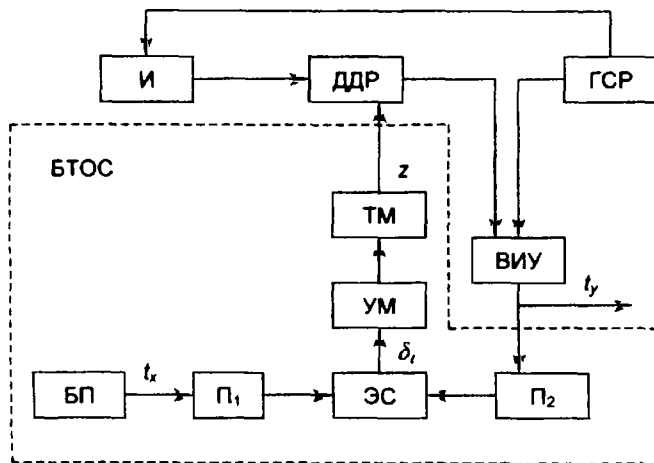


Структурная схема хронореакциометрической системы с БТОС



порциональное сигналу с выхода УМ. В результате сигналом задания ( $t_x$ ) осуществляется "блокировка" датчика двигательной реакции (ДДР) испытуемого (И), который кинематически сочленен с ТМ.

Далее экспериментатор запускает генератор сигналов раздражения (ГСР), который осуществляет синхронно включение времяизмерительного устройства (ВИУ) и предъявление испытуемому определенного сигнала раздражения (зрительного, звукового, тактильного или ситуационного). При включении ВИУ на его выходе начинается формирование текущего ( $t_y$ ) значения времени ЭДР, а на выходе второго преобразователя ( $P_2$ ) — его аналоговый эквивалент. В результате в ЭС возникает нарастающий процесс вычитания из аналогового сигнала задания ( $U_x$ ) текущего аналогового значения ( $U_y$ ) времени ЭДР, что приводит к уменьшению сигнала на входе УМ и соответственно к уменьшению тормозного (санкционирующего) воздействия на ДДР.

Испытуемый, восприняв сигнал раздражения от ГСР, реагирует на него воздействием на ДДР, вы-

ключая тем самым ВИУ и ощущая при этом определенное сопротивление перемещению подвижной части ДДР из-за возникающей разности аналоговых сигналов  $U_x$  и  $U_y$ . При нулевом уровне образующейся разности аналоговых сигналов тормозное (санкционирующее) воздействие ( $z$ ) имеет минимальное значение.

Таким образом, испытуемый в результате поиска наименьшего сопротивления перемещению подвижной части ДДР в процессе предъявления ему случайной последовательности сигналов раздражения от ГСР воспроизводит заданное ( $t_x$ ) значение времени ЭДР.

В случае опережения (или запаздывания) при воспроизведении заданного значения времени ЭДР тормозной механизм развивает тормозное (санкционирующее) воздействие ( $z$ ), пропорциональное абсолютной разности ( $\delta$ ) между заданным ( $t_x$ ) и текущим ( $t_y$ ) значениями времени ЭДР.

Экспериментальные исследования хронореакциометрической системы с БТОС показали, что уровень саморегуляции времени ЭДР, соответствующий заданному, устанавливается в течении 1—5 мин в зависимости от наличия соответствующих навыков и продолжительности тренинга. В процессе обучения испытуемого с помощью данной системы вырабатывается устойчивая экстренная двигательная реакция на условный сигнал.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боксер О. Я., Судаков К. В. // Успехи физиол. наук. — 1981. — № 1. — С. 3—31.
2. Боксер О. Я., Аксюта Е. Ф., Сергеев Э. В. Функциональные биотехнические системы обучения, тренировки и реабилитации: теоретические и прикладные вопросы. — М., 1994.

