

УДК 616.12—008.315—08

Н. С. ДЖАВАДЯН, Э. Л. ШАХНАЗАРЯН

УРЕЖЕНИЕ РИТМА СЕРДЦА, УСТРАНЕНИЕ АРИТМИИ
И УСИЛЕНИЕ СИЛЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ
ДВОЙНОГО РИТМОВОЖДЕНИЯ

Вопрос о разработке эффективных средств по оживлению сердца и нормализации его нарушенного ритма остается важной клинической проблемой. Большим достижением в этой области за последние два десятилетия надо считать успешное клиническое применение методики электрической дефибрилляции и электрической стимуляции сердца. Последняя, однако, оказалась эффективной при остановке сердца, при полной и неполной блокаде и при уреженном ритме сердца. Попытки использовать эту методику для устранения тахикардии, экстрасистол и других видов нарушения ритма сердца не увенчались успехом. Однако дальнейшие исследования показали, что неудача была обусловлена тем, что как для учащения, так и для урежения исходного ритма сердца применялась одинаковая методика электрического воздействия на сердце.

В 1960 г. Н. С. Джавадян и Б. Н. Ростовцев [4] в эксперименте значительно подавили спонтанный ритм сердца с помощью импульсного тока в виде усиленных биопотенциалов сердца донора или предварительно записанных на пленке. Урежение ритма сердца наступало особенно заметно при использовании ЭКГ с выраженными R и T зубцами. Было показано, что эффективность подавления учащенного ритма сердца при использовании электрокардиографических импульсов обусловлена большой длительностью последних. Оптимальная продолжительность импульса при стимуляции сердца прямоугольными импульсами, как известно, 2—10 мсек. Длительность же R импульса равна в среднем 80—100 мсек, а T импульса 180—220 мсек. При воздействии на сердце прямоугольными импульсами длительностью 150—300 мсек удалось значительно замедлить биение сердца. Особенно эффективными оказались импульсы продолжительностью 300—500 мсек. Каждый импульс указанной длительности вызывал два сокращения сердца—одно в момент нарастания напряжения импульса, другое—при его спаде. В течение всего периода действия импульса сердце находилось в состоянии асистолии. Исследования ряда американских авторов [6—11] и наши [3] по применению методики электрической стимуляции сердца парными или двоянными импульсами для урежения ритма сердца и усиления силы его сокращения показали, что подавление ритма сердца при использовании в качестве импульсного тока электрокардиографиче-

ских импульсов было обусловлено также эффектом парной стимуляции сердца. При парной стимуляции сердца применяются импульсы с интервалом между первым и вторым импульсом одной пары 150—240 мсек, а между вторым импульсом первой пары и первым импульсом второй пары 400—450 мсек. Длительность указанных интервалов близка интервалам между R—T и T—R зубцами ЭКГ.

Как показывают материалы конференции по электрической стимуляции сердца парными импульсами и импульсами большой продолжительности, состоявшейся в США в 1964 г., американские авторы применяют эту методику стимуляции сердца для устранения неконтролируемой тахикардии, ограждения сердца от побочных экстрасистол и усиления силы сокращения желудочков. Лангендорф и Пик [7] описали два случая успешного применения в клинике стимуляции сердца двойными импульсами для устранения вентрикулярной тахикардии. В 1967 г. Н. С. Джавадьян и Б. Н. Ростовцев дали описание специального аппарата с биоуправлением для осуществления парной стимуляции сердца и его вспомогательной стимуляции при синдроме Эдемса-Стокса. При атрио-вентрикулярной блокаде сердца по сигналу каждого R зубца ЭКГ аппарат посылает на сердце один электрический импульс в промежутке времени между его двумя спонтанными сокращениями, что приводит к увеличению числа сокращений сердца вдвое. Для осуществления парной стимуляции сердца добавочный импульс по команде сигнала R посылается в конце абсолютного рефрактерного периода.

Предпринимая данное исследование, мы стремились внести ясность в проблему электрического урежения ритма сердца и усиления сократительной функции желудочков.

