

гностика заболеваний сердца. М., 1974. — 9. Feigenbaum H. — «Am. J. Cardiol.», 1976, v. 38, p. 117—118. — 10. Kerber R. E., Marcus M. L., Ehrhardt J. et al. — «Circulation», 1975, v. 52, p. 1097—1104. — 11. Lewartowsky B., Sedec G. — «Cardiovasc. Res.», 1974, v. 8, p. 593—601.

MEANS FOR INCREASING INFORMATIVENESS IN AUTOMATIC ANALYSIS OF INSTRUMENTAL DATA IN CARDIOLOGY

A. P. Matusova, V. G. Filippov, I. P. Krasnoshchekov, V. V. Gladkov, V. V. Khalmynov, M. M. Khaimovich, S. M. Araten, V. V. Postoev, V. A. Utrobin, T. F. Samartseva, V. Ya. Ovsyannikov

Summary

New algorithms for the analysis of sinus rhythm and doppler-cardiogram of the posterior wall of the left ventricle are suggested. Clinically informative signs have been revealed: number of classes of R—R intervals, distance between the centers of the classes, regular distribution of R—R intervals according to classes, and the value of the doppler-cardiogram spectrum harmonics I/II ratio. The possibility of using these signs in the systems of automatic analysis of data in examination of patients with ischemic heart disease is shown.

УДК 616.127-005.8-06:616.12-008.313-085.844

М. Я. Руда, И. И. Староверов, С. Салем

Р-УПРАВЛЯЕМАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СЕРДЦА ПРИ ПОЛНОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ БЛОКАДЕ У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА

Институт кардиологии им. А. Л. Мясникова (дир.— член-корр. АМН СССР И. К. Шхвацабая) Всесоюзного кардиологического научного центра АМН СССР, Москва

Поступила 20/VI 1977 г.

Одной из причин изменений гемодинамики при полной поперечной блокаде является нарушение нормальной последовательности сокращения предсердий и желудочков [1, 2, 11, 15]. В физиологических условиях, когда систола предсердий непосредственно предшествует систоле желудочков, она обеспечивает их лучшее наполнение кровью и повышает уровень пресистолического (или конечного диастолического) давления в желудочках, приводит к увеличению их растяжения и напряжения, в связи с чем повышается сила сердечного сокращения и увеличивается ударный объем [2, 11, 15].

Правильное временное соотношение между систолой предсердий и желудочков может влиять на функциональное состояние желудочка и гемодинамику и другим путем. При нормальном соотношении сокращений этих отделов сердца систола предсердия увеличивает градиент давления между предсердиями и желудочками и обеспечивает таким путем плотное закрытие митрального и трикуспидального клапанов. При этом регургитация отсутствует. Если же это соотношение нарушается, происходит регургитация крови в предсердия, что вызывает снижение эффективности пропульсивной работы сердца [4, 8, 12, 13].

При электрической стимуляции сердца обычно воздействуют лишь на один из патогенетических механизмов нарушений, характерных для полной поперечной блокады, — брадисистолию желудочков, тогда как другой механизм — предсердно-желудочковая диссоциация — сохраняется и на фоне стимуляции, что потенциально уменьшает гемодинамическую эффективность этой манипуляции. Все сказанное выше послужило основанием для разработки таких методов электростимуляции, которые бы позволили более полно использовать гемодинамическую функцию предсердий. Этой задаче отвечают два метода: 1) *электростимуляция желудочков, управляемая работой предсердий*. Это может быть достигнуто с помощью спе-

циальных кардиостимуляторов, в которых воспринимается электрический сигнал предсердий и с определенной, регулируемой задержкой выдается импульс, подводящийся по другим электродам к желудочкам и вызывающий их сокращение (см. рисунок). Иными словами, так моделируется проводящая система сердца, что искусственный водитель ритма имитирует роль предсердно-желудочкового узла, электроды — соответственно предсердные и внутрижелудочковые проводящие пути, и задержка с которой выдается импульс на желудочки (артифициальный интервал $P-Q$); 2) *бифокальная предсердно-желудочковая электростимуляция*, при которой предсердия, как и желудочки, сокращаются под влиянием электростимулятора, но импульс для сокращения желудочков выдается с каким-то определенным интервалом после сокращения предсердий.

Уже ранние экспериментальные [6, 9, 14] и более поздние клинические исследования [10, 11] показали, что при синхронизированной предсердно-желудочковой электростимуляции минутный объем сердца и другие гемодинамические показатели достоверно лучше, чем при обычной электростимуляции желудочков.

