

“ПРИЦЕЛЬНАЯ” ЭНДОМИОКАРДИАЛЬНАЯ БИОПСИЯ В ДИАГНОСТИКЕ АРИТМОГЕННОЙ ДИСПЛАЗИИ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ, НАПРАВЛЕННЫХ НА КАТЕТЕРНУЮ АБЛАЦИЮ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ АРИТМИЙ

Симонова К. А., Михайлов Е. Н., Татарский Р. Б., Митрофанова Л. Б., Лебедев Д. С.

Эндомиокардиальная биопсия (ЭМБ) является одним из методов диагностики аритмогенной дисплазии правого желудочка (АДПЖ). Однако чувствительность и специфичность ЭМБ зависят от методики её проведения.

Цель. Целью нашего исследования стало сравнение “прицельной” и “произвольной” ЭМБ в диагностике АДПЖ у пациентов, направленных на катетерную абляцию желудочковых нарушений ритма.

Материал и методы. В ретроспективное исследование было включено 122 пациента, направленных на катетерную абляцию желудочковой тахикардии и/или симптомной желудочковой экстрасистолии, которым выполнялась ЭМБ (64 мужчины, средний возраст которых составил 39±14 лет). Пациенты были разделены на 2 группы: 1) группа из 44 (36%) пациентов с “прицельным” выполнением биопсии (минимум 1 фрагмент эндомикарда захватывался из области(ей) желудочковой эктопии); 2) группа из 78 (64%) пациентов с “произвольным” выполнением ЭМБ (захват фрагментов эндомикарда проводился из различных областей желудочков, исключая область эктопического очага).

Результаты. 16 (13,1%) пациентам был поставлен достоверный диагноз АДПЖ в соответствии с критериями 2010 года. Острый эффект от абляции был получен у 69,7% пациентов, значительно ниже оказалась эффективность абляции в группе пациентов с АДПЖ (43,8%). Чувствительность и специфичность ЭМБ в выявлении большого критерия АДПЖ по данным гистологического исследования была выше в группе с “прицельным” проведением ЭМБ, по сравнению с группой с “произвольным” захватом фрагментов эндомикарда (100% и 91,7% против 80% и 81,4%, соответственно).

Заключение. Для повышения чувствительности и специфичности ЭМБ в диагностике АДПЖ целесообразно захватывать фрагменты эндомикарда из области картированных очагов желудочковой эктопии.

Российский кардиологический журнал 2016, 7 (135): 88–92

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2016-7-88-92>

Ключевые слова: аритмогенная дисплазия правого желудочка, эндомиокардиальная биопсия, желудочковая эктопия, радиочастотная абляция.

ФГБУ Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

Симонова К. А. * — кардиолог, Михайлов Е. Н. — д.м.н., зав. НИЛ нейромодуляции, Татарский Р. Б. — с.н.с. НИО аритмологии, Митрофанова Л. Б. — д.м.н., зав. НИЛ патоморфологии, Лебедев Д. С. — д.м.н., профессор РАН, зав. НИО аритмологии.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

simonova_elphys@mail.ru

АДПЖ — аритмогенная дисплазия правого желудочка, ЛЖ — левый желудочек, МРТ — магнитно-резонансная томография, ПЖ — правый желудочек, РЧА — радиочастотная абляция, ЭМБ — эндомиокардиальная биопсия.

Рукопись получена 17.06.2016

Рецензия получена 20.06.2016

Принята к публикации 27.06.2016

FOCUS-GUIDED ENDOMYOCARDIAL BIOPSY IN DIAGNOSTICS OF ARRHYTHMOGENIC DYSPLASIA OF THE RIGHT VENTRICLE IN PATIENTS SCHEDULED FOR CATHETER ABLATION OF VENTRICULAR ARRHYTHMIAS

Simonova K. A., Mikhaylov E. N., Tatarsky R. B., Mitrofanova L. B., Lebedev D. S.

Endomyocardial biopsy (EMB) is one of diagnostical tools for arrhythmogenic dysplasia of the right ventricle (ADRB). However sensitivity and specificity of EMB rely on the methodologies of its performing.

Aim. To compare “focus-guided” and “voluntary” EMB in diagnostics of ADRB in patients, scheduled for catheter ablation of ventricular rhythm disorders.

Material and methods. To retrospective study 122 patients included, among those scheduled for catheter ablation of ventricular tachycardia and/or symptomatic ventricular extrasystole, underwent EMB (64 males, mean age 39±14 y.). Patients were selected to 2 groups: 1) 44 patients (36%) with “focus-guided” biopsy (minimum 1 fragment of endomyocardium from the area(s) of ectopy); 2) 78 patients (64%) with “voluntary” EMB (specimens taken from any area except the focus).

