

В. Б. МАЛКИН

**К ВОПРОСУ О ПРЕКРАЩЕНИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ  
СЕРДЦА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СТИМУЛОМ**

*(Представлено академиком Л. С. Штерн 18 III 1957)*

Впервые возможность восстановления нормальной деятельности фибриллирующего сердца действием сильного электрического стимула — переменным током высокого напряжения (4800 в) была установлена в 1898 г. Прево и Баттелли<sup>(3)</sup>. Позднее этим авторам удалось прекратить фибрилляцию желудочков сердца и одиночным сильным электрическим разрядом. Этот метод оказался успешным лишь при наложении одного из электродов непосредственно на сердце.

В дальнейшем исследователи, успешно использовавшие в опытах на собаках для прекращения фибрилляции желудочков переменный ток, указывали различные пороговые величины силы тока, необходимого для прекращения фибрилляции<sup>(5-7)</sup>. Использование упомянутыми выше авторами переменного тока не всегда определенной продолжительности (от 0,1 до 0,5 сек.) и различная длительность состояния фибрилляции до воздействия электрическим током были, очевидно, причиной, затруднявшей достаточно точное определение пороговой величины электрического стимула, необходимого для прекращения фибрилляции. Разработанный под руководством академика Л. С. Штерн, Н. Л. Гурвичем и Г. С. Юньевым<sup>(1)</sup> конденсаторный метод прекращения фибрилляции позволил в связи с использованием одиночного электрического стимула строго постоянной длительности провести точное определение пороговой величины электрического стимула, необходимой для прекращения фибрилляции.

Нами было проведено исследование пороговой величины электрического стимула, прекращающего фибрилляцию при различной ее продолжительности. Исследование этого вопроса имеет определенное практическое значение для клиники.

Эксперименты ставились на собаках. Как известно, у половозрелых собак фибрилляция желудочков сердца спонтанно не прекращается и ведет к смерти животного.

Перед началом опыта у испытуемого животного тщательно выстригалась шерсть по бокам грудной клетки. На месте, где наиболее четко прощупывался сердечный толчок, накладывались металлические круглые ( $r=3$  см) электроды, обвернутые марлей, смоченной соевым раствором. Электроды прижимались к обеим сторонам грудной клетки посредством туго натянутой резиновой ленты. Фибрилляция сердца вызывалась пропусканием через грудную клетку городского тока в 110—120 в, продолжительностью в 1—2 сек. Продолжительность состояния фибрилляции отмечалась секундометром. Фибрилляция прекращалась одиночным конденсаторным разрядом, произведенным через индуктивное сопротивление (емкость — 6 мф, индуктивное сопротивление 0,3 гн), по методике, разработанной Н. Л. Гурвичем. Для определения порога конденсаторные разряды производились с последовательным нарастанием напряжения. О величине порога напряжения мы судили по показаниям специально сконструированного киловольтметра с большим омическим сопротивлением. Пороговые величины определялись

в отдельных испытаниях при продолжительности фибрилляции в 15, 30, 45, 60 сек. и 3 мин.

Во всех экспериментах у животных снималась электрокардиограмма. В 12 опытах одновременно с ЭКГ производилась также и запись кровяного давления. Промежутки между отдельными испытаниями колебались, в зависимости от длительности фибрилляции, от 15 мин. до 1 часа. В некоторых опытах пороги определялись для каждой продолжительности фибрилляции повторно. В большинстве опытов определение порогов начиналось с продолжительности фибрилляции в 15 сек., с дальнейшим постепенным ее увеличением.

Проведенные на 27 собаках эксперименты показали, что порог напряжения конденсаторного разряда, прекращающего фибрилляцию, повышается при увеличении продолжительности фибрилляции.

При увеличении времени фибрилляции с 15 до 30 сек. у 8 из 27 подопытных собак отмечалось некоторое повышение порога. Увеличение времени фибрилляции с 15 до 60 сек. привело к заметному повышению порога уже у 20 из 26 подопытных собак. В отдельных опытах повышение порога достигало значительных величин, например в одном опыте более чем в два раза. Только у 6 собак не было отмечено повышения пороговой величины конденсаторного разряда. Однако у 4 из этих 6 собак, у которых был определен порог для прекращения фибрилляции, продолжавшейся 3 мин., повышение порога оказалось весьма значительным.

Таким образом, представляется вероятным, что у животных, у которых не отмечается повышение порога конденсаторного разряда, прекращающего фибрилляцию в течение 60 сек., все же наблюдается повышение пороговой величины при увеличении продолжительности фибрилляции до 3 мин.

