

Рис. 3. Дефибриллятор переменного и постоянного тока (Чехословакия).

Синхронизация удара

Выпускаемые промышленностью дефибрилляторы позволяют производить разряд конденсатора только ненаправленно, то есть электроудар может приходиться в любой период сердечного цикла (в любую точку электрокардиограммы). Это не имеет значения, когда дефибрилляция производится при фибрилляции желудочков, так как сердечная деятельность в это время, по существу, отсутствует, а тем более при полной остановке сердца. Для этих целей дефибриллятор первоначально и был создан.

При мерцательной же аритмии или пароксизмальной тахикардии, когда сердечная деятельность, хотя и нарушенная

и искаженная, но имеется, как оказалось, далеко не безразлично, в какую фазу сердечного цикла попадет электроимпульс. Проведенные большие экспериментальные работы показали, что когда при работающем сердце совпадают два импульса, один — из узлов сердца и его проводящей системы, а другой — извне, с дефибриллятора, тогда при известных условиях вполне реальна возможность грозного осложнения в виде фибрилляции желудочков.

Как практическое использование дефибрилляции при аритмии, так и теоретические положения, полученные и подтвержденные в эксперименте, подсказывают необходимость введения электроимпульса в определенный отрезок, или участок, электрокардиограммы, так как высоковольтный разряд, попадая в «фазу ранимости» сердечного цикла, может привести к возникновению фибрилляции желудочков.

Как показали работы Ферриса и Кинга (Ferris, King, 1934), Уиггера и Вегриа (Wiggers, Wegria, 1938), такой опасной зоной является вершина зубца t ЭКГ. Причем фибрилляция желудочков возникает, как оказалось, в 40% случаев. Продолжительность указанной фазы, как известно, равна примерно 0,02—0,03 секунды. Вероятность попадания электрического импульса в «фазу ранимости» определяется по формуле (М. И. Сахаров, Э. В. Пионтек, 1965):

$$P_{\alpha} = \frac{0,03 + (1 - 2\alpha) \cdot 0,01}{R R},$$

где α — степень перекрывания импульсом «ранимой зоны»;

$R R$ — усредненное расстояние между зубцами R и R ЭКГ.

α колеблется от 0, когда импульс не попадает в зону, до 1, когда импульс целиком попадает в нее.

$R\alpha$ возрастает с учащением ритма сердечных сокращений от 2,5 до 4% при частоте пульса от 80 до 120 ударов в минуту. Таким образом, вероятность попадания не очень велика, и не каждый импульс, а лишь 40% попадают в «зону ранимости», вызывая фибрилляцию желудочков. Однако такая опасность имеет место постоянно.

Относительно причин возникновения фибрилляции желудочков при нанесении раздражения в указанную зону писали Винер и Розенблют. Они дали обоснование механизма с позиции циркулирующей волны, теории, созданной еще Минесом (Mines), опыты которого Ротбергер и другие называют классическими. Известный исследователь этой теории Льюис пришел к этим же выводам.

Винер и Розенблют в своей работе «Проведение импульсов в сердечной мышце и математическая формулировка проблемы» для обоснования возможности попадания импульса в «фазу ранимости» приводят три соответствующие теоремы (1961).

Мнение некоторых авторов, в частности Кувенховена, о возможности избежать опасности возникновения фибрилляции желудочков при нанесении несинхронизированного электроимпульса путем подбора формы импульса оказывается совершенно несостоятельным. Ни подбором импульса, ни изменением силы тока невозможно полностью устранить опасность возникновения фибрилляции желудочков в случае попадания электроудара в зону зубца t ЭКГ.

Поэтому естественно, что авторы, занимавшиеся дефибрилляцией при нарушениях ритма, говорят о необходимости синхронизированного электроудара (Е. И. Чазов, Орэм, Буврен, Матива, Торессани (Toressani)). Так, Орэм с соавторами вначале использовал переменный ток, а затем постоянный и применил сконструированный им синхронизатор. Матива через некоторое время работы также применил постоянный ток, вначале без синхронизатора, а позже использовал синхронизированный удар и получил лучшие результаты, достигшие положительного эффекта в 82% случаев.