Results. Sixteen (13,1%) patients took the definite diagnosis of ADRB according to 2010 Criteria. Short-term effect of ablation reached 69,7% of patients, much less efficacy had ADRB group (43,8%). Sensitivity and specificity of EMB in the big

criteria of ADRB revealing, by histology, was higher in the group with “focus-guided” EMB, comparing to the “voluntary” group (100% and 91,7% vs. 80% and 81,4%, respectively).

Conclusion. To improve sensitivity and specificity of EMB in ADRB diagnostics it is aimful to take myocardium specimens from the area of researched ventricular ectopy.

Russ J Cardiol 2016, 7 (135): 88–92

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2016-7-88-92>

Key words: arrhythmogenic dysplasia of right ventricle, endomyocardial biopsy, ventricular ectopy, radiofrequency ablation.

Federal Almazov North-West Medical Research Centre of the Ministry of Health, Saint-Petersburg, Russia.

Аритмогенная дисплазия правого желудочка (АДПЖ) — генетически-детерминированное заболевание, связанное с наследственной патологией десмосом кардиомиоцитов. В настоящее время мутации

идентифицированы в генах, кодирующих белки десмосом: десмоплактине, десмоглеине, десмоколлине, плакофиллине-2, плакоглобине, а также в гене риа-нодиновых рецепторов кардиомиоцитов *RyR2* и гене

трансформирующего фактора роста *TGF-β*. Данное заболевание часто сопровождается миокардитом, в 80% случаев проявляется до 40 лет, в 50% дебютирует с фатальной желудочковой тахикардией и внезапной сердечной смертью [1, 2].

Диагноз АДПЖ выставляется на основании совокупности критериев. Эндомиокардиальная биопсия (ЭМБ) входит в критерии диагностики АДПЖ, однако чувствительность ЭМБ зависит от методики ее проведения. В частности, чувствительность метода при взятии биоптата из правого желудочка (ПЖ), а также при бивентрикулярной ЭМБ зависит от количества взятых для исследования фрагментов эндомиокарда, области их взятия.

Ранее было показано, что при вольтажном картировании ПЖ, ЭМБ из зон низкоамплитудной активности позволяет значительно чаще выявлять изменения, в т.ч. ассоциированные с АДПЖ [3]. Однако картирование всей поверхности ПЖ является трудоёмким, а отсутствие визуализации биотома на трехмерных электроанатомических моделях не позволяет проводить абсолютно точное взятие фрагментов ткани. Мы предположили, что у пациентов с АДПЖ, направленных на катетерную абляцию аритмии, совпадение области взятия эндомиокардиальной биопсии с анатомической областью желудочковой эктопии может повысить чувствительность выявления специфических изменений.

Целью нашего исследования стало сравнение “прицельной” и “произвольной” ЭМБ в диагностике АДПЖ у пациентов с очаговыми желудочковыми аритмиями.

Материал и методы

Характеристика пациентов. В ретроспективное исследование включено 122 пациента, направленных на катетерную абляцию желудочковой эктопии с первичной диагностической ЭМБ из ПЖ. Детально характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Показаниями к катетерной абляции аритмии были следующие: 1) симптомная желудочковая экстрасистолия, рефрактерная как минимум к 1 антиаритмическому препарату; 2) наличие пароксизмов устойчивой желудочковой тахикардии; 3) бессимптомная частая желудочковая эктопия, сочетающаяся с расширением левого желудочка и/или систолической дисфункцией левого желудочка.

Катетерная абляция очага аритмии и ЭМБ. Для радиочастотной абляции (РЧА) использовалась нефлюороскопическая система трехмерной эндокардиальной навигации CARTO XP и/или CARTO 3 (Biosense Webster, США). Навигационный абляционно-картирующий электрод NaviStar Thermocool с диаметром окончания 3,5 мм (Biosense Webster, США) устанавливался в ПЖ (венозный доступ через бедренную вену) и/или в левом желудочке (ЛЖ)

(трансартериальным при пункции бедренной артерии или транссептальным доступом). Протокол эндокардиального электрофизиологического исследования для индукции желудочковой тахикардии включал программируемую стимуляцию с 1, 2 и 3 экстрастикулами из верхушки, перегородки и выходного тракта желудочка, а также сверхчастую залповую стимуляцию желудочков. Выполнялось эндокардиальное активационное и стимуляционное картирование желудочковой эктопии в соответствии с описанными критериями [4]. Далее осуществлялось радиочастотное воздействие на очаг эктопии со следующими параметрами: 43° С, 30-45 Вт, скорость орошения электрода физиологическим раствором 17-30 мл/мин. При наличии нескольких эктопических очагов проводилось последовательное картирование, начиная с наиболее активного очага аритмии.