С этой целью проводились опыты в остром и хроническом эксперименте на 15 собаках и 80 лягушках. Электрическая стимуляция сердца собак была произведена отечественным стационарным электростимулятором сердца типа ЭС-1, генератором импульсного тока, низкочастотным генератором периодических колебаний и портативным электростимулятором. Уровень артериального кровяного давления и пульсовые волны в периферических магистральных сосудах и в полостях сердца регистрировались индуктивным датчиком, превращающим механическое давление крови в электрическую силу. Непрерывная регистрация гемодинамических и электрических показателей сердца до и в разные периоды его электростимуляции осуществлялась магнитоэлектрическим осциллографом типа ПОБ-14, двухканальным ЭКГ и двенадцатиканальным зеркальным гальванометром с фотозаписывающим самописцем серии 100. Прямая стимуляция сердца лягушек производилась с помощью собранного нами по схеме стимулятора с ручным управлением.

При произвольной электрической стимуляции сердца в ритме, меньше спонтанного, импульсы попадают на сердце в разные периоды его деятельности. При этом может иметь место синхронное и несинхронное попадание по отношению к фазе деятельности сердца. На рис. 1

показана ответная реакция сердца при его прямой электростимуляции в ритме на 20% меньше спонтанного. Импульсы по порядку 2, 1, 4, 6, 8, 9 и 11 попадали на сердце в конце паузы и в начале очередной систолы, не вызывая изменений ни в длительности систолы, ни в продолжительности после систолической паузы. 5-й импульс попадал на сердце в конце абсолютного рефрактерного периода и вызывал добавочную гемоди-

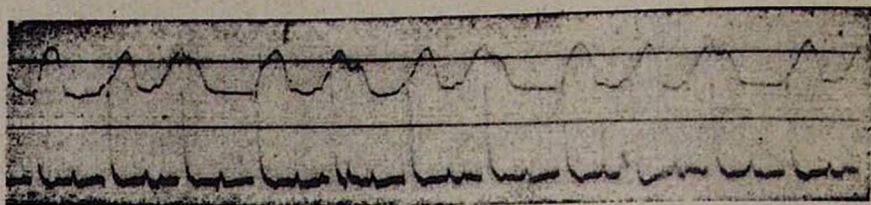


Рис. 1. Эффекты электрической стимуляции сердца в ритме, меньше исходного. Ритм сердца 10 сокращений в мин., ритм стимуляции—80 имп./мин. Нижняя кривая: ЭКГ с волнами электрических импульсов, попадающих на сердце. Верхняя кривая: гемодинамические показатели, регистрируемые с бедренной артерии.

намическую волну в нисходящем колене фазы систолы. Вследствие этой волны длительность систолы удлинялась на 36%, длительность паузы—соответственно на 57%, по сравнению с исходными показателями. 3-, 7-, 10-й по счету импульсы попадали на сердце в конце абсолютного рефрактерного периода. Выраженные добавочные волны отсутствуют. В начале нисходящего колена пульсовой волны отмечается длинное плато. Кривая систолы равномерно уширена во всем ее объеме. Длительность систолы составляет 136%, длительность диастолы—соответственно 164%, по сравнению с исходными данными.

Анализ гемодинамических показателей при парной стимуляции сердца (в наших опытах первый импульс каждой пары являлся спонтанным импульсом сердца) показывает, что наилучший эффект достигается при действии добавочного импульса на сердце в конце его абсолютного рефрактерного периода. Это преимущество выражается не только в большом подавлении исходного ритма сердца, что очень важно при использовании методики парной стимуляции сердца для устранения неконтролируемой тахикардии, экстрасистолии и других форм нарушения ритма сердца, но и в более физиологическом режиме протекания процесса подавления ритма сердца, в большом увеличении систолического объема, а также в ограждении сердца от побочных явлений. Дело в том, что при стимуляции сердца добавочными импульсами, при попадании их на сердце в середине его относительного рефрактерного периода вызывалась не только выраженная гемодинамическая волна в виде слабой экстрасистолии с относительно короткой паузой, но и нарушение ритма сердца (рис. 2 а).

