

## ОСОБЕННОСТИ ВХОДЯЩЕЙ АКТИВАЦИИ УСТЬЕВ ЛЁГОЧНЫХ ВЕН

ФГУ «Новосибирский НИИ патологии кровообращения им. акад. Е.Н.Мешалкина Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию», Новосибирск, Россия

С целью обобщения опыта картирования возбуждения входящего в устья легочных вен на основании электрофизиологических данных, полученных в процессе их катетерной изоляции проанализированы результаты исследований, проведенных у 117 пациентов с фибрилляцией предсердий

**Ключевые слова:** фибрилляция предсердий, легочные вены, электрофизиологические свойства, левое предсердие, учащающая электрокардиостимуляция, катетер Lasso

To summarize the experience of mapping of incoming activation to the pulmonary vein ostia based on the analysis of electrophysiological data obtained in the course of the pulmonary vein catheter isolation, the results of the study performed in 117 patients with atrial fibrillation were analyzed.

**Key words:** atrial fibrillation, pulmonary veins, electrophysiological properties, left atrium, increment pacing, Lasso catheter.

В 1998 году в своей классической работе «Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins» Mishel Haissaguerre [4] впервые показал инициацию изолированной фибрилляции предсердий (ФП) в устьях лёгочных вен (ЛВ) - УЛВ. Работы школы Бордо открыли впервые новую мишень для интервенционного воздействия на субстрат ФП в виде фокусных аблаций, а затем и изоляции УЛВ. Это запустило целую серию исследовательских и экспериментальных работ по изучению анатомии и гистологии миокарда УЛВ [7], его электрофизиологических характеристик [5]. Однако отсутствуют исследования, касающиеся характеристик входящей активации зоны на границе между левым предсердием (ЛП) и ЛВ (атрио-венозный контакт, АВК, atriopulmonary venous junction). В то же время именно АВК является зоной пристального хирургического интереса, поскольку радиочастотное (РЧ) воздей-

ствие на этом уровне приводит к полной изоляции аритмогенного миокарда ЛВ независимо от степени его аритмогенности. Это делает полное прерывание электрического сообщения между ЛП и ЛВ - «конечной точкой» в аблации у пациентов с ФП [8]. В связи с этим целью данного исследования явилось обобщение опыта картирования входящего возбуждения в устья ЛВ на основании анализа электрофизиологических (ЭФ) данных, полученных в процессе катетерной изоляции устьев ЛВ.

## МАТЕРИАЛИ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализированы результаты ЭФ исследований, проведенных у 117 пациентов с ФП перед изоляцией 468 вен до начала самого РЧ воздействия.

Протокол исследования включал следующие этапы:

1. Оценку входящей активации вены на синусовом ритме,
2. Оценку входящей активации вены (см рис. 1) при асинхронной учащающей электростимуляции (ЭКС) из нескольких областей:
  - проксимальной пары коронарного синуса (CSprox), что соответствовало активации нижней трети межпредсердной перегородки,
  - дистальной пары коронарного синуса (CSdist), что соответствовало активации базального участка боковой стенки левого предсердия (ЛП),
  - крыши ЛП,
  - области устья правой верхней ЛВ (ПВЛВ).
3. Оценку активации вены в процессе её РЧ изоляции.

Активация исследовалась при помощи электрода Lasso, который последовательно вводился глубоко в каждую ЛВ и продвигался затем по направлению к ЛП до возникновения электрограммы, характерной для АВК. Данная электрограмма определялась наличием двух потенциалов: А - активации левого предсердия и PV - активации (спайка) миокарда лёгочной вены (рис. 2). PV-спайком считали потенциал амплитудой более 0,3 мВ при регистрации без использования низкочастотного фильтра.

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ активации УЛВ позволил выделить два типа входящего возбуждения (табл. 1):

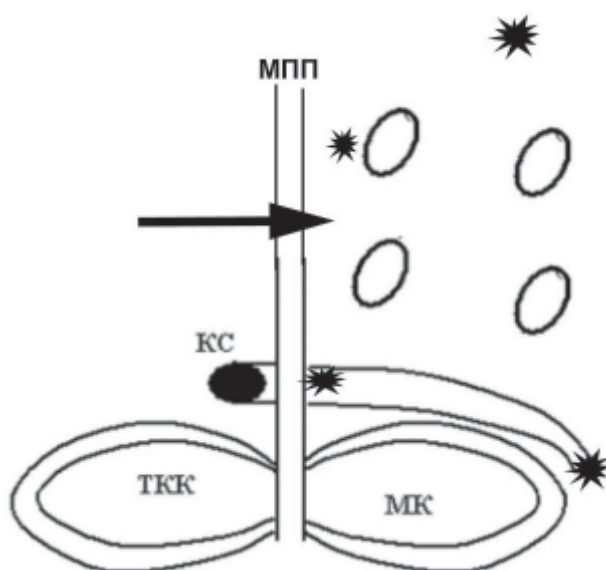
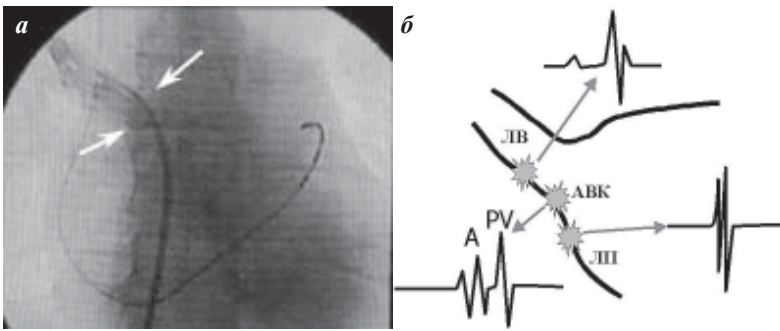


Рис. 1. Топография мест диагностической электростимуляции (указаны звёздочки). Стрелка показывает направление активации при синусовом ритме. МК - митральный клапан, ТКК - трикуспидальный клапан, КС - коронарный синус, МПП - межпредсердная перегородка.