Биопсия проводилась при подозрении на АДПЖ, активный миокардит и/или в соответствии с диагностическими сценариями, описанными в экспертном соглашении АНА/ACC/ESC 2007г по проведению ЭМБ [5]. ЭМБ выполнялась под флюороскопическим контролем в нескольких проекциях с использованием биотома Biopsy Forceps 7F (Cordis, США) через бедренный или подключичный доступ. Проводилось гистологическое, иммуногистохимическое исследование и полимеразная цепная реакция биоптатов. Методика подробно описана в предыдущих работах [6]. Определение области локализации очага желудочковой эктопии проводилось по результатам активационного и стимуляционного картирования, а также на основании положительного эффекта от абляции. Острый эффект абляции определялся как отсутствие желудочковой эктопии после радиочастотного воздействия, в том числе на фоне проведения провокационных проб; исчезновение ведущей морфологии желудочковой эктопии при наличии нескольких эктопических очагов. Если картировался более чем один очаг эктопии, воздействие проводилось в нескольких анатомических областях, что также учитывалось при выполнении ЭМБ и анализе данных.

Изменения в биоптатах при гистологическом исследовании классифицировались следующим образом: выделяли специфические изменения для АДПЖ, активного миокардита, постмиокардитического кардиосклероза, амилоидоза.

В качестве диагностически значимых для АДПЖ расценивались результаты ЭМБ с большим критерием в соответствии с соглашением 2010г, а именно, остаточная площадь кардиомиоцитов во фрагменте менее 50% в сочетании с жировым и фиброзным замещением ткани [4].

Пациенты были разделены на две группы: пациенты с захватом биоптата из области(ей) очага желудочковой аритмии и пациенты, у которых фрагменты

ЭМБ взяты не из области очага аритмии. Для каждой группы рассчитывалась чувствительность (Se) и специфичность (Sp) биопсии в выявлении большого гистологического критерия АДПЖ. “Золотым стандартом” диагностики АДПЖ, в соответствии с которым определялись Se и Sp биопсии был принят достоверный диагноз АДПЖ по клиническим и ЭКГ-признакам критериев 2010г. Отсутствие АДПЖ определялось как отсутствие критериев вероятного и достоверного диагноза.

Участки желудочков были разделены на следующие: выходной тракт ПЖ, выходной тракт ЛЖ, свободная стенка ПЖ, септальная стенка ПЖ, верхушка

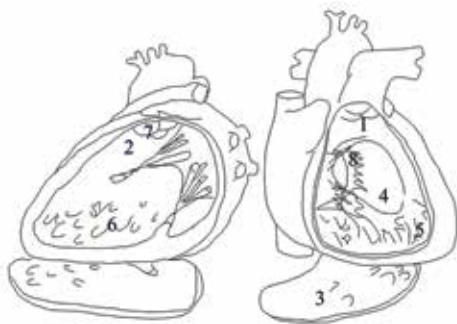


Рис. 1. Схематичное изображение левого и правого желудочков, разделение желудочков по зонам картирования/биопсии.

Примечание: 1 — выходной тракт правого желудочка (ПЖ), 2 — выходной тракт левого желудочка (ЛЖ), 3 — свободная стенка ПЖ, 4 — септальная стенка ПЖ, 5 — верхушка ПЖ, 6 — трабекулярная часть ЛЖ, 7 — синусы Вальсальвы, 8 — парагисеральная локализация.

ПЖ, трабекулярная часть ЛЖ, синусы Вальсальвы, парагисеральная локализация (рис. 1).

Исследование проводилось в соответствии с положениями Хельсинской декларации, а также было одобрено локальным этическим комитетом.

Статистический анализ. Все непрерывные переменные были выражены, как среднее±стандартное отклонение. Непрерывные переменные были выражены в виде средних значений с межквартильным диапазоном (IQR) и сравнивались с помощью непараметрических тестов (точный тест Фишера). Категориальные переменные были выражены в процентах и абсолютных значениях. Расчёт чувствительности и специфичности метода проводился по общепринятым формулам с использованием истинно/ложно положительных/отрицательных значений. Анализ проводился с использованием программного обеспечения STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Сравнение чувствительности и специфичности подходов проводилось с помощью пакета Excel 2010 (Microsoft, USA).