Важно подчеркнуть, что, по некоторым данным [3], потеря гемодинамической функции предсердий особенно неблагоприятно сказывается на кровообращении, если предсердно-желудочковая диссоциация развивается на фоне сниженной функциональной способности желудочков. Острый инфаркт миокарда — один из примеров такой ситуации. Если принять во внимание, что в некоторых его случаях, осложненных предсердно-желудочковой блокадой IV степени, даже электростимуляция не приводит к устранению сердечно-сосудистой недостаточности, то попытка использовать в таких условиях синхронизированную предсердно-желудочковую электростимуляцию представляется вполне обоснованной. Вместе с тем вопрос о влиянии синхронизированной предсердно-желудочковой электростимуляции на гемодинамику больных инфарктом миокарда, осложнившимся полной поперечной блокадой, изучен очень мало [5, 7] и целесообразность ее применения в этих случаях еще не доказана. Это побудило нас провести настоящее исследование.

Материал и методы

Для осуществления Р-управляемой электростимуляции в полость правого предсердия трансвенозно вводился монополярный электрод, в полость правого желудочка — биполярный. Импульс, отражающий сокращение предсердий, поступал к электростимулятору («Sinchroco», фирма «Cordis»), который с задержкой 0,12 с выдавал рабочий импульс силой 3 мА для сокращения желудочков. Таким образом, частота сокращений желудочков соответствовала частоте синусовой импульсации.

Синхронизированная предсердно-желудочковая электростимуляция проведена у 7 больных инфарктом миокарда. У всех больных диагностирован инфаркт миокарда задне-

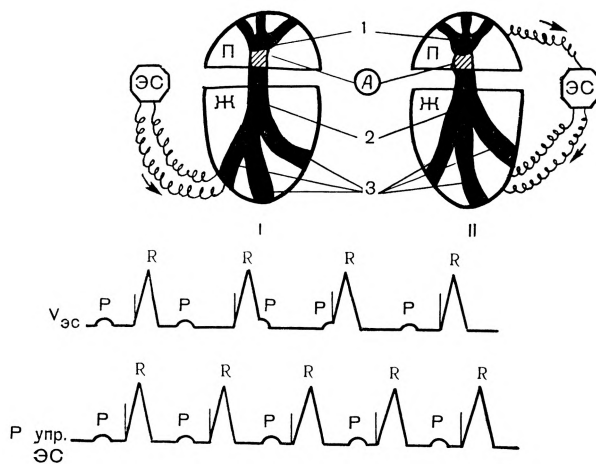


Схема электростимуляции сердца при атриовентрикулярной блокаде IV степени.

I — обычная электростимуляция желудочков; II — Р-управляемая электростимуляция желудочков; 1 — атриовентрикулярный узел; 2 — общий ствол пучка Гиса; 3 — ветви пучка Гиса; А — зона блокады импульса возбуждения; $V_{ЭС}$ — схема ЭКГ при обычной, Р-упр. ЭС — при Р-управляемой электростимуляции желудочков.

Изменение некоторых гемодинамических показателей на фоне Р-управляемой электростимуляции желудочков у больных острым инфарктом миокарда, осложнившимся атриовентрикулярной блокадой IV степени

	Частота сердечных сокращений в минуту	Минутный объем, л	Ударный объем, мл	Артериальное давление, мм рт. ст.				Центральное венозное давление, мм рт. ст.	Общее периферическое сопротивление, дин. · с · см ⁵	Работа левого желудочка, мин	Индекс на-пряжения, мм · л · мин / с · см ⁵
				систолическое	диастолическое	среднее систолическое	среднее				
Исходные данные Обычная электростимуляция Р-управляемая электро- стимуляция	44,3	3,39±0,56	79,4±4,1	100,2±8,3	50,3±3,8	116,3±23,1	75,3±5,5	8,9±1,1	1645±9,4	3,82±0,6	2313±536
	108,6	5,09±0,34	54,3±5,3	116,3±24,9	77,4±3,5	129,2±10,1	107,8±8,6	6,4±0,4	1492±90	8,55±0,95	4408±524
	96,7	5,76±0,48	61,5±7,1	126,0±11,5	76,9±2,5	131,5±14,7	108,5±9,6	5,4±0,6	1374±107	9,48±1,29	4115±625

диафрагмальной локализации, у 2 из них до начала лечения не было выраженных признаков сердечно-сосудистой недостаточности, у 3 имелись клинические симптомы декомпенсации, у 2 диагностирован кардиогенный шок.