Поступила 01.06.01

#### BIOTECHNICAL FEEDBACK CHRONOREACTIOMETRIC SYSTEM

Ye. F. Aksyuta, S. V. Plotnikov, V. Ye. Aksyuta

**Summary.** The paper deals with a principle in the construction and apparatus realization of a biotechnical feedback system (BT-FS) for self-regulation (correction) of rapid motor reactions (RMR). Experiments have indicated that the system has good training and rehabilitative abilities as the examinee develops permanent RMR.

## ОБЗОРЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2001

УДК 615.47:616.12-008.313.2-085.844

В. В. Тризна, В. В. Алеев, И. В. Антонченко, М. Л. Кандинский, С. В. Попов

### НАРУЖНЫЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОР ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Медицинская промышленная компания "Электропульс", НИИ кардиологии Томского научного центра СО РАМН  
E-mail: triznaebctropulse.tomsk.su

Фибрилляция предсердий (ФП) — одно из наиболее распространенных нарушений ритма сердца. По различным статистическим данным, она встречается у 0,4% населения Земли и около 10% лиц старше 60 лет. Для многих пациентов эта аритмия,

как пароксизмальная, так и хроническая ее форма, приносит серьезные осложнения из-за гемодинамических последствий, которые ведут к явлениям застойной сердечной недостаточности, тромбоэмболическим осложнениям (эмболия легочной арте-

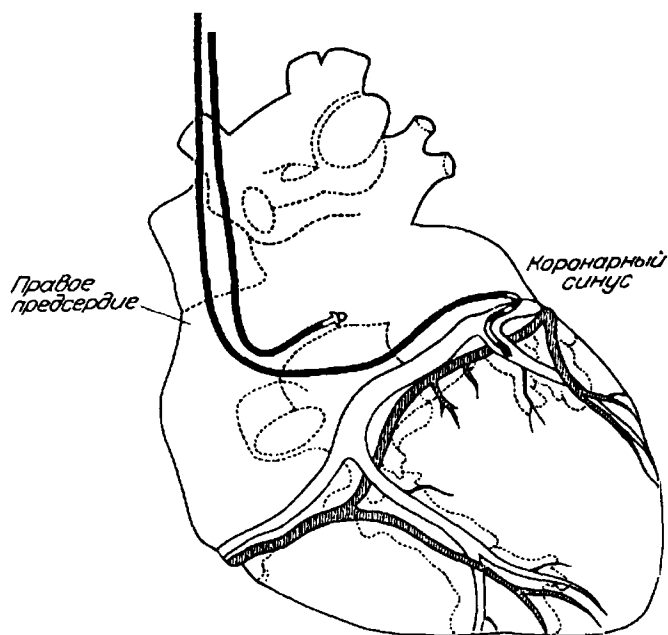


Рис. 1. Схема положения электродов при проведении БАС.

рии, сосудов головного мозга и т. д.). ФП представляет также тяжелую финансовую проблему для системы здравоохранения в связи с широкой распространенностью. По статистическим данным в США общее количество дней госпитализации больных с ФП приблизилось к 1 000 000 в год, что многократно превышает аналогичный показатель для любой другой формы аритмии.

В настоящее время существуют эффективные препараты, обеспечивающие длительную профилактику пароксизмов ФП, однако побочные эффекты фармакотерапии, количество и тяжесть которых возрастают со временем, ограничивают их применение. Это стимулировало развитие немедикаментозных методов лечения данной формы аритмии. Было установлено, что одновременная стимуляция правого предсердия и устья коронарного синуса [4] (рис. 1) позволяет эффективно предотвращать рецидивы ФП. Электрофизиологической основой этого феномена является ускорение замедления проведения по предсердиям за счет практически одновременного возбуждения предсердий во время стимуляции. Клинический опыт последних лет показывает, что биатриальная стимуляция (БАС) способна не только предотвращать рецидивы ФП, но и нормализовывать некоторые электрофизиологические параметры сердца [1, 3].