Не случайно проф. Е. И. Чазов — директор института терапии АМН СССР — в статье, помещенной в журнале «Кардиология» за 1965 год (№ 4), указывает, что «создание кардиосинхронизатора — одна из важнейших и ближайших задач медицинской промышленности, которая позволит сделать метод дефибрилляции безопасным и будет способствовать расширению его применения».

В 1964 году нами (В. П. Радужкевич, С. М. Корнев, А. Л. Нечунаев, Н. А. Афанасьев), создан оригинальный прибор — «Синхронизатор дефибриллятора» — СД-1, являющийся дополнением к отечественному дефибриллятору типа ИД-1-ВЭИ, или иной конструкции, заблокированный с электрокардиографом и дефибриллятором, который дает возможность автоматически вводить импульс дефибриллятора в наиболее выгодный участок сердечного цикла, то есть в период рефрактерности — Rt , располагающийся между зубцами R и t ЭКГ (заявка на изобретение № 1005301/31-16, 29/V—1965 г.).

Созданный нами синхронизатор СД-1 (см. рис. 4) позволяет производить разряд дефибриллятора в заранее заданное место с точностью до $\pm 0,005$ секунды.

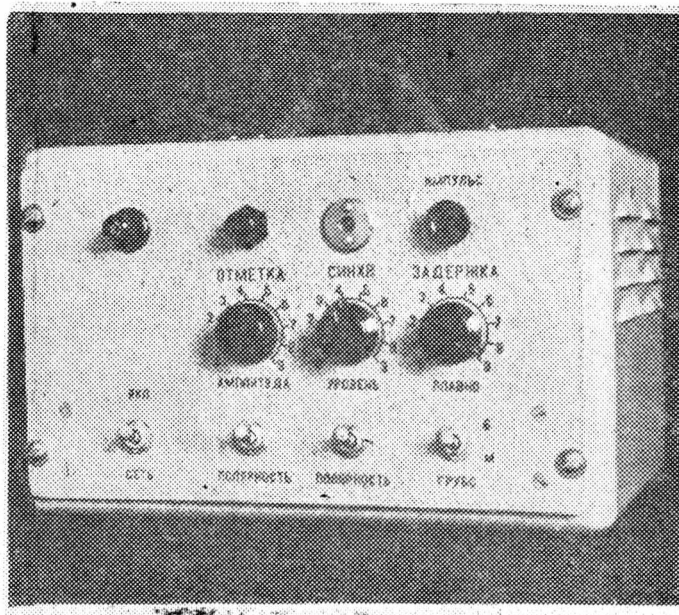


Рис. 4. Синхронизатор СД-1.

Настройка синхронизатора для последующей автоматической подачи импульса производится на электрокардиограмме, на которой прописывается отметка.

Подачу импульса следует производить в пределах 0,02—0,6 секунды после вершины волны R.

Защита кардиоусилителя от перегрузки производится путем автоматического включения на входе делителя и коммутации цепей успокоения, которые включаются и выключаются после разряда дефибриллятора.

Потеря информации после разряда на электрокардиографе продолжается не более 2—4 циклов сердечной деятельности (рис. 5).

На рисунке 5 зарегистрирована хроническая мерцательная аритмия в I, II, III и VI отведениях. Вслед за зубцом S во II отведении видна отметка, или место будущего электроудара, затем следует автоматическое включение дефибриллятора. Электроимпульс виден в виде зубца на последнем цикле во всех отведениях, затем следует прямая линия —

потеря информации на электрокардиографе. Вслед за этим — нормальные, синусовые сердечные циклы с выраженным зубцом Р.

С применением синхронизатора СД-1 нами проведена электрошоковая, или электроимпульсная, терапия у 147 больных. Разряд дефибриллятора производился в интервале S^1 , чаще всего на 0,02 секунды от S.

У 147 больных было проведено 168 процедур, которые повторялись при рецидивах или полных неудачах у некоторых больных. При 168 процедурах дано 210 импульса.