**Рис. 2. Анатомические и электрофизиологические критерии АВК:** а - контрастирование правой верхней ЛВ, АВК указан стрелками; б - морфология электрограммы АВК (ЛП - левое предсердие, ЛВ - лёгочная вена. АВК - атрио-венозный контакт).

**Таблица 1.**

**Особенности входящего возбуждения в лёгочную вену**

Характеристика	wide connection (I)	narrow gate (II)
ΔPV, мс	<20 мс	>20 мс
Изменение вектора ЭКС	изменение точки прорыва	-
Реакция на проведение РЧ изоляции устья	-	изменение фронта активации PV

I активация вены широким фронтом, что говорило о широком сообщении между миокардом ЛП и ЛВ («wide connection»);

II активация вены через небольшой участок («коридор») с дальнейшим её возбуждением уже изнутри вены по всему периметру («narrow gate»).

В качестве факторов, определяющих принадлежность входящей активации к одному из этих типов, выделены три критерия:

1) дисперсия потенциалов PV (ΔPV) (рис. 3, 4). При активации первого типа миокард области УЛВ возбуждался практически одновременно, а ΔPV составляла не более

20 мс (7,3±1,1 мс; от 0 до 16 мс). При активации второго типа возбуждение вены осуществлялось по периметру вены из одной точки (через узкий «коридор»), а ΔPV составляла более 20 мс (29,1±1,9 мс; от 21 до 36 мс). Соответственно этому при активации «коридорного» типа можно было выделить «точку прорыва» возбуждения и эффект слияния (fusion) на противоположных парах.

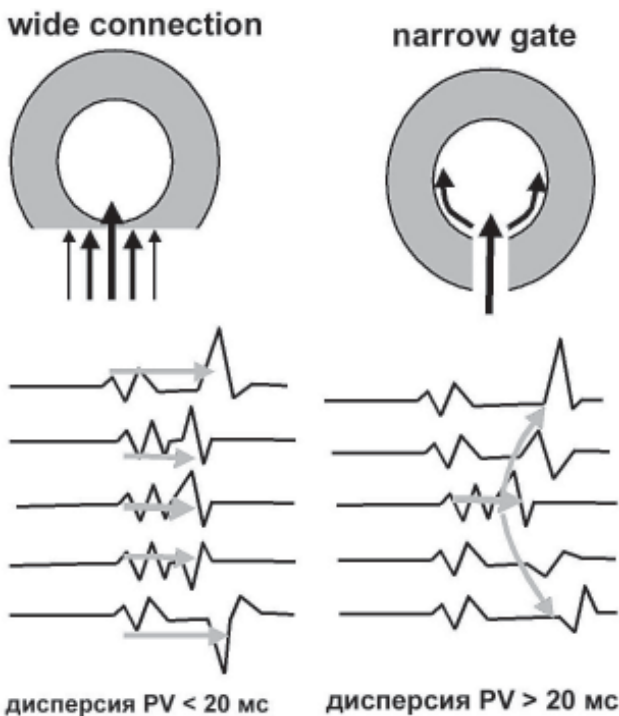
2) активация венозной муфты при ЭКС из различных участков (рис. 5-7, рис. 5 см. на цветной вклейке). Изменение вектора возбуждения ЛП при активации первого типа приводило к соответствующему смещению точки «входа» в направлении источника стимуляции по ходу АВК. При активации второго типа изменение области стимуляции приводило к сохранению точки прорыва в ЛВ через «коридор».

3) реакция на проведение аблации точки «прорыва» устья являлась наиболее точным критерием (рис. 8-9).

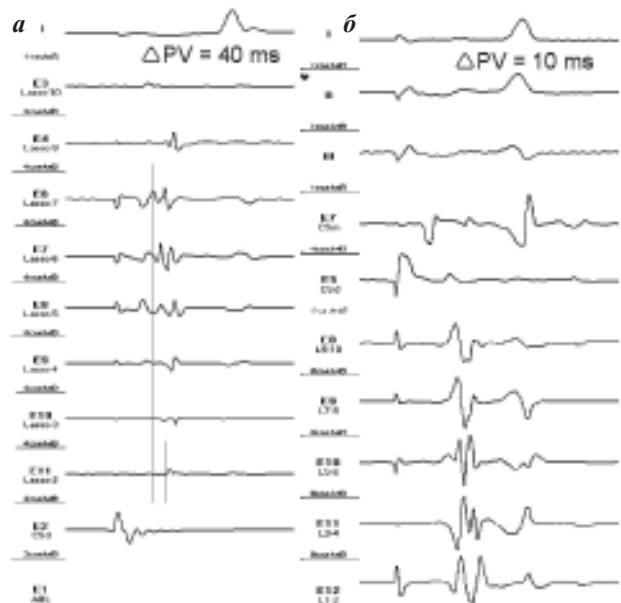
При активации первого типа в процессе аблации отмечалось смещение точки «входа» возбуждения к соседним участкам, что постепенно сужало зону контакта миокарда ЛП и ЛВ и переводило в конечном итоге вену первого в вену «коридорного» типа.

