

Рубрика: хирургическая аритмология

© Л.А. БОКЕРИЯ, О.Л. БОКЕРИЯ, М.Б. БИНИАШВИЛИ, Ш.Н. САБИРОВ, Т.В. НАЗИМОВ, 2019
© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2019

УДК 616.124-008.318-089.87-092.4:615.472.5
DOI: 10.15275/annaritmol.2019.3.1

РЕЗУЛЬТАТЫ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ И РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ ПРИ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ АРИТМИЯХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Тип статьи: оригинальная статья

Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, М.Б. Биниашвили, Ш.Н. Сабиров, Т.В. Назимов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Бокерия Лео Антонович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, директор Центра; Бокерия Ольга Леонидовна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, гл. науч. сотр.; Биниашвили Михаил Борисович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр.; Сабиров Шерзод Насырович, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург, E-mail: sherzod403_86@mail.ru; Назимов Тимур Владимирович, сердечно-сосудистый хирург

Цель. При желудочковых тахикардиях субстрат аритмии иногда расположен в глубине миокарда или ближе к эпикардиальной поверхности сердца. В таких случаях попытки эндокардиальной абляции оказываются неэффективными. Цель исследования – разработка и экспериментальная апробация методики торакоскопического картирования правого и левого желудочков сердца и радиочастотной абляции зон эктопической активности на работающем сердце в условиях эксперимента.

Материал и методы. В исследование были включены 20 свиней массой 35–45 кг. К 1-й группе отнесены 10 (50%) животных, которым были проведены торакоскопическое эпикардиальное картирование и абляция с помощью биполярного картирующего электрода AtriCure из левосторонней торакоскопии. Во 2-ю группу вошли также 10 (50%) свиней, у которых эпикардиальное картирование и абляция были выполнены доступом через левостороннюю торакотомию с помощью биполярного картирующего электрода AtriCure, при этом моделирование эктопической активности из выводных отделов левого и правого желудочков, а также радиочастотную абляцию проводили под контролем зрения по стандартным и описанным для данных манипуляций методикам.

Результаты. В обеих группах был достигнут адекватный оперативный доступ ко всем стенкам левого и правого желудочков, успешно осуществлено моделирование патологии (эктопической активности из выводных отделов левого и правого желудочков) и проведена успешная абляция участков миокарда на работающем сердце. Показатели центральной гемодинамики были стабильными на протяжении всех вмешательств. Общая длительность операций в среднем составила $59,47 \pm 5,83$ мин в 1-й группе и $62,18 \pm 6,16$ мин во 2-й группе ($p=0,041$), время искусственной вентиляции легких – $58,85 \pm 6,42$ и $110 \pm 14,2$ мин в 1-й и 2-й группах соответственно ($p=0,097$). В обеих группах во время имплантации электрода и абляции регистрировались желудочковые экстрасистолы и короткие пробежки желудочковой тахикардии.

Заключение. Методика торакоскопического эпикардиального картирования позволяет безопасно и прецизионно проводить картирование левого и правого желудочков сердца и выполнять эффективную абляцию очагов эктопических желудочковых аритмий.

Ключевые слова: желудочковые тахикардии; эпикардиальное картирование; торакоскопическая абляция.

THE RESULTS OF THORACOSCOPIC MAPPING AND RADIOFREQUENCY ABLATION OF VENTRICULAR TACHYCARDIA EXPERIMENTALLY

L.A. Bockeria, O.L. Bockeria, M.B. Biniashvili, Sh.N. Sabirov, T.V. Nazimov

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS and RAMS, Director;

O'ga L. Bockeria, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS, Chief Researcher;

Mikhail B. Biniashvili, Cand. Med. Sc., Leading Researcher;

Sherzod N. Sabirov, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon, E-mail: sherzod403_86@mail.ru;

Timur V. Nazimov, Cardiovascular Surgeon

Objective. In some patients with ventricular tachycardia, the substrate is localized deep in the myocardium or close to the epicardial surface of the heart. In these cases, endocardial ablation is ineffective. The aim of the study was to assess feasibility of the off-pump thoracoscopic epicardial mapping of the right and left ventricles and radiofrequency ablation of the ectopic focuses in experimental models.

Material and methods. Twenty pigs were included into the study. They were divided into two groups. In Group 1 left sided thoracoscopic epicardial mapping and ablation using AtriCure bipolar pen were performed in 10 pigs. In Group 2 epicardial mapping and ablation through left-sided thoracotomy using the same device were carried out in 10 pigs.