Результаты

Характеристика групп пациентов. Всего было обследовано 122 человека, из них 64 мужчины, 58 женщин, средний возраст которых составил 39 ± 14 лет.

На предоперационном этапе у 47 (38,5%) пациентов нарушения ритма были идиопатическими [7], у 16 (13,1%) человек определен диагноз АДПЖ в соответствии с критериями 2010г. В остальных случаях основ-

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов

		Все пациенты (n=122)	“Прицельная” ЭМБ (n=44)	“Произвольная” ЭМБ (n=78)	Группа “АДПЖ” (n=16)	p (между группами “прицельной” и “произвольной” ЭМБ)
Возраст, лет		$39,0 \pm 1,3$	$37,6 \pm 4,3$	$39,8 \pm 3,3$	$37,1 \pm 3,7$	$>0,05$
Пол (% м)		64 (52,5%)	17 (38,6%)	47 (60,3%)	10 (62,5%)	$>0,05$
Кол-во фрагментов ЭМБ, медиана (межквартильный диапазон)		5 (4;5)	5 (4;5)	5 (4;5)	5 (4;5)	$>0,05$
Гистологические признаки АДПЖ по ЭМБ, %		45 (36,9%)	15 (34,1%)	30 (38,5%)	14 (87,5%)	$>0,05$
Диагноз АДПЖ согласно критериям 2010г	Достоверный диагноз	16 (13,1%)	6 (13,6%)	10 (12,8%)	16 (100%)	$>0,05$
	Вероятный диагноз	27 (22,1%)	11 (25%)	16 (20,5%)	0	$>0,05$
	Сомнительный диагноз	67 (54,9%)	24 (54,5%)	43 (55,1%)	0	$>0,05$
Острый эффект РЧА	Эффективна	85 (69,7%)	41 (93,2%)	44 (56,4%)	7 (43,8%)	$<0,01$
	Нет эффекта	36 (29,5%)	3 (6,8%)	33 (42,3%)	9 (49,2%)	$<0,01$
Размер ПЖ по данным ЭхоКГ, мм	PLAX RVOT	$30,4 \pm 5,0$			$32,0 \pm 5,2$	$>0,05$
	PSAX RVOT	$34,1 \pm 5,8$			$36,4 \pm 6,1$	$>0,05$
Любые гистологические изменения в биоптате	Постмиокардитический кардиосклероз	33 (27,1%)	12 (27,3%)	21 (26,9%)	3 (18,8%)	$>0,05$
	Активный миокардит	42 (34,4%)	16 (36,4%)	26 (33,3%)	8 (50,0%)	$>0,05$
	АДПЖ	45 (36,9%)	15 (34,1%)	30 (38,5%)	14 (87,5%)	$>0,05$
	Сочетание активного миокардита и АДПЖ	15 (12,3%)	6 (13,6%)	9 (11,5%)	6 (37,5%)	$>0,05$

Сокращения: АДПЖ — аритмогенная дисплазия правого желудочка, ИНРС — идиопатические нарушения ритма сердца, ЛЖ — левый желудочек, МРТ — магнитно-резонансная томография, ПЖ — правый желудочек, РЧА — радиочастотная абляция, ЭМБ — эндомиокардиальная биопсия, ЭхоКГ — эхокардиография, PLAX RVOT — выходной тракт правого желудочка в парастернальной продольной позиции, PSAX RVOT — выходной тракт правого желудочка в парастернальной поперечной позиции.

ным диагнозом были ишемическая болезнь сердца в сочетании с гипертонической болезнью — 12,3%, различные кардиомиопатии, исключая АДПЖ (истинная и вторичная дилатационная кардиомиопатия, гипертрофическая кардиомиопатия, кардиомиопатия токсического генеза) — 7,3%, врождённый порок сердца — 4,9%. На предоперационном этапе магнито-резонансная томография была выполнена 6 пациентам.

Пациенты были разделены на 2 группы: в группу с “прицельным” выполнением ЭМБ вошло 44 (36%) пациента, у которых ЭМБ проводилась в том числе из той же области, где был картирован очаг эктопии (минимум 1 фрагмент). В группу с “произвольным” выполнением ЭМБ вошли 78 (64%) пациентов, у которых взятие фрагментов эндомикарда проводилось из различных участков, исключая область радиочастотного воздействия.