При увеличении длительности фибрилляции до 3 мин. отмечалось столь резкое повышение порога, что только в 4 из 14 исследований нам удалось прекратить фибрилляцию одиночным конденсаторным разрядом максимальной для нашей установки величины (6500—7000 в). В остальных опытах фибрилляцию удавалось прекратить только серией быстро следующих друг за другом конденсаторных разрядов.

Последнее указывает на значительное повышение порога для этой продолжительности фибрилляции, так как установлено<sup>(2)</sup>, что повторные разряды прекращают фибрилляцию при значительно меньшем напряжении по сравнению с одиночным разрядом.

Наши опыты показали определенную взаимосвязь между продолжительностью фибрилляции желудочков и последующим после прекращения фибрилляции течением у животных процессов восстановления сердечной деятельности, кровяного давления и дыхания. Было отмечено, что с возрастанием продолжительности фибрилляции понижается уровень кровяного дав-

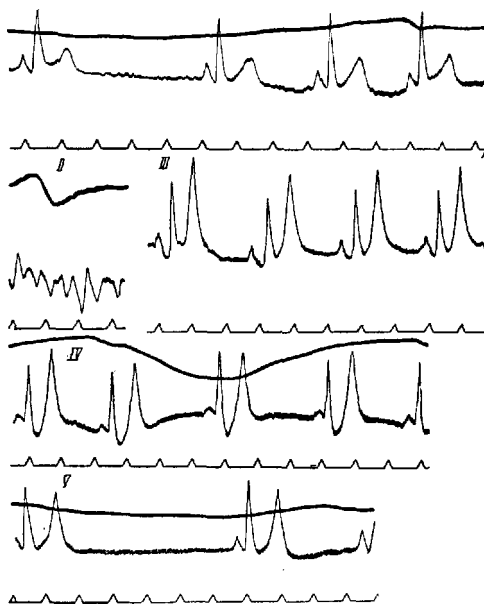


Рис. 1. Электрокардиограммы в эксперименте с 30-секундной фибрилляцией: I — норма, II — фибрилляция желудочков после действия переменного тока, III — через 10 сек. после прекращения фибрилляции, IV — через 30 сек. после прекращения фибрилляции, V — через 1 мин. после прекращения фибрилляции. Верхняя кривая — запись дыхания

ления, регистрируемый после прекращения фибрилляции. После прекращения фибрилляции, продолжавшейся 15—30 сек., отмечается быстрый подъем кровяного давления до величины, на 20—80% превышающей нормальную величину кровяного давления, учащение сердечных сокращений

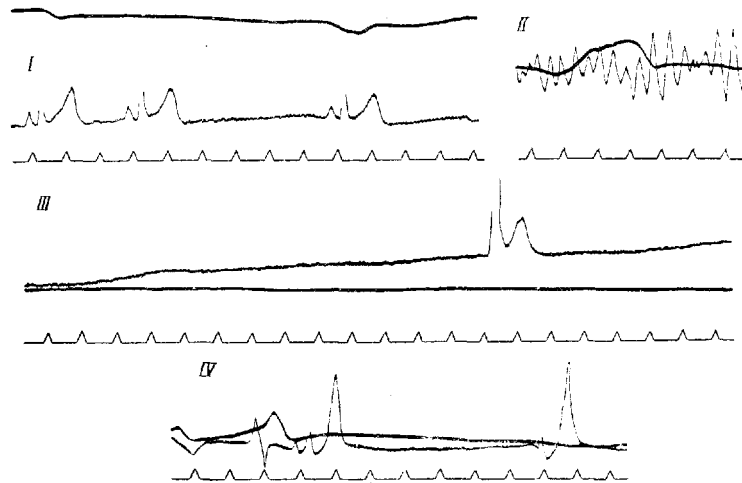


Рис. 2. Электрокардиограмма в эксперименте с 60-секундной фибрилляцией: I — норма; II—фибрилляция желудочков после действия переменного тока, III—через 10 сек. после прекращения фибрилляции, IV — через 30 сек. после прекращения фибрилляции; восстановление дыхания

и учащение дыхания. Резкое поднятие кровяного давления, учащение сердечных сокращений и учащение дыхания, наблюдаемое после прекращения фибрилляции желудочков, длительностью в 15—30 сек., может