Results. All thoracoscopic operations were performed successfully concerning operative approach to the right and left ventricles, modeling of the pathology (ectopic beats from the right and left outflow tracts) and ablation. Parameters of central hemodynamics remained unchanged in all cases. The mean duration of procedures was 59.47 ± 5.83 minutes in Group 1, and 62.18 ± 6.16 minutes in Group 2 ($p=0.041$). The mean duration of lung ventilation was 58.85 ± 6.42 and 110 ± 14.2 min in Groups 1 and 2, respectively ($p=0.097$). In both groups the premature ventricular beats and short duration of ventricular tachycardia during lead implantation and ablation were registered.

Conclusion. Thoracoscopic epicardial mapping and ablation of the right and left ventricular outflow tracts are feasible and safe.

Keywords: ventricular tachyarrhythmias; epicardial mapping; thoracoscopic ablation.

Введение

В настоящее время альтернативой применению антиаритмических препаратов при симптомных желудочковых нарушениях ритма является катетерная эндокардиальная радиочастотная абляция — эффективный метод лечения идиопатических желудочковых нарушений ритма сердца у пациентов с постинфарктными желудочковыми тахикардиями и неишемической кардиомиопатией [1, 2]. Однако у некоторых больных субстрат аритмии расположен в глубине миокарда или ближе к эпикардиальной поверхности сердца. В таких случаях попытки эндокардиальной абляции оказываются неэффективны, несмотря на улучшение технологии катетерных абляций [3, 4].

В мировой литературе отсутствуют как экспериментальные, так и клинические исследования по проведению торакоскопического эпикардиального картирования и биполярной радиочастотной эпикардиальной абляции. В связи с этим разработка и экспериментальная апробация методики торакоскопического эпикардиального картирования и радиочастотной абляции являются актуальной задачей современной сердечно-сосудистой хирургии. Хорошо известно, что торакоскопические технологии позволяют снизить фактор хирургической агрессии,

сократить время пребывания в стационаре, а также прецизионно, эффективно и безопасно проводить торакоскопические манипуляции.

В связи с этим целью работы стали разработка и экспериментальная апробация методики торакоскопического картирования правого и левого желудочков сердца и радиочастотной абляции зон эктопической активности на работающем сердце в условиях эксперимента.

Материал и методы

Разработку и экспериментальную апробацию торакоскопических методик выполняли в лаборатории моделирования и изучения патологии сердца и сосудов с операционным блоком и виварием экспериментального отдела НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева в 2018–2019 гг. в операциях на 20 интактных свиньях обоих полов массой 35–45 кг.

Животные, участвовавшие в экспериментальном исследовании, были разделены на две группы (табл. 1). К 1-й группе были отнесены 10 (50%) свиней, которым были проведены торакоскопическое эпикардиальное картирование и абляция с помощью биполярного картирующего электрода AtriCure (США) доступом из левосторонней торакоскопии. Масса тела экспериментальных животных 1-й группы составила в среднем $40,85 \pm 4,89$ кг, масса сердца была

Таблица 1

Характеристика экспериментального материала

Параметр	1-я группа	2-я группа
Число экспериментальных животных, <i>n</i> (%)	10 (50)	10 (50)
Средняя масса экспериментальных животных, кг	40,85 ± 4,80	41,92 ± 3,70
Средняя масса сердца, г	202,14 ± 87,37	190,15 ± 66,03
Средняя толщина миокарда левого желудочка, см	1,11 ± 0,19	1,13 ± 0,20
Мощность радиочастотного воздействия, Вт	30	30
Устройство для аблации	Биполярный электрод AtriCure	Биполярный электрод AtriCure

равна в среднем $202,14 \pm 87,37$ г. Во 2-ю группу были включены 10 (50%) свиней, у которых эпикардиальное картирование и аблацию выполняли доступом через срединную стернотомию с помощью биполярного картирующего электрода AtriCure. Масса экспериментальных животных 2-й группы в среднем составила $41,92 \pm 3,70$ кг, масса сердца – $202,14 \pm 87,37$ г.

При торакоскопическом эпикардиальном картировании и аблации использовали много-разовый 10-миллиметровый лапароскопический инструментарий. Из инструментов доступа применяли 10-миллиметровые бесклапанные торакопорты, из инструментов манипуляций – 5-миллиметровые лапароскопические приборы: диссектор, ножницы (рис. 1), ультразвуковой скальпель UltraCision (Ethicon EndoSurgery) (рис. 2). В исследовании использовали крупноформатную 10-миллиметровую 30° оптику (Karl Storz). Для эпикардиального картирования и аблации применяли биполярный электрод фирмы AtriCure (рис. 3).

