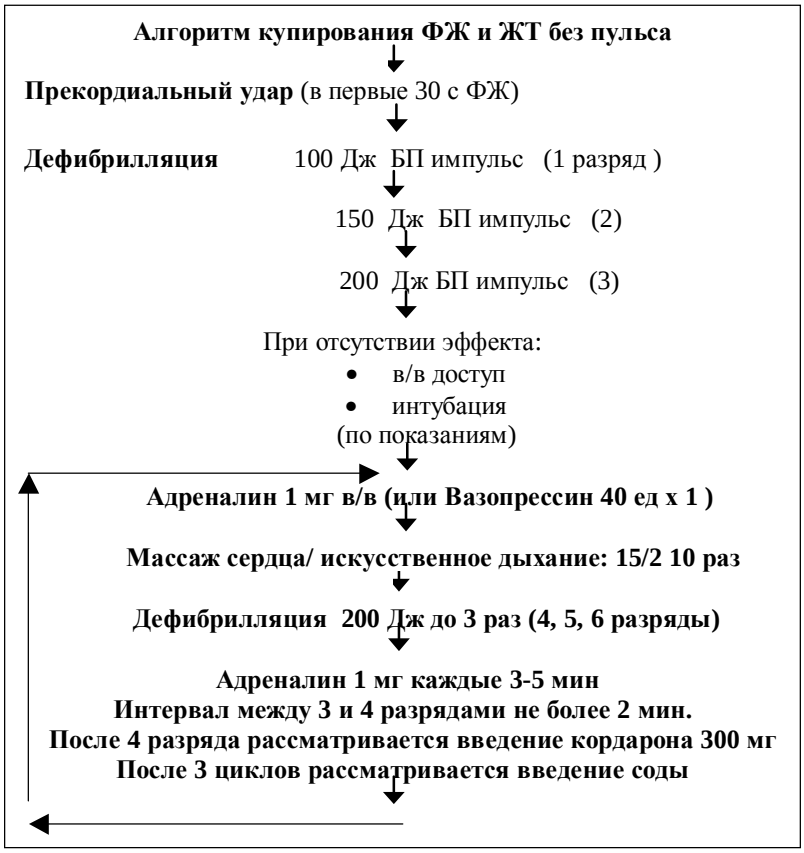

Рис. 2

В Таблице 1 представлены результаты, полученные при применении нашего дефибриллятора в НИИ общей реаниматологии.

Какие еще бифазные дефибрилляторы представлены сегодня в России? На рисунке 3 показаны импульсы дефибрилляторов наиболее известных фирм: Medtronic (LifePak 12), HEWLETT PACKARD (ForeRunner), ZOLL (M-Series), а так же ДФР-2-УОМЗ. В данном случае представлена зависимость импульсов от сопротивления тела пациента.

Прекрасно видно, как сильно изменяется сам импульс при незначительном изменении величины импенданса в моделях LifePak и ForeRunner. Видно, что любое изменение импенданса практически выводит параметры импульсов за пределы наиболее оптимальных физиологических значений как по величине тока (до 60 ампер!) так и длительности (до 20 ms!). В конечном счете это влияет на величину энергии передаваемой миокарду от дефибриллятора. Т.е. это означает, что если врач устанавливает на дефибрилляторе величину энергии, например 150 Дж, то из-за сильного влияния на импульс импенданса тела пациента действительная величина энергии, излучаемая дефибриллятором, существенно меняется. Именно по этой причине многие бифазные дефибрилляторы имеют максимальное значение излучаемой энергии 360 Дж (т.е. как у устаревших монофазных). Это сделано для того, что бы хоть как-то компенсировать снижение эффективности дефибрилляции из-за влияния импенданса посредством увеличения мощности подводимой к телу пациента. Отсюда резкое повышение травматичности внутренних органов под действием избыточного электрического тока. Но и это увеличение не компенсирует резкое снижение эффективности процесса дефибрилляции, т.к. форма и величина импульса далеки от физиологически оптимальной.

Среди других российских разработок имеются также бифазные дефибрилляторы ДКИ-04-Н и ДКИ-08-Н. Однако у этих приборов длительность импульса зависит от сопротивления пациента. При больших сопротивлениях пациента энергия добирается за счёт растягивания импульса во времени. Технические решения,

Таблица 1.

Наружная дефибрилляция сердца: суммарная эффективность (%) биполярного синусоидального импульса в зависимости от дозы набираемой энергии у больных с первичной и вторичной фибрилляцией желудочков* (130 эпизодов).