Наши исследования показывают, что установленный Э. Мареем [11] на сердце лягушки факт о том, что «раздражение любой силы, на-

носимое в течение почти всего периода систолы желудочков, не вызывает добавочного сокращения сердца», требует уточнения. Добавочное сокращение сердца в виде экстрасистолы имеет место при попадании импульсов на сердце только в течение относительного рефрактерного периода. Но импульсы действуют на сердце и во время абсолютного рефрактерного периода: они вызывают добавочную, но неэффективную гемодинамическую волну, следствием чего является удлинение длительности систолы и послесистолической паузы. При регулярном попадании добавочных импульсов на сердце в период его относительной невозбудимости получается контролируемая экстрасистолия в виде бигеминии (рис. 2б). Искусственное увеличение длительности паузы при

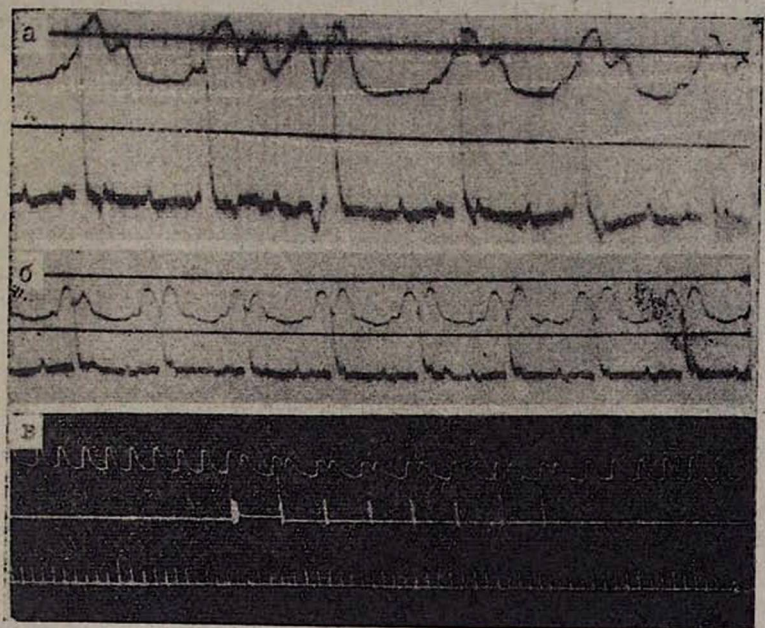


Рис. 2. а. Электростимуляция сердца частотой 58 импульсов в мин., исходный ритм сердца 100 сокращений в мин. После 11-го импульса отмечена аритмия. б. Электростимуляция сердца собаки частотой 60 импульсов в мин., 1-й и 3-й по счету импульсы действовали на сердце в начале его абсолютного рефрактерного периода. Остальные импульсы попадали на сердце в конце систолы и вызвали добавочные преждевременные сокращения. Длительность после экстрасистолической паузы везде равна 0,67 сек. в. Кимографическая запись изолированного сердца лягушки. Нижняя кривая—отметчик времени (2 мсек), средняя кривая—запись стимулирующих сердце электрических импульсов, верхняя кривая—механограмма сердца. Исходный ритм сердца—15 сокращений в мин. Частота стимуляции—8 импульсов в мин.

указанном режиме стимуляции сердца является нежелательным, так как приводит к расслаблению сократительной силы миокарда (рис. 2в). Как видно из рис. 3, при исходном ритме сердца 15 сокращений в мин. стимуляция в ритме 8 импульсов в мин. приводит к постепен-

ному уменьшению амплитуды пульсовых колебаний по мере продолжения искусственно вызванной экстрасистолии. Подобного расслабления сократительной силы миокарда не наблюдается в тех случаях, когда



Рис. 3. Электростимуляция изолированного сердца лягушки добавочными импульсами. Исходный ритм сердца—16 сокращений в мин., ритм стимуляции—9 импульсов в мин.

подавление ритма сердца осуществляется без воспроизведения продолжительной экстрасистолии. Как видно из рис. 3, при исходном ритме сердца 16 сокращений электростимуляция частотой 9 импульсов в мин. вызвала стойкое подавление ритма сердца при постоянной силе сокращения миокарда.

