

ка, проходящего через сердце, при этом уменьшается и применяемое напряжение приходится увеличивать (А. А. Вишневский и Б. М. Цукерман, 1965).

Наиболее подходящими являются круглые наспинные электроды диаметром 120—160 мм и нагрудные, меньшим диаметром. — 60—110 мм.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ИМПУЛЬСА

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, оказалось далеко не безразлично, в какую фазу сердечного цикла попадает электроимпульс. Проведенные большие экспериментальные работы показали, что если при работающем сердце совпадают два импульса, один — из узлов сердца и его проводящей системы, а другой — извне, с дефибриллятора, то при известных условиях имеется вполне реальная 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), Уиггерса и Вегриа (Wiggers, Wegria, 1938), такой опасной зоной является вершина зубца Т ЭКГ. Фибрилляция желудочков при этом 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):

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

где: α — степень перекрывания импульсом «ранимой зоны»;
 RR — 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.

$P\alpha$ 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 4% 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 Майнесом (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 Т ЭКГ.

Существуют и иные точки зрения. Так, во вводной части «Инструкции по электроимпульсной терапии нарушений ритма сердца» (1968) А. А. Вишневский, Б. М. Цукерман и З. П. Янушкевичус (ссылаясь в литературе на работы Ферриса (Ferris), (1936) указывают, что фибрилляцию желудочков чаще всего вызывает ток умеренной силы — 8—12 ампер.

При увеличении силы тока до 24 ампер вызвать фибрилляцию вообще не удастся. Таким образом, наиболее рискованно раздражать сердце слабым током. «Профилактика тяжелых нарушений ритма, возникающих под влиянием разрядов дефибриллятора, может быть осуществлена одним из двух способов. Первый — применение кардиосинхронизатора, второй, более простой, — применение для трансторакального воздействия тока напряжением от 4 кв и выше».

Однако ток значительного напряжения при попадании импульса, хотя и короткого, в «ранимую зону» может вызвать фибрилляцию желудочков, что мы, так же, как и многие другие авторы, не раз наблюдали в своей практике, когда не имели синхронизатора. Помимо этого, мы наблюдали в клинике госпитальной терапии смерть больного от фибрилляции желудочков при дефибрилляции без синхронизатора. Поэтому едва ли есть смысл рисковать, с расчетом, что импульс «авось не попадет» в короткую ранимую фазу.

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 в статье, помещенной в журнале «Кардиология» № 4, за 1965 год, указывал, 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 (рис. 4), являющийся дополнением к отечественному дефибриллятору типа ИД-1-ВЭИ или иной конструкции. Он блокирован с электрокардиографом и дефибриллятором и дает возможность автоматически вводить импульс дефибриллятора в наиболее выгодный участок сердечного цикла, то есть в период рефрактерности, располагающийся между зубцами R и T ЭКГ.

Синхронизатор СД-1 позволяет производить разряд де-

фибриллятора в заранее заданное место с точностью до $\pm 0,005$ секунды.

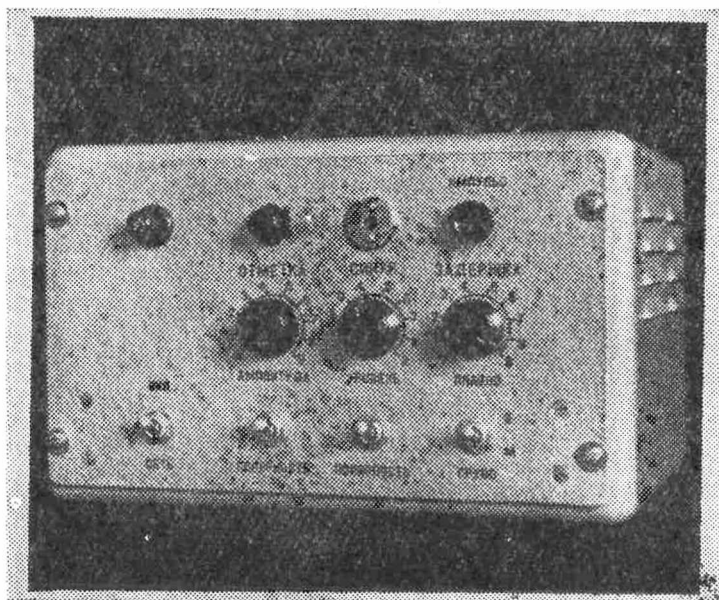
Настройка синхронизатора для последующей автоматической подачи импульса осуществляется на электрокардиограмме, на которой прописывается отметка.