Определялись следующие показатели гемодинамики: частота сердечных сокращений, минутный и ударный объем сердца, артериальное давление (систолическое, диастолическое, среднее систолическое, среднее), центральное венозное давление, работа левого желудочка и индекс напряжение/время. Минутный объем исследовали методом разведения индикатора (альбумин, меченный ¹³¹I, метиленовый синий), артериальное давление — аускультативным методом и с помощью пункции периферической артерии. Общее периферическое сопротивление, работу левого желудочка и индекс напряжения/время вычисляли на основании общепринятых формул. Гемодинамику исследовали до начала лечения и через 10 мин после начала Р-управляемой электростимуляции. Для сравнения приведены результаты определения гемодинамических показателей у этих же больных при обычной электростимуляции желудочков с частотой, при которой отмечена наибольшая величина минутного объема.

Результаты и их обсуждение

Основные результаты исследования приведены в таблице. Наибольший интерес представляют изменения минутного объема, который при Р-управляемой электростимуляции в среднем составил 5,76 л. Частота сердечных сокращений, а следовательно, и частота электростимуляций у этих больных колебалась от 70 до 112 в минуту, составляя в среднем 96,7 в минуту. Минутный объем при электростимуляции желудочков с той же частотой был равен лишь 5,09 л (на 13% меньше). И хотя по критерию *t* Стьюдента эта разница при данном количестве наблюдений статистически недостоверна, следует подчеркнуть, что во всех 7 случаях минутный объем при Р-управляемой электростимуляции больше, чем при обычной. Средняя величина минутного объема при Р-управляемой электростимуляции оказалась даже больше, чем максимальные показатели при обычной электростимуляции (5,76 и 5,37 л соответственно). Минутный объем при Р-управляемой электростимуляции превысил исходную величину (3,39 л) на 70%.

Принимая во внимание разноречивость мнений о том, какое влияние может оказывать Р-управляемая электростимуляция на гемодинамику в зависимости от исходного ее состояния (а также от величины конечного диастолического давления в левом желудочке), мы попытались рассмотреть этот вопрос на нашем небольшом материале. Оказалось, что при Р-управляемой электростимуляции минутный объем у больных без признаков недостаточ-

ности кровообращения (в исходном состоянии) составил 6,61 л, а при обычной электростимуляции — 6,23 л (разница 6%). В группе больных с сердечно-сосудистой недостаточностью этот показатель был равен 5,43 и 5,05 л соответственно (разница 8%), у больных с кардиогенным шоком — 4,27 и 4,18 л (разница 2%). Таким образом, наши наблюдения не подтверждают положения о том, что Р-управляемая электростимуляция вызывает более значительное увеличение минутного объема у больных с выраженной сердечной недостаточностью, как это можно было бы ожидать на основании исследований других авторов [3]. Следует отметить, что и Chamberlain и соавт. [5], сравнивая процент прироста минутного объема при синхронизированной предсердно-желудочковой электростимуляции у больных с хронической предсердно-желудочковой блокадой IV степени (и менее выраженными признаками недостаточности кровообращения) и у больных инфарктом миокарда, осложнившимся полной поперечной блокадой (более выраженные признаки сердечно-сосудистой недостаточности), не нашли, что с ухудшением функционального состояния левого желудочка роль правильной синхронизации систолы предсердий и желудочков возрастает. По нашим данным, при тяжелой сердечной декомпенсации (в том числе при кардиогенном шоке) роль правильно синхронизированной предсердной систолы в поддержании величины минутного объема не только не возрастает, но и, наоборот, имеет тенденцию к уменьшению. Об этом же сообщают и другие авторы [7, 16]. Наиболее вероятно этот факт объясняется следующим образом: функциональное состояние левого желудочка и конечное диастолическое давление в нем в этих случаях таково, что прирост конечного диастолического давления, обусловливаемый правильно синхронизированной предсердной систолой, приходится на плоскую часть кривой Старлинга, поэтому не происходит существенного прироста сердечного выброса. Конечно, можно представить, что в функциональном отношении больные инфарктом миокарда, осложнившимся полной поперечной блокадой, в том числе больные с шоком, являются довольно неоднородной группой. У тех из них, у которых повышение конечного диастолического давления, вызванное правильно синхронизированной предсердной систолой, придется на восходящее колено кривой Старлинга, будет существенный прирост минутного объема (как отмечено Gilgenkranz и соавт. [7]), а у лиц, у которых это увеличение придется на нисходящее колено, — уменьшение величины минутного объема. Если же рассматривать эти соображения с целью определения показаний к применению Р-управляемой электростимуляции, преимуществ ее перед обычной электростимуляцией желудочков, то очевидно, что этот вопрос может быть решен только эмпирически, на основании сравнения результатов этих двух методов у конкретного больного.