При активации второго типа точечная аблация зоны «прорыва» приводила к закрытию данного «входа» на первой-третьей аппликации, что проявлялось одним из двух феноменов:

- блокадой УЛВ с исчезновением потенциалов PV на всех парах Lasso (в том случае, если данная вена имела лишь один «коридор»), что наблюдалось в 35,6% ЛВ с этим типом активации (рис. 10, 11).



**Рис. 3. Механизм дисперсии спайков ЛВ при двух типах активации.**



**Рис. 4. Примеры дисперсии спайков ЛВ при двух типах активации:** а - активация второго типа в правой верхней ЛВ на синусовом ритме; б - активация первого типа в левой верхней ЛВ во время ЭКС ЛП.

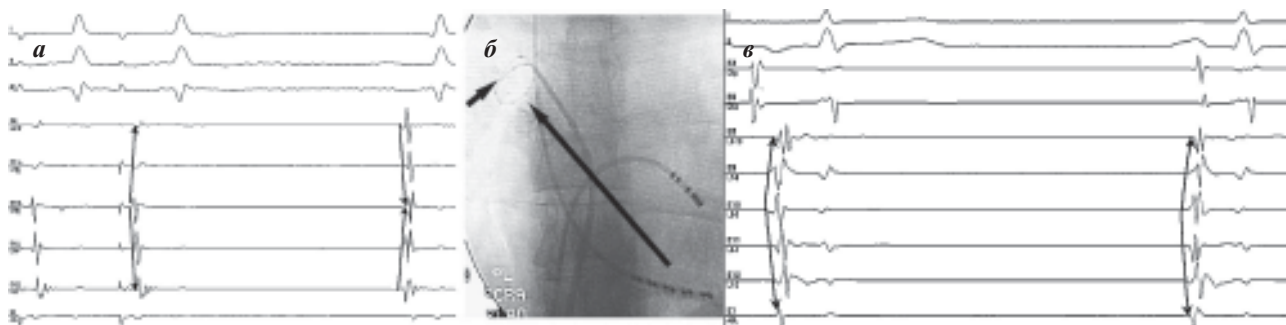


Рис. 6. Примеры реакции ЛВ с разным типом входящего возбуждения на изменение вектора активации ЛП: электрограммы (а) и рентгенографическое положение электродов (б) вены с первым типом активации, стрелки показывают изменение входа активации от третьей пары при ЭКС из коронарного синуса (слева) к пятой паре при синусовм возбуждении (справа); в - вена со вторым типом активации, на синусовом ритме и при ЭКС отмечается входящая активация на 3-ей паре.

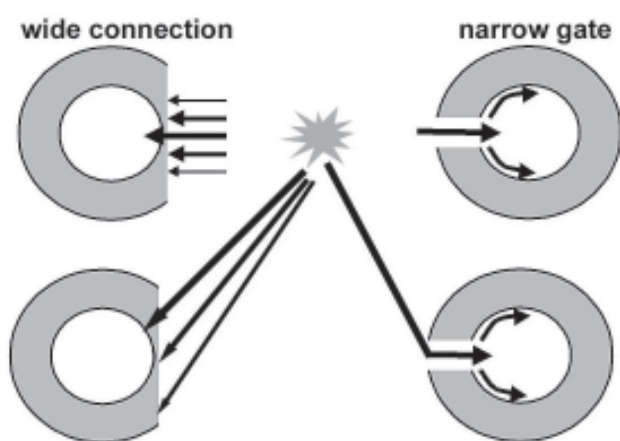


Рис. 7. Механизм изменения активации ЛВ при ЭКС из различных участков.

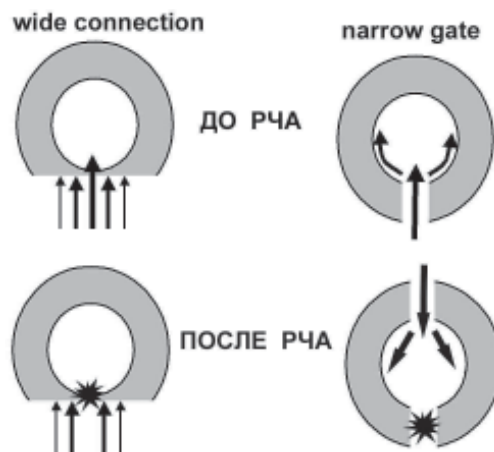


Рис. 8. Изменения активации ЛВ после абляции точки «прорыва».