Подачу импульса следует производить в пределах 0,02—0,06 секунды после вершины волны R.

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

Потеря информации после разряда на электрокардиограмме продолжается не более 2—4 циклов сердечной деятельности.

После работы с синхронизатором в течение нескольких месяцев, убедившись в его высокой эффективности, мы передали осенью 1965 года один из экземпляров в Институт клинической и экспериментальной хирургии Минздрава СССР



Р и с. 4. Синхронизатор СД-1 (модель 1965 г.).

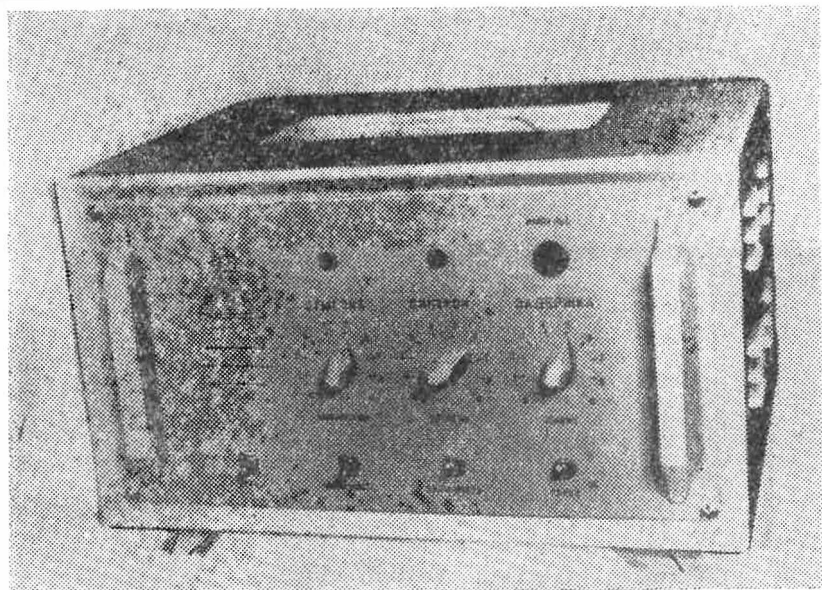


Рис. 5. Синхронизатор СД-1 [модель 1967 г., серийного производства].

(директор академик Б. В. Петровский) для дальнейшего испытания и применения на практике.

В 1966 году было изготовлено несколько экземпляров усовершенствованной модели. Усовершенствование касалось главным образом внешнего оформления, большего удобства управления и подключения к дефибриллятору и электрокардиографу.

24 января 1967 года прибор рассматривался в Комитете по новой медицинской технике и был передан для дальнейшего испытания в Институт сердечно-сосудистой хирургии АМН СССР им. академика А. Н. Бакулева и на кафедру факультетской терапии им. Виноградова 1-го ОЛММИ им. И. М. Сеченова.

После испытаний и положительного заключения трех вышеуказанных учреждений отдел патентования и изобретательства Минздрава СССР 18 апреля 1967 года рекомендовал прибор для серийного производства с учетом некоторых

технических рекомендаций, после чего нам удалось организовать на одном из заводов производство и выпуск первой серии синхронизаторов.

Внешний вид синхронизатора (модели 1967 г.) показан на рис. 5.

Мы пользуемся установкой в двух видах — стационарной, находящейся в аппаратной комнате операционных, когда синхронизатор подключен к многоканальному электро-