На нашем материале не удалось подтвердить и другого положения: чем выше частота сокращения предсердий, тем более выгодно (гемодинамически) использование Р-управляемой электростимуляции [18]. У нас разница в величине минутного объема была максимальной при частоте сокращения предсердий 86 в минуту (около 1 л), а минимальной (всего 0,04 л) — при частоте 112 в минуту.

Ударный объем при Р-управляемой электростимуляции также оказался несколько выше, чем при обычной электростимуляции, проводимой с той же частотой: 61,5 и 54,3 мл соответственно (увеличение на 13%).

При электростимуляции желудочков систолическое артериальное давление (а также диастолическое и среднее) изменяется от сокращения к сокращению, так как изменяется временное соотношение между предсердной и желудочковой систолой. При Р-управляемой электростимуляции артериальное давление устанавливается на стабильном уровне, причем он более высок, чем при электростимуляции желудочков обычного типа. Так, при обычной электростимуляции с частотой, при которой минутный объем является максимальным, систолическое артериальное давление составило

в среднем 116,3 мм рт. ст., а при Р-управляемой электростимуляции — 126 мм рт. ст. (увеличение на 8%). Наиболее существенной эта разница, как и по величине минутного объема, оказалась у больных без выраженных признаков сердечно-сосудистой недостаточности: 119,4 и 136 мм рт. ст. (увеличение на 14%), а наименьшей она была у больных с шоком: 84,2 и 92,5 мм рт. ст. (увеличение на 10%). Таким образом, тенденция изменения систолического артериального давления при Р-управляемой электростимуляции в наших наблюдениях была такой же, что и у Chamberlain и соавт. [5], но она оказалась менее выраженной (8 и 19% соответственно) и статистически недостоверной. При Р-управляемой электростимуляции систолическое артериальное давление превысило исходный уровень в среднем на 11%.

Иными, чем у Chamberlain и соавт. [5], были изменения диастолического артериального давления. Если в наблюдениях этих авторов оно несколько повысилось, то, по нашим данным, при Р-управляемой электростимуляции оно оставалось таким же, как и при обычной электростимуляции желудочков с частотой, при которой минутный объем является максимальным; более того, оно имело некоторую тенденцию к снижению (76,9 и 77,4 мм рт. ст. соответственно). Скорее всего, это можно объяснить неодинаковой частотой сердцебиения, а следовательно, и неодинаковой длительностью периода диастолы в этих двух группах: 96,7 и 108,6 в минуту соответственно. Интересно, что среди больных без клинических признаков сердечно-сосудистой недостаточности диастолическое артериальное давление на фоне Р-управляемой электростимуляции было ниже, чем при обычной электростимуляции (75,5 и 79,1 мм рт. ст.), а при сердечно-сосудистой недостаточности и особенно при шоке наблюдались обратные взаимоотношения: диастолическое артериальное давление при шоке составило 71,5 и 65,8 мм рт. ст. соответственно. В среднем диастолическое артериальное давление при Р-управляемой электростимуляции превысило исходный уровень на 53% (76,9 и 50,3 мм рт. ст.).

Среднее артериальное давление при Р-управляемой электростимуляции практически не отличалось от такового при обычной электростимуляции желудочков (108,5 и 107,8 мм рт. ст.), а по сравнению с исходным оно возросло на 44%.

Среднее систолическое артериальное давление при обычной желудочковой электростимуляции составило 129,2 мм рт. ст., при Р-управляемой — 131,5 мм рт. ст., т. е. существенно не изменялось. По сравнению с исходными данными (116,25 мм рт. ст.) оно повысилось всего на 13%, т. е. было значительно меньше, чем систолическое или среднее артериальное давление (этот результат недостоверен).