Операции состояли из следующих трех этапов:

1) моделирование эктопической активности из выводных отделов правого и левого желудочков;

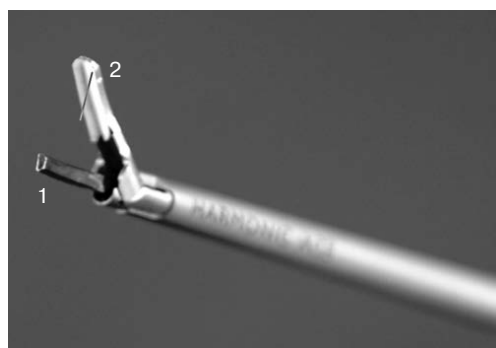


Рис. 1. Ультразвуковые ножницы Harmonic 36P.

1 – металлическая бранша для подачи энергии; 2 – бранша с пластиковым покрытием для зажима тканей

2) эпикардиальное картирование правого и левого желудочков на работающем сердце;

3) радиочастотная аблация в целевых зонах желудочков сердца.

В 1-й группе для доступа к передней стенке правого и ко всем стенкам левого желудочков использовали три торакоскопических порта в третьем, четвертом и шестом межреберьях слева. Испытуемые находились в правом полубоковом положении. Для доступа к боковой и задней стенкам правого желудочка, а также к задней стенке левого желудочка дополнительно применяли порт из левосторонней торакоскопии.

Для моделирования эктопической активности из выводных отделов правого и левого желудочков у особей обеих групп через I порт проводили два электрода для временной кардиостимуляции (Medtronic, США), которые с помощью лапароскопического иглодержателя подшивали к выводным отделам правого и левого желудочков. Моделирование желудочковой эктопической тахикардии из выводных отделов левого и правого желудочков осуществляли путем стимуляции с частотой, превышающей собственный ритм на 10 уд/мин.

С помощью 5-миллиметрового лапароскопического зажима, который вводили через II порт,



Рис. 2. Генератор ультразвука UltraCision



Рис. 3. Биполярное перо (Isolator Transpolar Pen)

фиксируют медиальный листок перикарда и отводят его в дорсальном направлении для визуализации передней стенки левого желудочка; оптику проводят через III порт. При помощи электрода Isolator Transpolar Pen (I порт) выполняют картирование передней стенки левого желудочка (рис. 4).

Для картирования правого желудочка, как уже было описано ранее, устанавливали дополнительный порт (IV). Далее осуществляли вскрытие перикарда, соединяя нижний конец линии вскрытия до места входа IV порта.

Аблацию в целевой точке миокарда выполняли при следующих параметрах: мощность 30 Вт, длительность воздействия 10–15 с, сопротивление 90–120 Ом. Для успешного повреждения миокарда в глубину и ширину дистальный конец электрода прикладывали к миокарду и придавливали небольшим усилием. Аблацию проводили под визуальным контролем при плотном контакте обеих металлических пластин с миокардом. Глубину и ширину повреждения миокарда оценивали гистологическим срезом участков миокарда.

Во 2-й группе для проведения операций использовали доступ из левосторонней торакотомии по четвертому межреберью. Перикард вскрывали Т-образно и фиксировали с помощью держалок с обеспечением доступа к аналогичным стенкам правого и левого желудочков сердца. Картирование и аблацию выполняли по аналогичной методике.

Для статистической обработки данных исследования использовали программу SPSS 13.0. При работе с параметрическими данными сравнение средних величин проводили с помощью стандартных методов вариационной статистики медико-биологического профиля для малых вы-

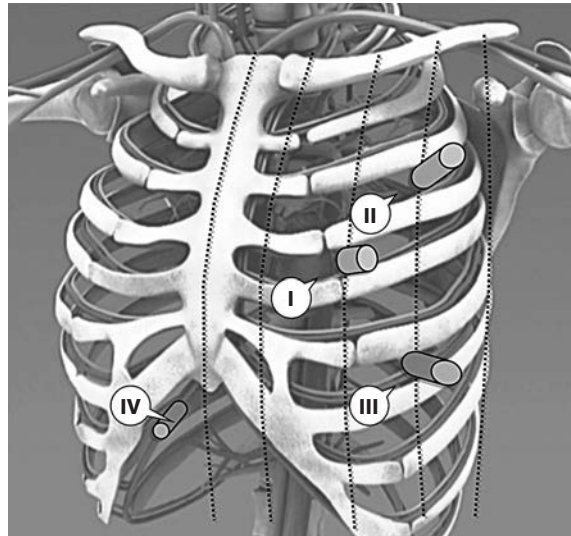


Рис. 4. Схема расположения портов: I порт в четвертом межреберном промежутке по среднелючичной линии, II порт в третьем межреберном промежутке по передней подмышечной линии и III порт в шестом межреберном промежутке по передней подмышечной линии, IV порт под мечевидным отростком грудины (субкисфоидально). При доступе к левому желудочку устанавливали первые три порта, последний — дополнительно при доступе к правому желудочку

борок. Для выявления существенных различий между средними значениями применяли критерий Стьюдента. Данные считали статистически значимыми при значении $p < 0,05$.