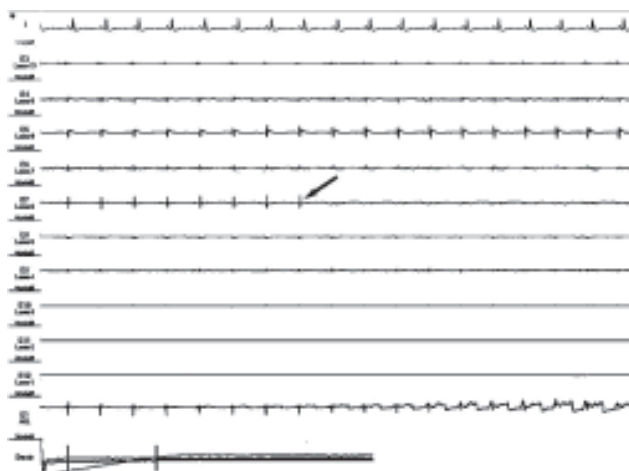


Рис. 9. Момент абляции устья правой верхней ЛВ у больного Т. Воздействие на шестой паре Lasso приводит к локальному исчезновению спайков без изменения характера активации вены, что говорит об активации первого типа.

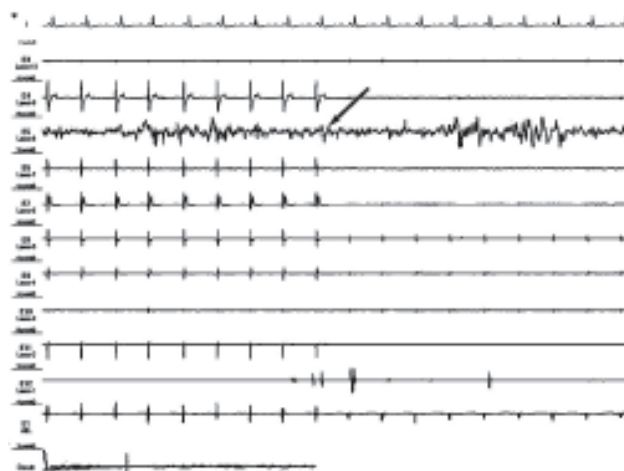
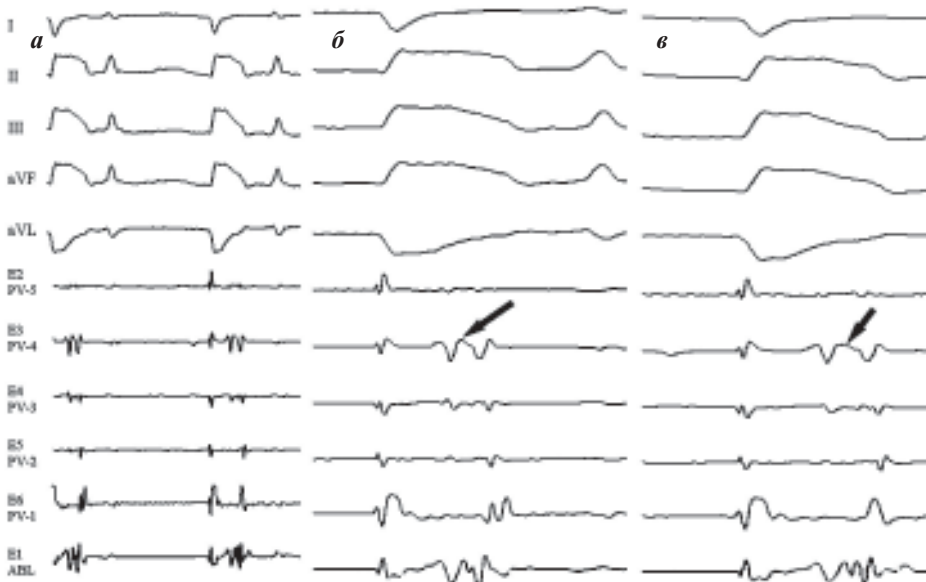


Рис. 10. Момент абляции устья ЛНЛВ у больной К. Воздействие на восьмой паре Lasso приводит к полному исчезновению спайковой активности на всех остальных парах (где сохраняются лишь потенциалы ЛП), что говорит об устранении «коридора» входящей активации.



**Рис. 11.** Стимуляционная активация левой нижней ЛВ больной И.: а, б - состояние до аблации с «прорывом» на четвёртой паре Lasso (PV-4) и дисперсией спайков ЛВ 29 мс, что говорит об активации второго типа; в - состояние после РЧ воздействия в области точки «прорыва» с удлинением интервала А-РВ на 20 мс без изменения характера активации на других парах, что является доказательством замедления проведения через «коридор», последующая аппликация в этом же месте привела к полной изоляции вены.

- блокада данного «коридора» с активацией ЛВ через новый «коридор» (при наличии более чем одного независимого участка соприкосновения миокарда ЛП и ЛВ), что наблюдалось в 64,4% ЛВ с этим типом активации (рис. 12).

В соответствии с описанными типами активации, выделены четыре типа лёгочных вен:

1. Вены с отсутствием электрической активности («молчащие» вены; 135 вен; 28,8%).
2. Вены, имеющие один вход по типу «wide connection» (196 вен; 41,9%).
3. Вены, имеющие один вход по типу «narrow gate» (47 вен; 10%).
4. Вены, имеющие смешанную структуру входящей активации (90 вен; 19,3%), среди них
  - сочетание «I+I» (6 вен; 1,3%),
  - сочетание «I+II» (48 вен; 10,3%),
  - сочетание «I+II+II» (3 вены; 0,6%),
  - сочетание «II+II» (30 вена; 6,4%),
  - сочетание «II+II+II» (3 вены; 0,6%).