Центральное венозное давление снизилось с 8,9 до 5,4 мм рт. ст. при Р-управляемой электростимуляции, что составило 61% от исходного уровня. При обычной желудочковой электростимуляции центральное венозное давление оказалось более высоким — 6,4 мм рт. ст. Интересно отметить, что если разница в величине центрального венозного давления в исходном состоянии, на фоне обычной и при Р-управляемой электростимуляции у больных без признаков сердечно-сосудистой недостаточности не была существенной (5,4, 4,6 и 4,0 мм рт. ст. соответственно), то в группе лиц с недостаточностью кровообращения она была значительной (10,6, 8,4 и 6,0 мм рт. ст.), а при кардиогенном шоке еще более возрастала (12,4, 10,8 и 6,5 мм рт. ст.). Таким образом, правильная синхронизация работы предсердий с работой желудочков обеспечивает значительное снижение центрального венозного давления, причем это снижение оказывается тем более существенным, чем выраженнее признаки декомпенсации кровообращения и чем оно выше в исходном состоянии.

Работа левого желудочка при Р-управляемой электростимуляции составила в среднем 9,48 кгм/мин против 3,82 кгм/мин в исходном состоянии (увеличение на 148%) и 8,55 кгм/мин при обычной электростимуляции желудочков. Разница в величине внешней работы левого желудочка при обыч-

ной и Р-управляемой электростимуляции не была существенной и в группе больных с явлениями сердечно-сосудистой недостаточности — соответственно 9,27 и 8,33 кгм/мин.

Р-управляемая, как и обычная электростимуляция желудочков, не приводила к статистически достоверным изменениям величины общего периферического сопротивления, однако отмечалась тенденция к его снижению.

Наконец, индекс напряжение/время — косвенный показатель потребности миокарда в кислороде — на фоне Р-управляемой электростимуляции значительно увеличился (на 78 %) по сравнению с исходным уровнем, однако он был ниже, чем при обычной электростимуляции желудочков.

Таким образом, согласно нашим данным, Р-управляемая электростимуляция у больных инфарктом миокарда, осложнившимся полной поперечной блокадой, приводит к несколько более выраженным, чем обычная электростимуляция желудочков, изменениям гемодинамики. Однако по большинству исследованных показателей скорее можно говорить лишь о каких-то тенденциях к изменениям в ту или иную сторону, так как статистически достоверных различий для этих двух способов электростимуляции сердца нами не получено. Не удалось показать особых преимуществ Р-управляемой электростимуляции по сравнению с обычной и в случаях с клинически выраженной недостаточностью кровообращения. Исключение составляют лишь изменения центрального венозного давления, которые оказались наибольшими у больных с шоком, причем Р-управляемая электростимуляция влияла на его уровень достоверно больше, чем обычная. В отличие от Chamberlain и соавт. [5] мы не получили и статистически достоверных изменений артериального давления: здесь тоже можно говорить только о каких-то тенденциях. Значит ли это, что результаты нашего исследования отрицают целесообразность применения Р-управляемой электростимуляции у больных инфарктом миокарда, осложнившимся предсердно-желудочковой блокадой IV степени? Мы бы воздержались от такого категорического заключения в связи с тем, что допускаем существование ситуации, при которой функциональное состояние левого желудочка обуславливает значительно более выраженную благоприятную гемодинамическую реакцию на синхронизацию работы предсердий и желудочков, чем это было в наблюдавшейся нами серии. Например, Gilgenkranz и соавт. [7] в 2 исследованных ими случаях получили на фоне Р-управляемой электростимуляции прирост минутного объема на 25—30 % по сравнению с таковым при обычной электростимуляции желудочков. Это, по их мнению, дает возможность надеяться на уменьшение недостаточности левого желудочка и лучший прогноз. В то же время не представляется возможным а priori решить вопрос: показана ли, оправдана ли Р-управляемая электростимуляция в данном конкретном случае? Ответ может быть дан лишь после соответствующей пробной электростимуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабский Е. Б., Ульяновский Л. С. Электрическая стимуляция сердца. М., 1961. — 2. Ким Б. И. Влияние мерцательной аритмии на кровообращение. Автореф. дис. канд. М., 1973. — 3. Braunwald E., Frahm C. Y. — «Circulation», 1961, v. 24, p. 633—639. — 4. Brockman S. K. — «Am. J. Physiol.», 1963, v. 204, p. 597. — 5. Chamberlain D. A., Leinbach R., Uassaux C. E. et al. — «New Engl. J. Med.», 1970, v. 282, p. 577—582. — 6. Folkman M. Y., Watkins E. — «Surg. Forum.», 1958, v. 8, p. 331—340. — 7. Gilgenkranz Y. M., Croussin P., Witz F. et al. — «Arch. Mal. Coeur.», 1975, v. 68, p. 1021—28. — 8. Grant C. et al. — «Am. J. med.», 1963, v. 34, p. 325. — 9. Kahn M., Sendegoff E., Shapiro Y. et al. — «Am. Heart J.», 1960, v. 59, p. 548—556. — 10. Leinbach R. C., Chamberlain D. A., Kastor Y. A. et al. — Ibid., 1969, v. 78, p. 502—508. — 11. Samet P., Bernstein W., Levin S. — «Am. J. Cardiol.», 1965, v. 15, p. 195. — 12. Sarnoff S. J. et al. — «Circulat. Res.», 1962, v. 11, p. 27. — 13. Skinner N. S., Mitchell Y. H., Wallace A. G. et al. — «Am. J. Physiol.», 1963, v. 205, p. 499—506. — 14. Stephenson S. E., Edwards W. H.,