Нами оценивались чувствительность (Se) и специфичность (Sp) ЭМБ в выявлении гистологических признаков АДПЖ в группах пациентов с “прицельным” и “произвольным” взятием биоптатов.

Также для сравнения была выделена группа “АДПЖ”, куда вошли все пациенты с верифицированным диагнозом АДПЖ вне зависимости от методики проведения ЭМБ (табл. 1).

В группе с “прицельным” выполнением ЭМБ чувствительность биопсии в выявлении большого критерия составила 100%, специфичность — 91,7% (положительная предсказательная точность 75%; отрицательная предсказательная точность 100%). В группе с “произвольным” взятием биопсии — 80 и 81,4%, соответственно (положительная предсказательная точность 50%; отрицательная предсказательная точность 94,6%) (рис. 2).

Обсуждение

В соответствии с результатами ретроспективного анализа на большой группе пациентов, направленных на хирургическое лечение желудочковой эктопии, выполнение ЭМБ с захватом как минимум 1 фрагмента эндомикарда из стенки желудочка, где картирован очаг эктопии, позволяет чаще выявлять гистологические изменения, специфичные для АДПЖ.

Изменения, обнаруженные при помощи ЭМБ, у пациентов с диагнозом идиопатических нарушений ритма сердца на предоперационном этапе коррелируют с изменениями эндомикарда у обследованной группы пациентов в целом. Таким образом, АДПЖ, постмиокардитический кардиосклероз и активный миокардит выявлялись приблизительно с равной частотой [8].

Острый эффект РЧА был достигнут у 69,7% всех оперированных пациентов. Стоит обратить внимание, что эффективность РЧА в группе пациентов

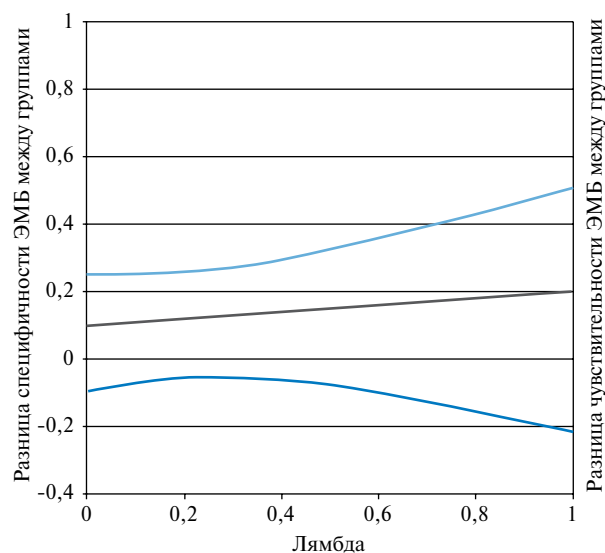


Рис. 2. Диаграмма чувствительности и специфичности для групп “прицельной” и “произвольной” ЭМБ.

Примечание: разница эффективности ЭМБ в выявлении большого критерия АДПЖ в двух группах представлена в виде прямой на шкале параметра лямбда, который включает ожидаемый процент положительных результатов и относительную выраженность двух типов статистических ошибок (косые линии) [8]. Разница в чувствительности 0,2 (95% ДИ; от -0,2158 до 0,5098). Разница в специфичности 0,1027 (95% ДИ; от -0,0936 до 0,2552).

с доказанной АДПЖ оказалась заметно ниже по сравнению с общей группой, что может быть обусловлено мозаичностью поражения миокарда (табл. 1).

В литературе имеются данные о результатах исследований, также направленных на улучшение диагностики АДПЖ, в частности, с использованием ЭМБ. Corgado D, et al., опубликовали исследование, показавшее повышение частоты выявления гистологических изменений с помощью ЭМБ при использовании трёхмерного электроанатомического картирования [9]. Все пациенты (31 обследуемый) соответствовали критериям АДПЖ по результатам неинвазивного обследования. В группе с взятием биопсии из зон низковольтажных участков ПЖ (ассоциированы с фиброзно-жировым замещением ткани) частота выявления гистологических изменений значительно превалировала.

В нашем исследовании опорным признаком послужила локализация очага эктопии. У 7% обследованных интраоперационно выявлены множественные очаги желудочковой эктопии, при этом острый эффект РЧА был достигнут практически у всех пациентов, а диагноз АДПЖ подтверждён у половины из них. У трети пациентов были выявлены гистологические признаки АДПЖ с использованием “прицельной” биопсии.