В среднем на одного больного пришлось 1,4 электроимпульса.

Эффективной электроимпульсная терапия с синхронизацией оказалась в 92% случаев и безрезультатной — в 8%.

Практически у огромного большинства больных для достижения эффекта оказалось достаточным одного импульса. Но так как часть больных вообще не поддается электротера-

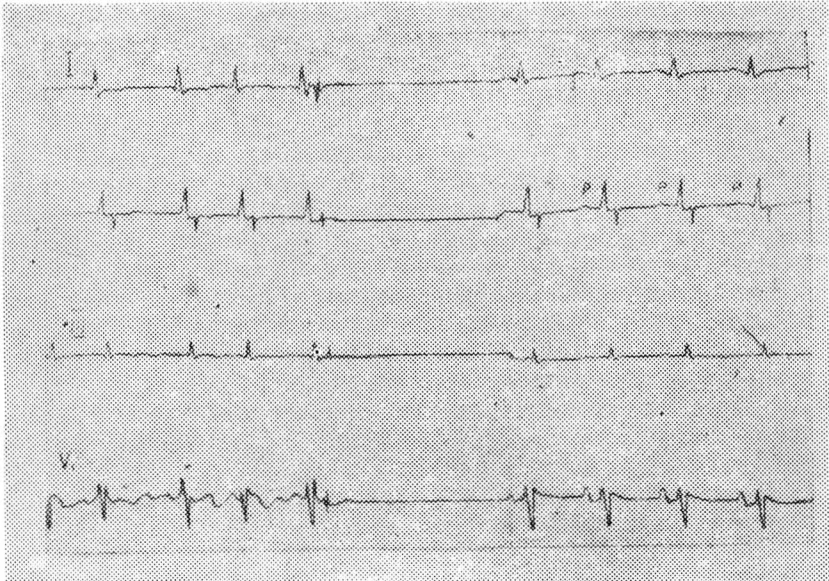


Рис. 5. Мерцательная аритмия, настройка синхронизации во II отведении, электроудар виден во всех отведениях, потеря информации, синусовый ритм.

пии, мы этой группе проводили по несколько процедур, последовательно давая при этом до 4—6 электроударов, не опасаясь осложнений в виде фибрилляции.

В другой группе больных, которая составила 188 человек, терапия проводилась без синхронизации (до создания синхронизатора). У этих больных было проведено 316 процедур и дано 511 электроимпульсов. В среднем на одного больного пришлось 2,7 импульса.

Положительные результаты в этой группе также значительны и превосходят все известные результаты терапии мерцательной аритмии. Восстановление синусового ритма достигнуто в 88% случаев, а в 12% результат оказался отрицательным. Среди этих 188 больных у восьми возникла фибрилляция желудочков.

Полученные данные с несомненностью убеждают в целесообразности и пользе синхронизатора, так как применение его не только повышает эффективность, позволяет ограничиться меньшим числом электроударов, но и делает безопасным метод электроимпульсной терапии.

Проведение электроимпульсной терапии в клинической практике

Дефибрилляция может производиться как на открытом сердце, когда один из электродов прикладывается непосредственно на сердце, так и через ткани грудной клетки, с наложением электрода соответственно проекциям сердца. Второй электрод укладывается на спину, под левую лопатку. Особенно важно положение переднего электрода. Если он приложен высоко или слишком влево от грудины, успех электрошока не обеспечивается. Необходимо придерживаться топографии предсердия, определяя эту точку заранее.

Торессани, проводя лечение тахикардий электрошоком, электроды устанавливает соответственно длиннику сердца, что дает возможность уменьшить интенсивность тока.

Буврен один электрод помещает правее грудины, другой — по левой подмышечной линии.

Орэм один электрод устанавливает по левой среднеключичной линии, другой — в 4-е межреберье справа у грудины.

При дефибрилляции на открытом сердце дается напряжение 1,5—2,5 киловольт, а через грудную клетку — от 4 до 6 киловольт. Первый разряд может быть в 1,5 и соответственно в 4 киловольт. При неуспехе последующие раз-