Количество наносимых разрядов в диапазоне от 15 до 193 Дж					
Доза энергии, Дж	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
	Первичная фибрилляция (42 эпизода)				
	Первый эпизод ФЖ (n=21)				
≤65	62% (13/21)				
≤90	95% (20/21)	100% (21/21)			
	Все эпизоды ФЖ				
≤65	33/42 (79%)				
≤90	95% (40/42)	100% (42/42)			
Вторичная фибрилляция (88 эпизодов)					
Первый эпизод ФЖ (n=34)					
≤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)		
Все эпизоды ФЖ					
≤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)

* первичная ФЖ - фибрилляция, развивающаяся у больных без симптомов и клинических признаков сердечной недостаточности; вторичная ФЖ - фибрилляция, развивающаяся на фоне острой или хронической сердечной недостаточности (обычно - это II-III ст)

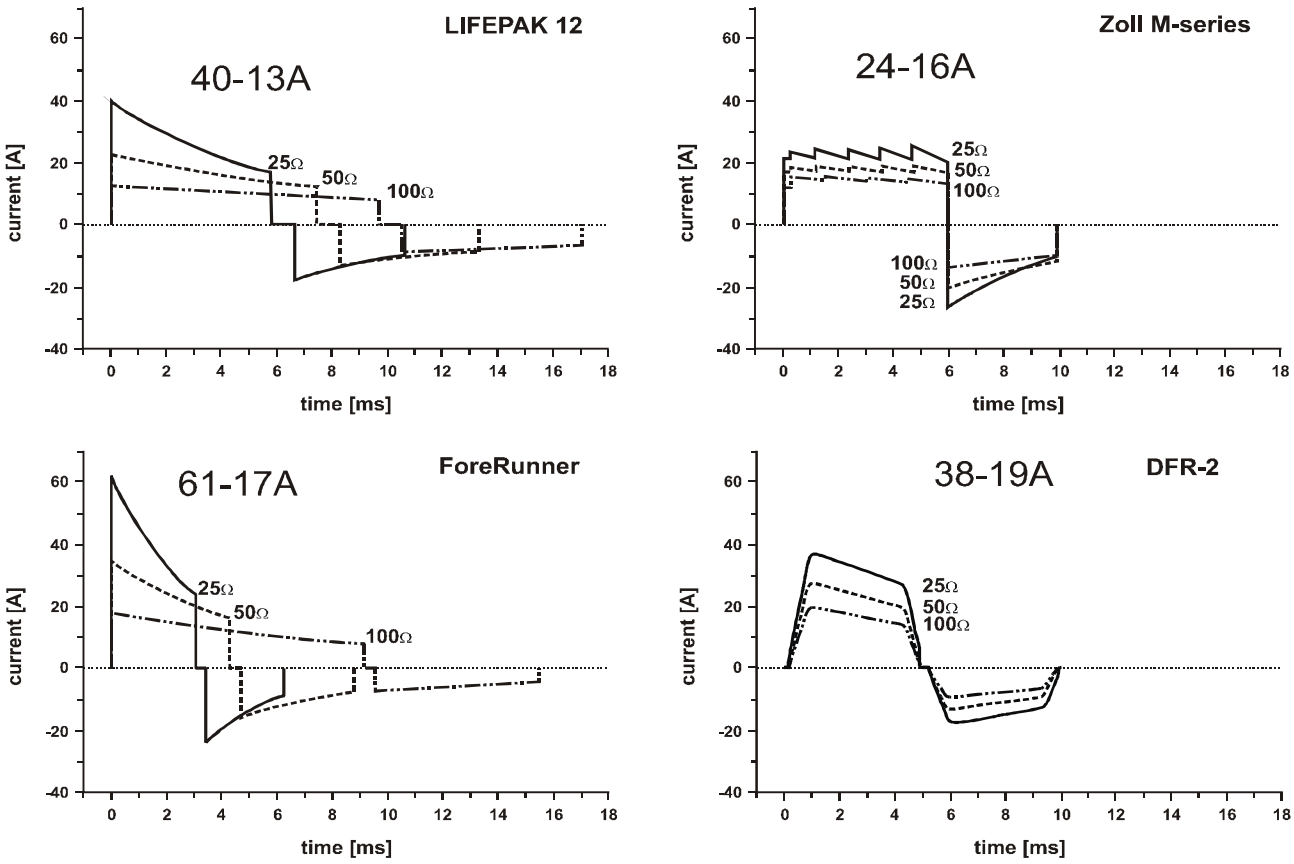

Рис. 3

заложенные в этих моделях, не позволяют отслеживать сопротивление пациента во время импульса, что не гарантирует выдачу точно заданного значения энергии. Импульс имеет резкие пики тока, что является небезопасным для миокарда.

Таким образом, для наиболее качественного и эффективного проведения дефибрилляции, необходимо чтобы у врача находился прибор с наиболее стабильным импульсом. На сегодня этому параметру соответствует ДФР-2-УОМЗ и дефибрилляторы M-Series фирмы ZOLL. Как видно из представленных материалов, у этих дефибрилляторов величина тока значительно меньше зависит от сопротивления тела пациента при одной и той же установочной дозе энергии, при этом длительность 1-й и 2-й фазы не изменяется, оставаясь в оптимальном диапазоне - 10 мс (время полезного раздражения сердца). Сегодня ДФР-2-УОМЗ эксплуатируются в лечебных учреждениях гг. Москвы, С-Петербурга, Екатеринбурга, Омска, Самары, Воронежа, Костромы, Казани, и др. городов. Везде они заслужили положительные отзывы врачей. Достигается большой процент эффективных дефибрилляций.