Результаты

Картирование левого желудочка

При картировании референтной точкой считали начало комплекса *QRS* во II стандартном отведении. Далее измеряли расстояние от референтной точки до спайка на электрограмме, записанной с помощью картирующего электрода с поверхности сердца.

Среднее время от референтной точки до спайка в базальном отделе боковой стенки левого желудочка составило $15,35 \pm 7,21$ мс. В среднем и верхушечном отделах боковой стенки левого желудочка время от референтной точки до спайка составило $19,75 \pm 8,62$ и $24,75 \pm 8,59$ мс соответственно.

Среднее время от референтной точки до спайка в базальном отделе задней стенки левого желудочка составило $25,70 \pm 6,54$ мс. В среднем и верхушечном отделах боковой стенки левого желудочка данные показатели сравнивались: $27,35 \pm 7,55$ и $32,45 \pm 9,01$ мс (рис. 5).

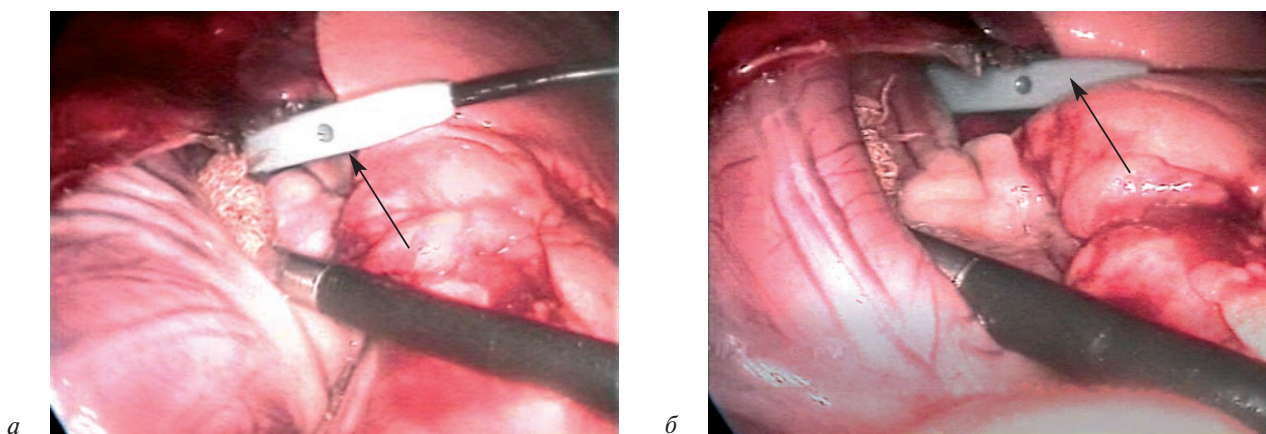


Рис. 5. Картирование левого желудочка (стрелками указано биполярное перо Isolator Transpolar Pen):
a – базальный отдел боковой стенки; *б* – базальный отдел задней стенки

Картирование правого желудочка

Среднее время от референтной точки до спайка в базальном отделе передней стенки правого желудочка составило $-34,85 \pm 5,98$ мс. В среднем и верхушечном отделах передней стенки правого желудочка оно составило $-17,60 \pm 4,65$ и $-0,80 \pm 5,35$ мс соответственно.

Среднее время от референтной точки до спайка в базальном отделе боковой стенки правого желудочка составило $-26,45 \pm 4,88$ мс, в среднем и верхушечном отделах боковой стенки правого желудочка оно равнялось $-8,35 \pm 5,68$ и $8,55 \pm 3,89$ мс (рис. 6).

Среднее время от референтной точки до спайка в базальном отделе задней стенки правого желудочка составило $-13,65 \pm 5,49$ мс, в среднем и верхушечном отделах задней стенки правого желудочка – $4,20 \pm 5,90$ и $19,80 \pm 4,51$ мс. Итоговые результаты представлены в таблице 2.

Радиочастотная абляция

При радиочастотном воздействии в течение 10 с глубина повреждения в среднем составила $3,49 \pm 0,37$ мм, а при 15 с – $4,09 \pm 0,37$ мм.

В связи с тем что зона повреждения имела эллипсовидную форму, площадь повреждения рассчитывали по формуле:

$$S = \pi \times R \times r,$$

где S – площадь эллипса, π – константа, равная 3,14, R – большой радиус, r – малый радиус.

В нашем исследовании большой радиус равен половине длины повреждения, а малый радиус – соответственно, половине ширины повреждения.

При радиочастотном воздействии в течение 10 с площадь повреждения в среднем составила $30,33 \pm 0,34$ мм², а при 15 с – $34,72 \pm 0,37$ мм² (табл. 3).