Для проведения успешной БАС с целью предотвращения предсердных тахикардий были разработаны имплантируемые двухкамерные стимуляторы, обеспечивающие эффективную стимуляцию у пациентов с пароксизмами ФП. Отличительной особенностью этих стимуляционных систем от обычных двухкамерных стимуляторов было изменение диапазона регулирования задержек стимуляции. Клиническая эффективность применения этих систем продемонстрирована некоторыми исследовательскими группами у пациентов с пароксизмальной формой ФП [2, 4]. С другой стороны, имплантация таких электрокардиостимуляторов показана не у всех пациентов с ФП. Альтернативой постоянной стимуляции может служить временная БАС, которая может использоваться

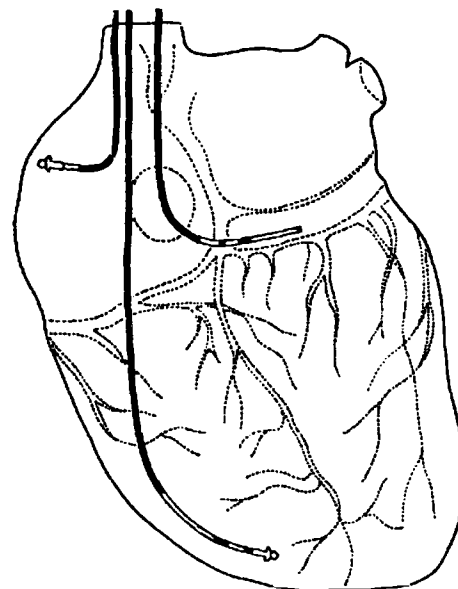


Рис. 2. Схема расположения электродов при трехкамерной стимуляции.

у пациентов с хронической и непрерывно рецидивирующей формой ФП, рефрактерной к медикаментозному лечению, с оценкой эффективности этого метода для профилактики данного нарушения ритма сердца, а также в раннем послеоперационном периоде у лиц после операций на открытом сердце.

Однако использование этого метода затрудняется отсутствием наружных стимуляторов для предотвращения суправентрикулярных аритмий. Как уже упоминалось, необходимым условием для эффективной профилактики ФП является правильный выбор поддержки между правым и левым предсердными каналами, при этом диапазон ее регулирования должен начинаться с нуля. Все существующие сегодня модели наружных двухкамерных стимуляторов (технические характеристики некоторых из них приведены в табл. 1) предназначены для коррекции нарушений атриовентрикулярной (АВ) проводимости, поэтому диапазон и дискретность регулирования АВ-задержки не позволяют проводить эффективную БАС.

Для профилактики ФП у больных в раннем послеоперационном периоде после коррекции клапанных пороков сердца, коронарного шунтирования или других хирургических вмешательств на открытом сердце иногда необходимо сочетание БАС со стимуляцией

Таблица 1  
Технические параметры наружных двухкамерных стимуляторов

Параметр	Модель стимулятора		
	Pace 202H "Osyпка", Германия	5388 "Medtronic", США	EDP30/A "Biotronic", Германия
Амплитуда стимулирующих импульсов	0,1—18 В	0,1—20 мА	0,1—10 В
Длительность стимулирующих импульсов, мс	1,0	1,0	0,75
Частота стимуляции, имп/мин	30—180	30—200	30—150
АВ-интервал, мс	5—400	20—300	15—250
Масса, г	365	510	250
Габаритные размеры, мм	172×97×34	211×81×36	130×70×27



Рис. 3. Внешний вид наружного трехкамерного стимулятора "Соболь-НМ".

желудочков (рис. 2), так как у таких больных ФП сопровождается нарушениями АВ-проводимости. Наружных приборов, способных проводить трехкамерную стимуляцию, в настоящее время не существует.

На основании вышесказанного был сделан вывод о необходимости разработки нового наружного электрокардиостимулятора, отвечающего приведенным требованиям. МПК "Электропульс" совместно с НИИ кардиологии Томского научного центра СО РАМН разработала и изготовила опытный образец электрокардиостимулятора "Соболь-НМ" (рис. 3).