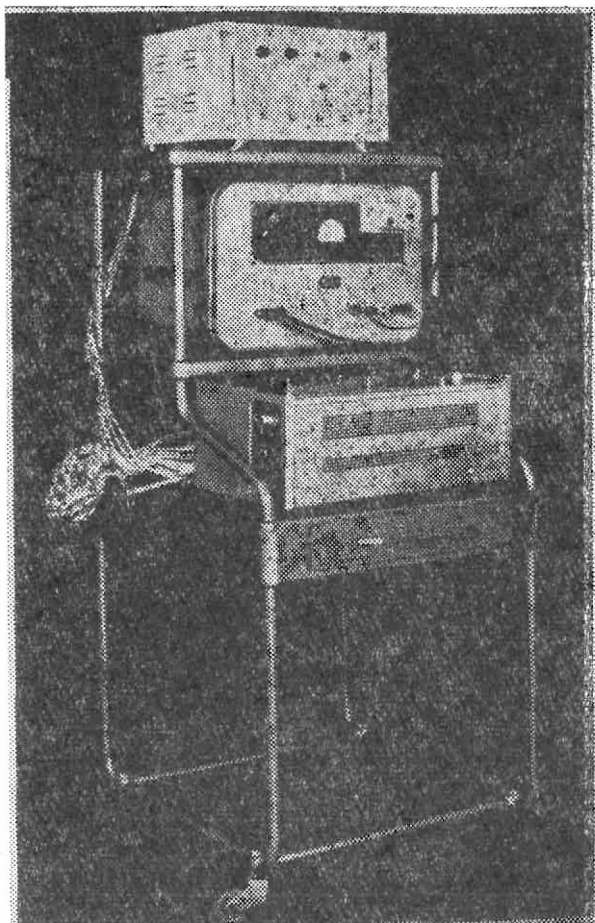


Рис. 6. Подвижная установка для дефибрилляции. Сблокированы дефибриллятор, синхронизатор, электрокардиограф.

кардиографу и дефибриллятору, вынесенному в операционную, и подвижной, когда синхронизатор подключен к портативному двухканальному чернильнопишущему электрокардиографу и дефибриллятору, помещенным на специально изготовленную трехступенчатую каталку. Эти заблокированные приборы могут быть использованы в любой комнате или палате. Мы ими широко пользуемся в отделениях реанимации и сердечно-сосудистом. Внешний вид установки показан на рис. 6.

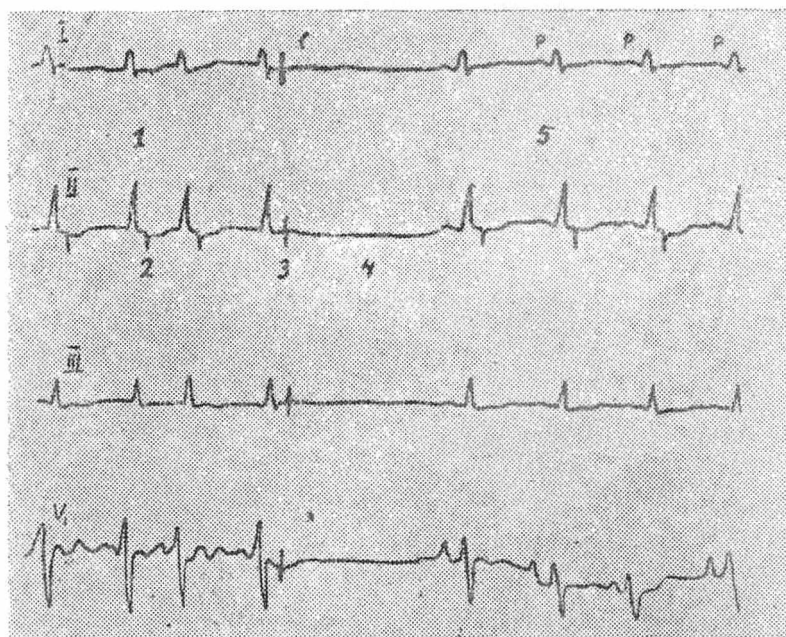
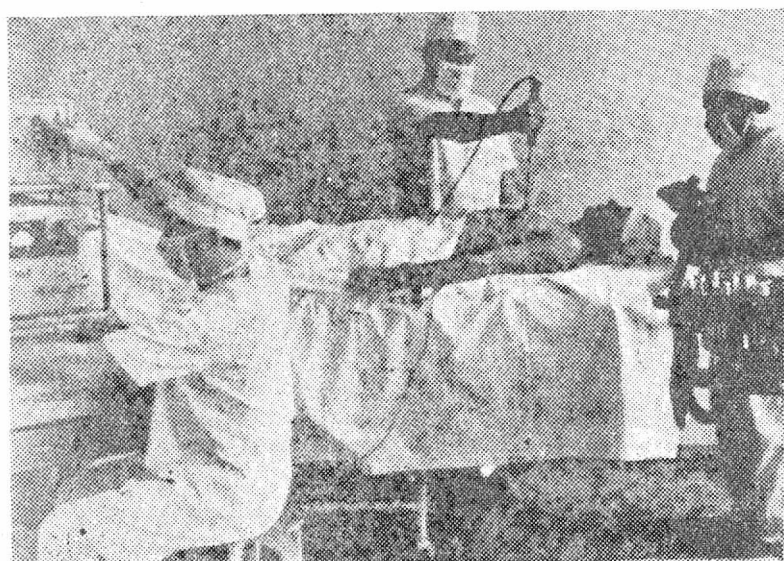
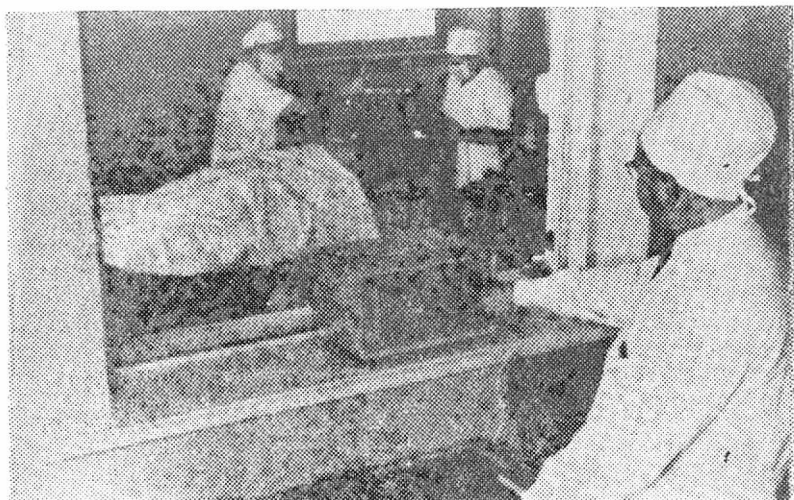