В ы в о д ы

1. Электрическая стимуляция сердца парными и добавочными импульсами с биоуправлением является эффективным способом подавления спонтанного ритма сердца и нормализации его нарушенного ритма.

2. Наилучший эффект в смысле подавления учащенного ритма сердца, увеличения длительности систолы и сохранения силы сокращения миокарда получается тогда, когда второй импульс падает на сердце в конце его абсолютного рефрактерного периода.

3. Преимуществом стимуляции сердца парными импульсами, при которой первый импульс является собственным импульсом сердца, а второй—электрическим, по сравнению с применяемой ныне методикой стимуляции сердца, является:

а) сохранение физиологической способности сердца вырабатывать биоимпульсы и отвечать на них сокращением; б) сохранение функциональной деятельности проводящей системы сердца; в) уменьшение вдвое количества энергии, подаваемой в единицу времени на сердце, для навязывания искусственного ритма. Этот факт является очень существенным, так как напряжение электрических импульсов в несколько тысяч раз больше напряжения собственных импульсов сердца. Вследствие этого в два раза уменьшается электролитическое воздействие импульсного тока на сердце и особенно на миокардиальные электроды, что

очень важно для предохранения электродов от электролитического разрушения.

Сектор радиобиологии
МЗ АрмССР

Поступило 21/VII 1971 г.

Ն. Ս. ԶԱՎԱԴՅԱՆ, Է. Լ. ՇԱՀՆԱԶԱՐՅԱՆ

ՍՐՏԻ ՌԻԹՄԻ ԴԱՆԳԱՆՑՈՒՄԸ, ԿՄԿՈՂԱԿԱՆ ՈՒԺԻ ԱՎԵԼԱՑՈՒՄԸ
ԵՎ ԽԱՆԳԱՐՎԱԾ ՌԻԹՄԻ ԿԱՆՈՆԱՎՈՐՈՒՄԸ ԱՅՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ
ԶՈՒՅԳ ԻՄՊՈՒՆՆԵՐՈՎ ԳՐԳՌԵԼՈՒ ՄԻՋՈՑՈՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ զույգ էլեկտրական իմպուլսներով խթանման միջոցով հնարավոր է ճնշել սրտի արագացած ռիթմը, կանոնավոր կծկման խանգարված հաճախականությունը և ուժեղացնել արյունարտամղիչ ֆունկցիան: Լավ արդյունք է ստացվում, երբ երկրորդ իմպուլսն ազդում է սիստոլայի բացարձակ ռեֆրակտոր ֆազայի վերջում: Սրտի ռիթմը պետք է կանոնավորել ոչ միայն զույգ էլեկտրական իմպուլսներով, սրտի սեփական իմպուլսները անհրաժեշտ է զուգակցել էլեկտրական իմպուլսների հետ՝ օգտագործելով սիրտ-ապարատ-սիրտ սկզբունքը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Джавадян Н. С. В кн.: Труды III научной сессии ВНИИЭХА и И. М., 1960.
2. Джавадян Н. С. В кн.: Материалы XIV конференции физиологов юга. Краснодар, 1962.
3. Джавадян Н. С., Даниэльсон А. К., Пирюзян Л. А. В кн.: Сборник трудов IX научной сессии Ин-та сердечно-сосудистой хирургии. М., 1965.
4. Джавадян Н. С., Ростовцев Б. Н., Ковалева В. И., Даниэльсон А. К. В кн.: Труды IV научной сессии ВНИИЭХА и И. М., 1960.
5. Braunvald N., Gay N. et al. Amer. J. Cardiol., 1964, 14, 3, 385.
6. Chardack W. et al. Amer. J. Cardiol., 1964, 14, 3, 374.
7. Langendorf R., Pick A. Bulletin of the New York Academy of Medicine, 1965, 41, 5, 535.
8. Leray Y., Hirsch. Bulletin of the New York Academy of Medicine, 1965, 41, 5, 541.
9. Lopez Y. F., Edellst A., Kats N. Circulation Res., 1964, 15, 5, 414.
10. Lopez Y. F., Petkovich N. Y. Department of Medicine university of Sas-Katchevan Caüdda, 546.
11. Morrow A. Amer. J. Medicine, 1964, 37, 5, 754.