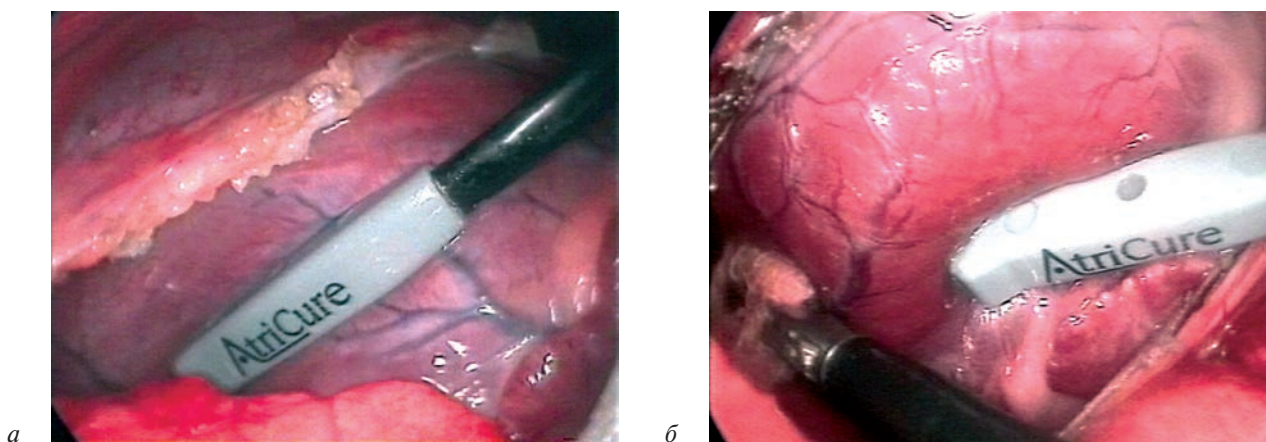


Рис. 6. Картирование правого желудочка:
a – базальный отдел передней стенки; *б* – базальный отдел боковой стенки

Таблица 2

Итоговые результаты эпикардального картирования желудочков при моделировании патологии

№ п/п	Зона картирования	Локальное время активации, мс		
		Базальный отдел	Средний отдел	Верхушечный отдел
1	Передняя стенка ЛЖ	-6,95±7,63	1,50±6,37	9,95±7,71
2	Боковая стенка ЛЖ	15,35±7,21	19,75±8,62	24,75±8,59
3	Задняя стенка ЛЖ	25,70±6,54	27,35±7,55	32,45±9,01
4	Передняя стенка ПЖ	-34,85±5,98	-17,60±4,65	-0,80±5,35
5	Боковая стенка ПЖ	-26,45±4,88	-8,35±5,68	8,55±3,89
6	Задняя стенка ПЖ	-13,65±5,49	4,20±5,90	19,80±4,51

Примечание. ЛЖ – левый желудочек; ПЖ – правый желудочек.

Таким образом, торакоскопическая радиочастотная абляция с помощью электрода Isolator Transpolar Pen позволяет провести эффективную абляцию очага эктопических желудочковых аритмий из выводных отделов правого и левого желудочков. Для достижения трансмурального

повреждения стенки миокарда толщиной менее 4 мм достаточно 10–15 с воздействия при мощности 30 Вт.

**Контрольная группа
и сравнительный анализ**

Операции во 2-й группе проводили доступом через левостороннюю торакотомию, при этом моделирование эктопической активности из выводных отделов левого и правого желудочков, а также радиочастотную абляцию выполняли под контролем зрения по стандартным и описанным для данных манипуляций методикам. Сравнительные результаты операций по основным избранным пунктам в обеих группах приведены в таблице 4.

Во всех проведенных нами операциях был достигнут адекватный оперативный доступ ко всем стенкам левого и правого желудочков, выполнено успешное моделирование патологии (эктопической активности из выводного отдела правого желудочка) и осуществлена успешная абляция участка миокарда на работающем сердце.

Общая длительность операций в среднем составила $59,47 \pm 5,83$ мин в 1-й группе и $62,18 \pm 6,16$ мин во 2-й группе ($p=0,041$). Продолжительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в среднем равнялась $58,85 \pm 6,42$ и $110 \pm 14,2$ мин в 1-й и 2-й группах соответственно ($p=0,097$).

Во время имплантации электродов и абляции регистрировались желудочковые экстрасистолы и короткие пробежки желудочковой тахикардии. Показатели центральной гемодинамики были стабильными на протяжении всех операций.