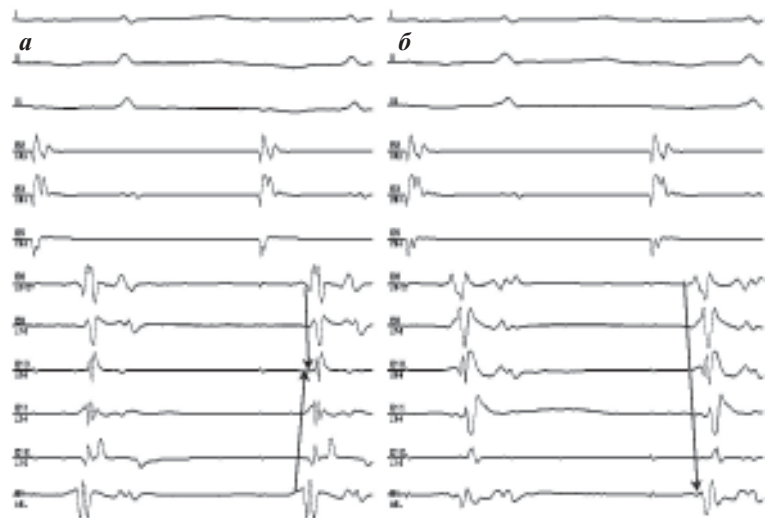
Основным документальным подтверждением нескольких мест входящего возбуждения вены являлось кардинальное изменение фронта активации вены после устранения исходного «прорыва» (рис. 13).

#### Ширина входящей активации

Дополнительно, проведена оценка протяжённости электрически активного миокарда устья по отношению к периметру вены ( $L_{pv}$ ), которая рассчитывалась по следующей формуле:

$$L_{pv} = (N_{pv}/N) \times 100\%$$

где,  $N_{pv}$  - количество пар Lasso, на которых регистрировалась спайковая активность,  $N$  -



**Рис. 12.** Характер стимуляционной активации правой нижней ЛВ у больного Г. до (а) и после (б) нескольких аппликаций в зоне «прорыва». До аблации возбуждение распространяется от 1 и 5 пар к третьей; после аблации на первой паре - от пятой пары к первой, что говорит об активации вены через новый не функционирующий до этого «вход».

общее количество пар Lasso, контактирующих со стенкой вены.

Протяжённость миокарда устья составляла от 0% до 100%, причём в венах с первым типом активации -  $78,6 \pm 1,3\%$  (от 30% до 100%), а в венах со вторым типом активации -  $18,3 \pm 0,9\%$  (от 5% до 90%;  $p < 0,05$ ).

Для определения ширины места прорыва рассчитывался коэффициент  $L_{gap}$  по следующей формуле:

$$L_{gap} = (N_{abl}/N) \times 100\%$$

где,  $N_{abl}$  - количество пар Lasso, при аблации на которых произошло исчезновение активации муфты ЛВ; таким образом, это значение отражало ширину зоны «прорыва» (зоны соприкосновения миокарда ЛП и ЛВ),  $N$  - общее количество пар Lasso, контактирующих со стенкой ЛВ.

Значения  $L_{gap}$  варьировали от 5 до 100%, причём в венах с первым типом активации -  $76,9 \pm 1,5\%$  (от 30% до 100%) и у пациентов со вторым типом активации -  $17,0 \pm 0,9\%$  (от 5% до 30%;  $p < 0,05$ ).

Обнаружение различной протяжённости миокарда по периметру в венах с обоими типами активации позволило выделить внутри второго и третьего типов вен два подтипа:

- 2А - вены с «широкой» активацией по всему периметру;  $L_{pv} \geq 70\%$  (110 вен; 23,5%);
- 2В - вены с «широкой» активацией участка вены;  $L_{pv} < 70\%$  (86 вен; 18,4%);

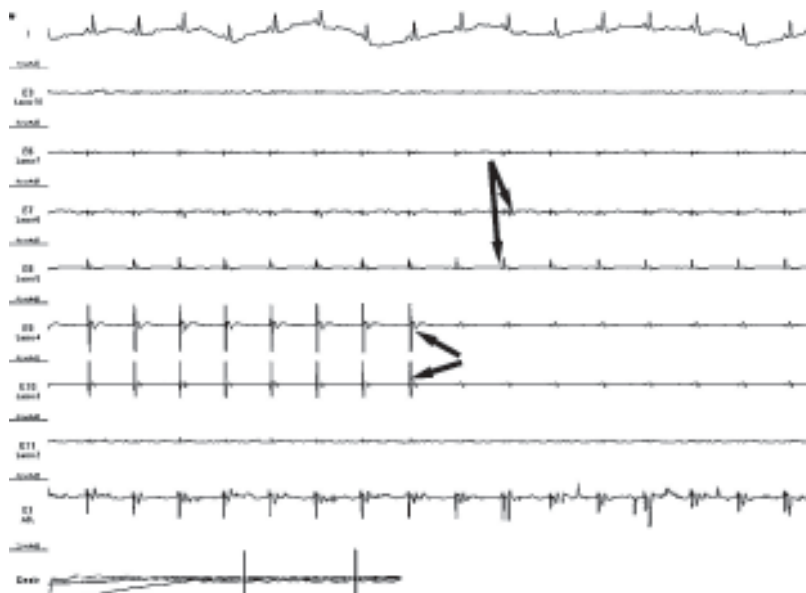


Рис. 13. Момент абляции в точке «входящего» возбуждения левой верхней ЛВ у больной С. В процессе воздействия на второй паре Lasso отмечается исчезновение активности на 2-4 парах (горизонтальные стрелки), которые активировались через «коридор» второй пары. В то же время сохраняется спайковая активность на Lasso-5,6,7, которые возбуждаются через второй, «скрытый» до этого времени «вход».