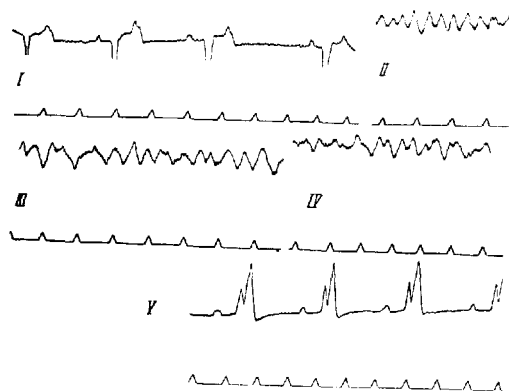


Рис. 3. Электрокардиограмма в эксперименте с 3-минутной фибрилляцией: I — норма, II—через 60 сек. после действия городского тока (фибрилляция), III — через 2 мин., IV — через 3 мин., V—через 20 сек. после прекращения фибрилляции

быть объяснено тем, что 15—30-секундное прекращение кровообращения во время фибрилляции приводит к кратковременной асфиксии, вызывающей поднятие тонуса сосудодвигательного и дыхательного центров и повышение тонуса центров симпатической нервной системы. Кровяное давление после прекращения фибрилляции, продолжавшейся 45—60 сек., поднималось постепенно от низкого уровня (45—30 мм рт. ст.) до нормы. Размах пульсовой волны при этом значительно увеличен. Частота сердечных сокращений в первые 20—30 сек. после прекращения 60-секундной фибрилляции значительно снижена. Ритмичное дыхание, как правило,

расстраивалось, отмечалось апноэ длительностью в 10—30 сек.

Результаты этих опытов показывают, что полное отсутствие кровообращения в течение 60 сек., вызванное возникновением фибрилляции, приводит к значительному снижению функциональной активности сосудодвигательного и дыхательного центров и рефлекторному торможению сердечной деятельности.

Электрокардиографические исследования показали, что после прекращения фибрилляции желудочков, продолжавшейся до 30 сек., не отмечается серьезных нарушений деятельности сердца. Как правило, на ЭКГ отмечается лишь синусовая тахикардия и увеличение зубца Т (рис. 1). После прекращения фибрилляции, длившейся 60 сек., на ЭКГ часто отсутствует зубец Р — отмечается узловой ритм, желудочковый комплекс деформируется, вследствие смещения вверх интервала S — Т и увеличения зубца Т. Время проведения возбуждения по желудочкам удлиняется (рис. 2).

У животных после прекращения фибрилляции желудочков, длившейся 3—4 мин., отмечалось отсутствие эффективной сердечной деятельности. На ЭКГ в этих опытах синусовый ритм, как правило, отсутствовал, желудочковый комплекс был значительно деформирован, часто принимая форму монофазного колебания (рис. 3).

Таким образом, электрокардиографическое изучение сердечной деятельности после прекращения фибрилляции желудочков различной продолжительности показывает закономерное возрастание патологических изменений в связи с увеличением продолжительности времени фибрилляции. Характер нарушения сердечной деятельности при этом дает право считать, что эти изменения связаны с кислородным голоданием.

Установленное в настоящем исследовании повышение пороговой величины прекращающего фибрилляцию электрического стимула при возрастании продолжительности фибрилляции обусловлено развитием ишемической гипоксии, изменяющей функциональное состояние как самого сердца, так и регулирующего его деятельность нервного аппарата. Острое кислородное голодание сопровождается, очевидно, увеличением существующего в норме гстерохронизма между отдельными элементами миокарда, что и способствует установлению стойкого кольцевого ритма возбуждения, т. е. сохранению фибрилляции.

Поступило  
6 III 1957

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. Л. Гурвич, Г. С. Юньев, Бюлл. эксп. биол. и мед., 8, 55 (1939).  
<sup>2</sup> Н. Л. Гурвич, Бюлл. эксп. биол. и мед., 20, № 3, 55 (1945).   <sup>3</sup> L. Prevost, F. Battelli, J. Physiol. et Pathol. Génér., № 1, 41 (1899).   <sup>4</sup> L. Prevost, F. Battelli, J. Physiol. et Pathol. Génér., № 2, 40 (1900).   <sup>5</sup> D. R. Hooker, Am. J. Physiol., 91, 305 (1929).   <sup>6</sup> C. J. Wiggers, Am. Heart J., 20, 413 (1940).   <sup>7</sup> Х. Бурмейстер, Сборн. Вопросы патологии сердечно-сосудистой системы (перевод), № 6, 125 (1956).