Рис. 7. Мерцательная аритмия, настройка синхронизатора во II отведении, электроимпульс виден во всех отведениях, потеря информации, синусовый ритм.

На ЭКГ (рис. 7) зарегистрирована хроническая форма мерцательной аритмии в I, II, III и V₁ отведениях. Вслед за зубцом S во II отведении видна отметка синхронизатора, ме-



Р и с. 8. Размещение персонала, пациента и аппаратуры: вверх — при использовании стационарной установки с дистанционным управлением, внизу — при работе с подвижным блоком.

сто будущего электроимпульса. Прибор дает возможность заранее установить место разряда в любой участок сердечного цикла. Наиболее выгодным участком для электроудара является точка на расстоянии 0,02 сек. от S. Вслед за этим производится зарядка дефибриллятора. Нажатием соответствующей кнопки на синхронизаторе дефибриллятор включается. Через магнитный толкатель происходит разряд дефибриллятора точно в заданное место. Место разряда видно на электрокардиограмме по всем каналам.

В момент разряда электрокардиограф автоматически отключается. Это регистрируется в виде прямой линии во всех отведениях, на протяжении трех-четырех сердечных циклов. Таким образом, информация теряется на короткий срок, но вслед за этим электрокардиограф автоматически включается, срабатывает система успокоения и вновь начинает прописываться электрокардиограмма. Отметка синхронизатора, по-прежнему, остается на том же месте. Эти моменты ясно видны на рис. 7.

У первых 188 больных с мерцательной аритмией на 511 импульсов без синхронизации, выданных им при первичных, а некоторым при вторичных процедурах, в 8 случаях было зарегистрировано возникновение фибрилляции желудочков, которую затем удалось устранить последующим более сильным разрядом.

При работе с синхронизатором у 2131 пациента, первично и вторично поступившего, один или несколько разрядов фибрилляции не вызывали ни разу. При этом за одну процедуру подавалось чаще всего от одного до трех импульсов. Таким образом, проверка работы с синхронизатором, не вызвавшей фибрилляции желудочков при проведении 5000 импульсов, показала полную безопасность процедуры.

Вначале при дефибрилляции без синхронизации в среднем на одного больного приходилось 2,7 импульса, а при синхронизированных ударах — 1,4.

Мы заметили, что при кардиосинхронизации помимо безопасности повысилась и эффективность. Так, в первом случае восстановление синусового ритма после проведенных процедур было достигнуто в 88% случаев, а во втором, при синхронизированных электроимпульсах, — в 93,7%.

Полученные данные с несомненностью убеждают в целесообразности и пользе кардиосинхронизации, так как приме-

нение ее делает метод электроимпульсной терапии безопасным, повышает эффективность и дает возможность достигнуть положительных результатов меньшим числом электроударов.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ТЕРАПИИ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

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

А. А. Вишневский с соавторами при составлении инструкции по дефибрилляции рекомендуют один электрод накладывать под левую лопатку, второй на правую подключичную область.

Торессани, проводя лечение тахикардий электрошоком, устанавливает электроды 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 соответственно в 1,5 и в 4 киловольт. При неуспехе последующие разряды могут быть увеличены на 500 вольт и более, до указанных выше максимальных цифр.

Для лучшего контакта электродов можно использовать пасту или смачивание кожи гипертоническим раствором соли. Мы завертываем электроды в несколько слоев марли, смоченной в гипертоническом растворе.

Когда возникает срочная необходимость или намечается