Две группы операций статистически значимо отличались по времени установки портов, вскрытия перикарда, имплантации электрода в выводной

Таблица 3

Параметры радиочастотного повреждения в зависимости от длительности воздействия (по результатам гистологического исследования)

№ операции	Площадь повреждения, мм ²	
	При РЧА в течение 10 с	При РЧА в течение 15 с
1	23,55	37,68
2	32,97	40,82
3	23,55	30,14
4	27,48	38,47
5	23,55	32,97
6	31,40	32,97
7	28,26	43,96
8	32,97	37,68
9	32,97	38,47
10	28,26	27,48
11	27,48	32,97
12	23,55	37,68
13	32,97	37,68
14	43,96	46,16
15	32,97	23,55
16	32,97	27,48
17	37,68	37,68
18	32,97	38,47
19	27,48	27,48
20	31,40	27,48
Среднее значение	$30,33 \pm 0,34$	$34,72 \pm 0,37$

Примечание. РЧА – радиочастотная абляция.

Временные характеристики процедур, мин

№	Этап	1-я группа	2-я группа	p
1	Подготовка и подключение ИВЛ	6,40±1,05	6,30±1,00	0,075
2	Установка портов	7,80±1,47	12,40±1,55 (стернотомия)	0,010
3	Вскрытие перикарда	7,65±2,00	5,52±1,53	0,008
4	Имплантация электрода в ВОПЖ (моделирование патологии)	6,05±1,43	4,05±1,23	0,065
5	Картирование левого и правого желудочков	19,15±3,88	17,21±4,71	0,089
6	Радиочастотная абляция (в одной зоне)	5,90±1,45	3,76±2,63	0,096
7	Ушивание точек портов	12,30±2,18	19,27±4,23 (сведение грудины)	0,013
Общее время хирургического вмешательства		59,47±5,83	62,18±6,16	0,041
Общая длительность ИВЛ		58,85±6,42	110±14,20	0,097

Примечание. ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ВОПЖ – выводной отдел правого желудочка.

отдел правого желудочка и ушивания послеоперационной раны. Не было выявлено достоверных различий по времени картирования и радиочастотной абляции, при этом общая длительность ИВЛ в послеоперационном периоде была статистически значимо больше в группе операций с применением стернотомии в качестве оперативного доступа.

Обсуждение

В мировой литературе существует всего лишь одна публикация, посвященная напрямую минимально инвазивному интраоперационному электрофизиологическому исследованию [5]. В статье приводятся результаты минимально инвазивного эпикардиального картирования, выполненного в эксперименте на свиньях с помощью специально разработанной зонтичной многоэлектродной пластины. Данную пластину можно проводить в грудную полость через троакар. Также было показано, что возможны правильная ориентация электродов, выполнение полностью эпикардиального картирования на работающем сердце и, что немаловажно, получение электрограмм хорошего качества, на основании которых возможно построение активационной карты с эпикардиальной поверхности сердца. При проводимых на эпикарде манипуляциях не отмечалось выраженных желудочковых аритмий и снижения артериального давления. Вместе с тем торакоскопия позволила визуализировать картируемые участки сердца, что в дальнейшем при проведении абляции позволит избежать осложнений, связанных с повреждением близко расположенных структур.

Согласно отчету European Heart Rhythm Association / Heart Rhythm Society, при проведении процедуры абляции по поводу желудочковой тахикардии доступ в перикард был осуществлен у 17% пациентов. Однако, по данным недавнего многоцентрового исследования, данный показатель составил 19%. Перикардиальный доступ был применен в следующих случаях: нормальная структура сердца (6% больных), ишемическая кардиомиопатия (16%), дилатационная кардиомиопатия (35%) и аритмогенная дисплазия правого желудочка (41%). Поскольку методика эпикардиального доступа становится все более распространенной, вероятно, количество пациентов с эпикардиальным доступом возрастет.

В настоящее время общепринятой методикой для эпикардиального доступа является доступ из левосторонней торакоскопии, однако в некоторых ситуациях также применяется хирургический доступ (боковая мини-торакотомия).

Е. Sosa et al. в 1996 г. впервые описали технику выполнения пункции перикарда доступом из левосторонней торакоскопии и проведения эпикардиального картирования в условиях электрофизиологической лаборатории [6].

В нашем исследовании значимо различались показатели общего времени вмешательства, включая продолжительность ИВЛ: в 1-й группе оно было достоверно меньше. Данное наблюдение мы связываем с возможностью ранней экстубации особей, проводившейся на основании газового состава крови. Таким образом, было выявлено, что во 2-й группе использование срединной стернотомии приводило к большему повреждению и требовало пролонгированной вен-

тиляции, которая зачастую могла занимать в 2 раза больше времени (максимально), чем хирургический этап. Особи из 1-й группы, наоборот, чаще проходили через раннюю экстубацию с переводением на самостоятельное дыхание до окончания процедуры.