Jolly P. S. et al. — «J. thorac. cardiovasc. Surg.», 1959, v. 38, p. 604—611. — 15. Wiggers C. Y., Katz L. M. — «Am. J. Physiol.», 1921—22, v. 58, p. 439—458. — 16. Gillespie W. J., Greene D. G., Karatas N. B. et al. — «Brit. med. J.», 1967, v. 1, p. 75—79.

P-CONTROLLED ELECTRIC STIMULATION OF THE HEART IN COMPLETE ANTRIO-VENTRICULAR BLOCK IN PATIENTS WITH ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION

M. Ya. Ruda, I. I. Staroverov, S. Salem

Summary

The article discusses the results of the comparative study of certain hemodynamic indices in patients with myocardial infarction complicated by complete atrioventricular block, during routine electric stimulation of the ventricles and during P-controlled electric stimulation of the ventricles. Changes in hemodynamics were more marked in the last case, but only the values of the minute cardiac volume and of central venous pressure were found to differ substantially in these two groups. The authors presume that such a hemodynamic situation may occur in myocardial infarction in which P-controlled electric stimulation will produce more essential changes in hemodynamics than those induced by routine electric stimulation. Synchronized electric stimulation may be more preferable in such cases.

УДК 612.172.4

Ю. Ругенюс, А. Лауцевичюс

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА У ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

Кафедра госпитальной терапии (зав.— проф. Л. Лауцевичюс) Вильнюсского университета им. В. Капсукаса и Институт экспериментальной и клинической медицины (дир.— проф. А. Матулис) Министерства здравоохранения Литовской ССР

Поступила 11/V 1977 г.

В работах последних лет доказано существование в предсердиях межузловых и межпредсердных проводящих трактов [16—18, 28, 32]. Возбуждение по ним и в системе пучок Гиса — волокна Пуркинье распространяется в 2, 4, 8 раз быстрее, чем по обычной мускулатуре сердца. Скорость проведения возбуждения прямо пропорциональна квадрату диаметра волокна [1, 13]. Она резко снижается при наличии неоднородных участков возбудимых структур, при разветвлении проводящих волокон, в местах их перехода в рабочий миокард [2]. В сердце имеются области физиологического замедления распространения импульса за счет существования переходных зон (transitional zones), представляющих собой «узкое место» для проведения возбуждения [6, 12]. Такие зоны обнаружены в синоатриальном соединении и атриовентрикулярном узле [11, 20, 29, 31].

В предыдущей работе [9] нами показано, что распространение синусового импульса по предсердиям отражается на внутрипредсердной электрограмме в виде быстрых отклонений (rapid deflection, spike), спайковых потенциалов, накладывающихся на более медленную волну деполяризации предсердий. Нами выдвинута концепция, согласно которой спайковые потенциалы отражают быстрое и синхронное возбуждение определенных участков проводящих трактов, а более медленная волна является суммарным эффектом медленного и асинхронного распространения возбуждения по разветвлению проводящей системы и по рабочему миокарду. Установлено также, что спайковые потенциалы синусового узла, предсердий, пучка Гиса и его ножек регистрируются лишь при наличии эффекта близости. При приближении униполярного электрода непосредственно к проводящему тракту исчезает сопротивление между электродом и этим участком. При отсутствии сопротивления, с одной стороны, и наличии быстро распространяющейся волны возбуждения через определенный участок — с другой,