3А - вены с «коридорной» активацией большой площади вены;  $L_{pv} \geq 30\%$  (20 вен; 4,3%),

3В - вены с «коридорной» активацией участка вены, в которых электрически активный миокард распределялся в виде продольной полоски;  $L_{pv} < 30\%$  (27 вен; 5,7%).

Рис. 14 показывает различные варианты взаимодействия миокарда АВК и самой муфты. Отсутствие электрической активности в венах первого типа может объясняться двумя причинами: полной циркулярной блокадой на уровне АВК (рис. 14,а) либо склерозом самого миокарда муфты (рис. 14,б). В любом случае, этот тип должен соответствовать выраженным дегенеративным процессам в устье ЛВ.

В венах второго типа активация осуществляется широким фронтом, что говорит об относительной сохранности и АВК и миокарда вены. Для достижения эффекта изоляции вены 2А типа (рис. 14,в) требуется создание циркулярной линии, при 2В типе (рис. 14,г) - несколько аппликаций, изолирующих активный участок.

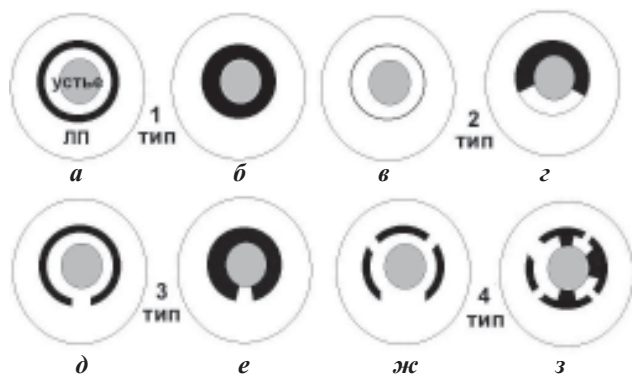


Рис. 14. Различные варианты электрического возбуждения устьев лёгочных вен. Объяснения в тексте.

В венах третьего типа активация осуществляется через единственный узкий «коридор» активного миокарда в АВК и возбуждает вену либо по всему периметру (рис. 14,д), либо такую же узкую продольную полоску при субтотальном склерозе миокарда вены (рис. 14,е). В любом случае для достижения изоляции достаточно нанесения одной-трёх аппликаций в области «коридора».

Миокард вен четвёртого типа может иметь самое причудливое и сложное строение. Рис. 14,ж показывает вену с циркулярным миокардом, который может активироваться через три «входа». Следовательно, при устранении одного из них в процессе абляции характер возбуждения вены поменяется и будет осуществляться через другой «вход». На рис. 14,з показана вена, миокард которой разомкнут на три сегмента, каждый из которых активизируется через отдельный «вход», а левый сегмент - через два участка. Следовательно, устранение каждого «входа» в процессе абляции приведёт к исчезновению активации соответствующего миокардиального сегмента без изменения возбуждения в других участках.

На основании вышеизложенного, можно расположить типы вен в порядке усиления дегенеративных процессов УЛВ следующим образом: 2А - 3А - 2В - 4 - 3В - 1.

Таким образом, в процессе исследования обнаружен полиморфизм входящей активации ЛВ. В 19,3% случаев отмечались дополнительные участки «скрытого» входящего возбуждения, которые могли быть обнаружены лишь при изменении вектора активации ЛП или после устранения основной «входящей» активации. В 86/90 венах со смешанной входящей активацией область преимущественного возбуждения соответствовала медиальному сегменту периметра, что соответствует вектору синусового возбуждения.

#### Особенности атрио-венозных контактов ЛВ

Табл. 2. демонстрирует качественные отличия ЭФ свойств верхних и нижних ЛВ. В частности, нижние ЛВ по сравнению с верхними чаще имели «коридорный» (третий) тип активации (16,7% и 3,5% соответственно), смешанный («четвёртый») тип активации (25,6% и 12,8% соответственно), также чаще регистрировалось отсут-

Таблица 2.