Картирование и абляция в перикардиальном пространстве связаны с несколькими потенциальными осложнениями. По данным F. Sacher et al., в трех центрах в 2010 г. проводили абляцию желудочковой тахикардии эпикардиальным доступом в 121 из 913 процедур (13%). Было отмечено 8 (5%) серьезных осложнений, связанных с эпикардиальным доступом: 7 эпикардиальных кровотечений и 1 стеноз коронарной артерии. Три отсроченных осложнения возникли через 48 ч: 1 перикардит, 1 тампонада (через 10 сут) и 1 острый нижний инфаркт миокарда (через 2 нед) [5].

В европейском многоцентровом исследовании 2011 г., проведенном P. Della Bella et al., серьезные осложнения наблюдались у 9 (4,1%) пациентов (тампонада сердца у 8 больных и кровоизлияние в брюшную полость у 1). Осложнения, классифицируемые как незначительные, отмечены у 17 (7,8%) пациентов: повреждение сосудов, сердечная недостаточность, преходящая атрио-вентрикулярная блокада и пневмония. В 10% случаев зарегистрирована сильная боль в грудной клетке, обусловленная перикардитом [3].

В недавно опубликованном отчете по эпикардиальной абляции подчеркивается ряд особых осложнений, связанных с чрескожным эпикардиальным доступом в многоцентровом исследовании с участием 334 пациентов в течение 5 лет. К ним относятся: субкапсулярная печеночная гематома, спазм коронарной артерии и псевдоаневризма правого желудочка. Хирургическое вмешательство потребовалось в следующих случаях: пункция печени с внутрибрюшным кровотечением, тампонада сердца из-за повреждения средней сердечной вены, коронарного синуса.

Другая важная проблема, с которой можно столкнуться при выполнении закрытой эпикардиальной абляции, обусловлена наличием на эпикардиальной поверхности коронарных сосудов, хотя стенка крупных коронарных сосудов, возможно, и защищена потоком крови от термического повреждения при проведении эпикардиальной катетерной радиочастотной абляции [5]. Минимальная дистанция отступления точки эпикардиальной радиочастотной абляции от коронарных сосудов в исследовании P. Della

Bella et al. составила в среднем $8,6 \pm 7,8$ мм [3]. В последних рекомендациях международного экспертного совета по катетерной абляции при желудочковых тахикардиях минимальное расстояние от точки эпикардиальной радиочастотной абляции до коронарных артерий составляет 5 мм [1]. Л.А. Бокерия и др. [2] указали на невозможность проведения радиочастотной абляции в связи с нахождением аритмогенного субстрата в 3 мм от огибающей ветви левой коронарной артерии. Также коллектив авторов настоятельно рекомендовал проводить ангиографическое исследование для уточнения местонахождения абляционного катетера по отношению к коронарным сосудам.

Из всех наиболее важных публикаций, посвященных проблеме эпикардиальной катетерной радиочастотной абляции, о повреждении коронарных артерий упоминают только E. Sosa et al. [6] и F. Sacher et al. [5]. При этом о повреждении коронарных артерий не говорится в обзоре P. Della Bella et al. [3, 4]. Несмотря на то что при эпикардиальной катетерной радиочастотной абляции строго рекомендуется использование ангиографии [3], авторы последних публикаций сообщают, что прибегали к этому методу исследования в среднем в 43% случаев, причем с большим разбросом по данным различных медицинских центров (от 15% до 87%). Это обстоятельство может быть связано с несколькими причинами. Например, при абляции боковой стенки правого желудочка вероятность расположения рядом крупной коронарной артерии очень мала, и электрофизиолог чувствует себя уверенно без ангиографии. При наложении электроанатомических карт CARTO на компьютерное томографическое изображение не требуется проведения ангиографии. При торакоскопическом доступе все манипуляции проводятся под прямым визуальным контролем и необходимости в параллельном выполнении коронарографии нет, что в свою очередь снижает рентгеновскую нагрузку на пациента и персонал операционной.

Еще одним осложнением при закрытой эпикардиальной абляции является повреждение диафрагмального нерва. R. Bai et al. провели сравнительный анализ методов отделения диафрагмального нерва от поверхности эпикарда во время эпикардиальной абляции. Авторы сравнили следующие методы: 1) установка баллона большого размера (25 × 40 мм) для ангиопластики в перикардиальное пространство; 2) введение физраствора дробно по 20 мл; 3) введение воздуха

дробно по 20 мл; 4) введение комбинации воздуха и физраствора. В плевральную полость вводят постепенно воздух, физраствор или их комбинацию до тех пор, пока не пропадет захват диафрагмального нерва или же артериальное давление не снизится ниже 60 мм рт. ст. Однако такие методы не во всех случаях обеспечивают безопасность диафрагмального нерва [7, 8].