Этот прибор предназначен для временной электрокардиостимуляции (ЭКС) в следующих режимах:

- однокамерной в режимах: AOO, VOO, AAI, VVI;
- двухкамерной в режимах: DDO, DAD;
- биатриальной (синхронной и асинхронной) для профилактики рецидивирования ФП;

Таблица 2

Технические характеристики стимулятора "Соболь-НМ"

Параметр	Значение
Амплитуда стимулирующих импульсов, В	0,5—25
Длительность стимулирующих импульсов, мс	0,5—8
Частота стимуляции, имп/мин	40—200
Интервал между стимулирующим импульсом (спонтанной активностью) правого предсердия и стимулирующим импульсом, мс:	
левого предсердия	0—120
желудочков	120—220
Габаритные размеры стимулятора, мм	120×60×25
Масса стимулятора, г	150
Габаритные размеры программатора, мм	120×60×25
Масса программатора, г	150

● БАС, совмещенной с коррекцией нарушений АВ-проводения (трехкамерная стимуляция).

Дополнительно к сказанному в стимуляторе реализован алгоритм учащающейся стимуляции (режим Деманд+). В этом режиме период стимуляции скачкообразно уменьшается на 50 мс после каждого детектированного сигнала спонтанной активности сердца. Затем он начинает медленно возрастать (на 1 мс через каждые 3 сердечных цикла) пока не достигнет значения, соответствующего базовой (установленной) частоте стимуляции. Таким образом, обеспечиваются интервалы учащенной стимуляции длительностью несколько минут, подавление спонтанной эктопической активности предсердий, которая может привести к рецидивированию ФП из-за возникновения конкуренции ритмов, и стимуляция происходит почти всегда. В алгоритме кардиостимулятора реализованы защитные функции предотвращения стимуляции нефизиологичной высокой частотой. Технические параметры стимулятора приведены в табл. 2.

Прибор состоит из двух блоков — собственно стимулятора и программатора, с помощью которого устанавливаются режим и параметры ЭКС. Стимулятор находится на теле пациента, а программатор подключается к нему с помощью кабеля на время установки параметров. Благодаря этому оригинальному решению удалось значительно снизить массогабаритные показатели носимой части прибора (более чем в 1,6 раза по сравнению с наилучшим аналогом). Это является очень важным моментом, так как стимулятор может находиться на пациенте довольно длительное время (в среднем 7 дней) и не должен вызывать дискомфорта. Это решение также позволяет обезопасить пациента от случайного изменения режима стимуляции им же самим, что особенно актуально при использовании стимулятора у детей. К достоинствам предлагаемого стимулятора можно отнести и более широкий по сравнению с аналогами диапазон регулирования амплитуды и длительности стимулирующих импульсов.

Предложенный прибор предназначен для использования в кардиологических и кардиохирургических отделениях больниц, в палатах интенсивной терапии, в специализированных машинах скорой помощи, в санитарной авиации. В настоящее время электрокардиостимулятор "Соболь-НМ" проходит сертификацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антощенко И. В., Попов С. В., Алеев В. В. и др. // Progr. Biomed. Res. — 2000. — Vol. 5. — Suppl. A. — P. 20—26.
2. Кутарски Ф., Полецак К., Олещак К. и др. // Ibid. — 1998. — Vol. 3, N 2. — P. 113—121.
3. Daubert C., Leclercq C., Pavin D. et al. // Daubert C., Prystowsky E., Ripart A. Prevention of Tachyarrhythmias with Cardiac Pacing. — New York, 1997. — P. 99—119.
4. Saksena S., Delfaut P., Prakash A. et al. // J. Cardiovasc. Electrophysiol. — 1998. — Vol. 9. — P. 155—162.

Поступила 27.07.01

#### AN EXTERNAL PACEMAKER FOR PREVENTION OF ATRIAL FIBRILLATION

V. V. Trizna, V. V. Aleev I. V. Antonchenko, M. L. Kandinsky, S. V. Popov

**Summary.** The paper presents an account of and the technical data of a new external pacemaker to be used to prevent atrial fibrillations. It shows it expedient to design such devices and presents their characteristics.