Распределение атрио-венозных контактов в зависимости от топографии устьев лёгочных вен

Тип вены	ПВЛВ	ЛВЛВ	ПНЛВ	ЛНЛВ
I, %	20,5	18,7	32,6	43,6
II, %	58,1	70,1	22,2	17,1
III, %	3,5	3,5	16,2	17,1
IV, %	17,9	7,7	29	22,2
$L_{pv}$ , %	$56,6 \pm 1,1$	$45,6 \pm 1,5$	$29,6 \pm 1,0$	$24,6 \pm 1,3$

где, ПВЛВ - правые верхние, ЛВЛВ - левые верхние, ПНЛВ - правые нижние, ЛНЛВ - левые нижние легочные вены

ствии электрической активности («молчащие» вены) (38% и 19,7% соответственно). Напротив, в верхних ЛВ преобладала входящая активация «широким фронтом» (19,7% и 64,1% соответственно). Протяжённость атрио-венозного контакта располагалась в нисходящем порядке следующим образом: ПЛВ - ЛВЛВ - ПНЛВ - ЛНЛВ, причём значимые различия ( $p < 0,05$ ) получены лишь для верхних и нижних ЛВ ( $51,3 \pm 1,4\%$  и  $27,1 \pm 1,1\%$  соответственно;  $p = 0,005$ ). Различия по указанным параметрам между правыми и левыми венами были не достоверны.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В процессе исследования были выделены два типа входящей активации УЛВ и четыре разновидности ЭФ свойств её миокардиальной муфты. Ключевым моментом к подобному разделению явилась реакция предсердно-венозного проведения в ответ на абляцию на уровне устья, а также характер активации вены при изменении места ЭКС. Впервые показана возможность существования нескольких мест «входящей» активации, одно из которых является доминирующим, а остальные - «скрытыми». Наши данные о существовании нескольких мест «входящей» активации УЛВ подтверждаются данными Goya M. [2], который обнаружил подобную закономерность в отношении устья верхней полой вены. Более глубокое понимание особенностей АВК несомненно поможет интервенционным электрофизиологам при выполнении остиальных абляций.

В предшествующих работах уже были установлены качественные отличия верхних и нижних ЛВ в отношении формы устьев [11], что связано с прилеганием нижних вен к главным бронхам. Макроанатомические и

гистологические исследования показали, что верхние ЛВ имеют более широкие [6], протяжённые [10] и мощные [9] миокардиальные муфты по сравнению с нижними венами. Haissaguerre M. et al. [3] отметил более частую инициацию ФП именно в верхних ЛВ. Yamane T. [12] продемонстрировал, что верхние ЛВ активируются обычно через нижние сегменты, в то время как нижние - преимущественно через верхние сегменты. В нашей работе получены ЭФ различия АВК между нижними и верхними ЛВ, доказывающие значимую ЭФ гетерогенность анатомического устья нижних вен, что возможно играет большую роль в поддержании патологического возбуждения, иницирующегося в других венах. Chen S.A. et al. [1] показал значимые отличия в возбудимости и проводимости правых и левых ЛВ, однако, наше исследование не обнаружило таких закономерностей.

### ВЫВОДЫ

1. Анализ Lasso-электрограмм на уровне анатомического устья лёгочной вены позволяет оценить характер её входящей активации и количество зон «входа» в вену.
2. По нашим данным 19,3% лёгочных вен имеют несколько участков «входа», один из которых является доминирующим (функционирует на синусовом ритме), а остальные - скрытыми (активируются при изменении фронта левопредсердного возбуждения либо после абляции основного «входа»).
3. Нижние лёгочные вены имеют преимущественно «коридорный» (16,7%), многоканальный (25,6%) тип активации либо блок проведения на уровне АВК (38%). Напротив, в верхних лёгочных венах преобладает входящая активация «широким фронтом» (64,1%).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Chen S.A., Hsieh M.H., Tai C.T. et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from the pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation // *Circulation*. - 1999. - V.100. - P.1879-1886.
2. Goya M., Ouyang F., Ernst S. et al. Electroanatomic mapping and catheter ablation of breakthroughs from the right atrium to the superior vena cava in patients with atrial fibrillation // *Circulation*. - 2002. - V.106. - P.1317
3. Haissaguerre M., Jais P., Shah D.C. et al. Electrophysiological end point for catheter ablation of atrial fibrillation initiated from multiple pulmonary venous foci // *Circulation*. - 2000. - V.101 - P.1409-1417.
4. Haissaguerre M., Jais P., Shah D.C. et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins // *NEJM*. - 1998. - V.339. - P.659-666.
5. Haissaguerre M., Sanders P., Hocini M. et al. Pulmonary veins in the substrate for atrial fibrillation: The "venous wave" hypothesis // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2004. - V.43. - P.2290-2292.
6. Hamabe A., Okuyama Y., Miyauchi Y. et al. Correlation between anatomy and electrical activation in canine pulmonary veins // *Circulation*. - 2003. - V.107. - P.1550-1555.
7. Hassink R.J., Aretz H.T., Ruskin J. et al. Morphology of atrial myocardium in human pulmonary veins. A postmortem analysis in patients with and without atrial fibrillation // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2003. - V.42. - P.1108-1114.
8. Lemola K., Oral H., Chugh A. et al. Pulmonary vein isolation as an end point for left atrial circumferential ablation of atrial fibrillation // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2005. - V.46. - P.1060-1066.
9. Nathan H., Eliakim M. The junction between the left atrium and the pulmonary veins: an anatomic study of human hearts // *Circulation*. - 1966. - V.34. - P.412-422
10. Tagawa M., Higuchi K., Chinushi M. et al. Myocardium extending from the left atrium onto the pulmonary veins // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 2001. - V.24. - P.1459-1463.
11. van der Voort P. H., van den Bosch H., Post J. C. et al. Determination of the spatial orientation and shape of pulmonary vein ostia by contrast-enhanced magnetic resonance angiography // *Europace*. - 2006. - V.8(1). - P.1 - 6.
12. Yamane T., Shah D.S., Jais P. et al. Electrogram polarity reversal as an additional indicator of breakthroughs from the left atrium to the pulmonary veins // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2002. - V.39. - P.1337-1344.