При торакоскопическом доступе вскрытие перикарда проводится параллельно диафрагмальному нерву, при картировании и абляции данный нерв отодвигается от сердца и, таким образом, повреждения его исключены [9].

Заключение

Торакоскопические технологии позволяют в полном объеме осуществить эпикардальное активационное картирование и радиочастотную абляцию зон аритмогенной активности правого и левого желудочков сердца из 4-портовой торакоскопии, включая дополнительный порт из левосторонней торакоскопии.

С помощью жесткого биполярного электрода возможно эффективное проведение эпикардального картирования и радиочастотной абляции эктопической активности желудочков сердца при мощности абляции 30 Вт и ее продолжительности 10–15 с. При этом средняя глубина абляции в течение 10 с воздействия составляет 3,6 мм, при воздействии в течение 15 с – 4,1 мм. Площадь абляции при воздействии в течение 10 с составляет 30 мм², при продолжительности 15 с – 34 мм².

Новая методика торакоскопического активационного эпикардального картирования с последующей абляцией эффективна, прецизионна, безопасна, и время проведения процедуры сопоставимо с длительностью традиционной хирургической операции.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список [References]

1. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Кабаев У.Т., Базаев В.А., Бокерия О.Л. Коронарогенные желудочковые тахикардии: анатомический субстрат, электрофизиологические механизмы, идентификация источника их возникновения и эволюция хирургических и интервенционных методов лечения. *Анналы аритмологии*. 2004; 1 (1): 32–42. [Bockeria L.A., Revishvili A.Sh., Kabaev U.T., Bazaev V.A., Bockeria O.L. Coronarogenic ventricular arrhythmias: anatomic substrate, electrophysiology, source identification and evolution of surgical and interventional treatment. *Annals of Arrhythmology* (Annals of Arrhythmology). 2004; 1 (1): 32–42 (in Russ.).]
2. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Калинин В.В., Ляджина О.С., Фетисова Е.А., Симонян Г.Ю. Неинвазивное эндокардиальное картирование желудочков сердца на основе решения обратной задачи электрокардиографии. *Вестник аритмологии*. 2009; 57: 24–8. [Bokeriya L.A., Revishvili A.Sh., Kalinin V.V., Lyadzhina O.S., Fetisova E.A., Simonyan G.Yu. Non-invasive endocardial mapping of ventricles on the basis of solution of reverse problem of electrocardiography. *Journal of Arrhythmology*. 2009; 57: 24–8 (in Russ.).]
3. Della Bella P, Brugada J, Zeppenfeld K, Merino J, Neuzil P, Maury P et al. Epicardial ablation for ventricular tachycardia: a European multicenter study. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2011; 4 (5): 653–9. DOI: 10.1161/circep.111.962217
4. Kirubakaran S., Bisceglia C., Silberbauer J., Oloriz T., Santagostino G., Yamase M. et al. Characterization of the arrhythmogenic substrate in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy undergoing ventricular tachycardia ablation. *Europace*. 2017; 19 (6): 1049–62. DOI: 10.1093/europace/euw062
5. Sacher F, Roberts-Thomson K., Maury P, Tedrow U., Nault I., Steven D. et al. Epicardial ventricular tachycardia ablation a multicenter safety study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 55 (21): 2366–72. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.10.084
6. Sosa E., Scanavacca M., d'Avila A., Pilleggi F. A new technique to perform epicardial mapping in the electrophysiology laboratory. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 1996; 7 (6): 531–6. DOI: 10.1111/j.1540-8167.1996.tb00559.x
7. Bai R., Patel D., Di Biase L., Fahmy T.S., Kozeluhova M., Prasad S. et al. Phrenic nerve injury after catheter ablation: should we worry about this complication? *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2006; 17 (9): 944–8. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2006.00536.x
8. Koruth J.S., Aryana A., Dukkupati S.R., Pak H.N., Kim Y.H., Sosa E.A. et al. Unusual complications of percutaneous epicardial access and epicardial mapping and ablation of cardiac arrhythmias. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2011; 4 (6): 882–8. DOI: 10.1161/circep.111.965731
9. Бокерия О.Л., Вульф К.А. Эпикардальная катетерная абляция желудочковых аритмий. *Анналы аритмологии*. 2016; 13 (4): 230–9. DOI: 10.15275/annaritmol.2016.4.6 [Bockeria O.L., Vul'f K.A. Epicardial catheter ablation for ventricular arrhythmias. *Annals of Arrhythmology* (Annals of Arrhythmology). 2016; 13 (4): 230–9. DOI: 10.15275/annaritmol.2016.4.6

Поступила 28.08.2019

Принята к печати 18.09.2019