## ОСОБЕННОСТИ ВХОДЯЩЕЙ АКТИВАЦИИ УСТЬЕВ ЛЁГОЧНЫХ ВЕН

*А.Н.Туров, Е.А.Покушалов, П.Л.Шугаев*

С целью обобщения опыта картирования входящего возбуждения в устья легочных вен (ЛВ) на основании электрофизиологических (ЭФ) данных, полученных в процессе катетерной изоляции устьев ЛВ проанализированы результаты исследований, проведенных у 117 пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП) перед изоляцией 468 ЛВ. Оценивали входящую активацию ЛВ на синусовом ритме, при электростимуляции (ЭКС) из коронарного синуса (проксимальной и дистальной пар), крыши левого предсердия, области устья правой верхней ЛВ, а также активацию ЛВ в процессе их радиочастотной изоляции. Активация исследовалась при помощи электрода Lasso.

Анализ активации устьев ЛВ позволил выделить активацию ЛВ широким фронтом («wide connection») и через небольшой участок - «коридор» («narrow gate»). В соответствии с описанными типами активации, выделены четыре типа ЛВ: с отсутствием электрической активности («молчащие» вены; 135 вен; 28,8%), имеющие один вход по типу «wide connection» (196 вен; 41,9%), имеющие один вход по типу «narrow gate» (47 вен; 10%), со смешанной структурой активации (90 вен; 19,3%). Ключевым моментом к подобному разделению явилась реакция предсердно-венозного проведения в ответ на абляцию на уровне устья, а также динамика характера активации вены при изменении места ЭКС. Впервые показана возможность существования нескольких мест «входящей» активации, одно из которых является доминирующим, а остальные - «скрытыми». Получены различия атриовенозных контактов между нижними и верхними ЛВ, доказывающие значимую ЭФ гетерогенность анатомического устья нижних ЛВ, что возможно играет большую роль в поддержании патологического возбуждения, иницирующегося в других венах.

Таким образом, анализ Lasso-электрограмм на уровне анатомического устья ЛВ позволяет оценить характер её входящей активации и количество зон «входа» в вену. По нашим данным 19,3% лёгочных вен имеют несколько участков «входа», один из которых является доминирующим (функционирует на синусовом ритме), а остальные - скрытыми (активируются при изменении фронта левопредсердного возбуждения либо после абляции основного «входа»). Нижние лёгочные вены имеют преимущественно «коридорный» (16,7%), многоканальный (25,6%) тип активации либо блок проведения на уровне атриовенозных контактов (38%). Напротив, в верхних лёгочных венах преобладает входящая активация «широким фронтом» (64,1%).

## PECULIAR FEATURES OF INCOMING ACTIVATION OF PULMONARY VEIN OSTIA

*A.N. Turov, E.A. Pokushalov, P.L. Shugaev*

To summarize the experience of mapping of incoming activation of the pulmonary vein ostia on the grounds of analysis of electrophysiological data in the course of catheter isolation of the pulmonary vein ostia, the results of examinations performed in 117 patients with atrial fibrillation prior to the isolation procedure of 468 pulmonary veins were analyzed. The incoming activation of pulmonary veins at the sinus rhythm was assessed in pacing from the coronary sinus (proximal and distal pairs), the left atrium roof, the right upper pulmonary vein ostium, and the pulmonary vein activation in the course of their radiofrequency isolation were evaluated as well.

The analysis of the pulmonary vein ostia activation permitted one to reveal the pulmonary vein activation by “wide connection” and through “narrow gate”. In accordance with the types of activation earlier described, four following types of pulmonary veins were selected: with absence of electrical activity (“silent” veins; 135 veins, 28.8%), with one entry by “wide connection” type (196 veins, 41.9%), with one entry by “narrow gate” type (47 veins, 10%), and with a combined structure of activation (90 veins, 19.3%). The main aspect contributing to this differentiation was the response of the atrio-ventricular conduction to the ablation at the level of ostium as well as the dynamic of the vein activation in the course of change of the pacing site. A possible existence of several sites of incoming activation was shown for the first time, one of them being the dominating one and other sites, latent ones. The differences in atrio-venous contacts between inferior and superior pulmonary veins were observed witnessing a significant electrophysiological heterogeneity of anatomiv ostium of the inferior pulmonary veins, that probably played an important role in maintenance of a pathological excitement initiated in other veins.

Thus, the analysis of Lasso-electrograms at the level of the pulmonary vein anatomic ostia allows one to assess the character of its incoming activation and the number of “entrance” sites to the vein. According to the authors’ data, 19.3% of pulmonary veins have several “entrance” sites, one of them being dominating (it functionates at the background of the sinus rhythm), other ones being latent (they are activated in the course of changes in the front of left-atrial excitement or after ablation of the main “entrance”). The inferior pulmonary veins have predominantly “corridor” (16.7%) or multi-channel (25.6%) types of activation or a conduction block at the level of atrio-ventricular contacts (38%). On the contrary, the incoming activation by “wide connection” prevails in superior pulmonary veins.