В 84% случаев обнаруживались значимые изменения в биоптатах при “прицельном” выполнении ЭМБ.

АДПЖ была диагностирована у 34% пациентов в группе “прицельной” ЭМБ и у 38,5% пациентов в группе “произвольной” ЭМБ. Подобные результаты, вероятно, обусловлены субэпикардальным расположением очага эктопии. Этот же фактор безусловно влиял на эффективность РЧА [10].

Ограничения исследования. Прежде всего, следует отметить, что исследование является ретроспективным и полученные результаты следует интерпретировать в ключе ретроспективных данных. Другим ограничением является сравнительно небольшая группа пациентов с точным диагнозом АДПЖ. Еще одним ограничением исследования является малое количество пациентов с проведением магнито-резонансной томографии, в том числе из-за большого количества нарушений ритма, препятствующих получению качественных изображений. Это могло сказаться на результатах критери-

альной диагностики. В данной группе пациентов не применялся перикардальный доступ для картирования и аблации субэпикардиальных очагов аритмии, что могло значительно повлиять на эффективность интервенционного лечения, особенно в группе АДПЖ.

Заключение

Для повышения чувствительности диагностики АДПЖ у пациентов с желудочковыми аритмиями ЭМБ целесообразно проводить с захватом фрагментов из той же стенки желудочка, где картирован очаг аритмии.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственных задания №8 и №172015-2017 для ФГБУ “СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова” Минздрава России.

Литература

1. Zipes, Douglas P. Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside. In: Tandri, Hari Krishna; Calkins, Hugh. Ventricular Tachycardias in Arrhythmogenic Right Ventricular Dysplasia/ Cardiomyopathy, Sixth Edition. 2014: 885-94.
2. Electrophysiological Disorders of the Heart, Second Edition. Saksena, Sanjeev. In: Alison R. Muir and Perry M. Elliott. Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy. January 1, 2012: 845-53.
3. Avella A, et al. Diagnostic value of endomyocardial biopsy guided by electroanatomic voltage mapping in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia. J. Cardiovasc. Electrophysiol. 2008; 19-11: 1127-34.
4. Mitrofanova LB, Mitrofanov NA, Karev VE, et al. Determination etiology of ventricular arrhythmias by endomyocardial biopsy. Contemporary conception about myocarditis, ARVC and cardiosclerosis species. Rus J Patologists library 2015; 160. Russian (Митрофанова Л. Б., Митрофанов Н. А., Карев В. Е. и др. Определение этиологии желудочковых нарушений ритма сердца по эндомиокардиальной биопсии. Современное представление о миокардитах, аритмогенной дисплазии/кардиомиопатии правого желудочка и видах кардиосклероза. Библиотека патологоанатома 2015; 160).
5. Cooper LT, Baughman KL, Feldman AM, et al. The role of endomyocardial biopsy in the management of cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association, the American College of Cardiology, and the European Society of Cardiology. Endorsed by the Heart Failure Society of America and the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. J Am Coll Cardiol 2007; 50 (19): 1914-31.
6. Vasichkina ES, Mitrofanova LB, Tatarskiy RB, et al. Endocardial biopsy in adults and pediatric patients. Journal of arrhythmology 2014; 76: 37-40. Russian (Васичкина Е. С., Митрофанова Л. Б., Татарский Р. Б. и др. Эндомиокардиальная биопсия у взрослых и детей. Вестник аритмологии 2014; 76: 37-40).
7. Shlyakhto EV, Treshkur TV, Parmon EV, et al. Idiopathic ventricular arrhythmias: results of prospective study. Journal of arrhythmology 2004; 33: 5-11. Russian (Шляхто Е. В., Трешкур Т. В., Пармон Е. В. и др. Идиопатические желудочковые нарушения ритма: результаты проспективного наблюдения. Вестник аритмологии 2004; 33: 5-11).
8. Mitrofanova LB, Beschuk OV, Tatarskiy RB, et al. ARVC and viral infection: possible combinations and their role in the genesis of ventricular arrhythmias. Journal of arrhythmology 200; 58: 15-20. Russian (Митрофанова Л. Б., Бещук О. В., Татарский Р. Б. и др. Аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка и вирусная инфекция: возможные сочетания и роль в генезе желудочковых тахикардий. Вестник аритмологии 2009; 58: 15-20).
9. Corrado D, et al. Three-Dimensional Electroanatomical Voltage Mapping and Histologic Evaluation of Myocardial Substrate in Right Ventricular Outflow Tract Tachycardia JACC (Journal of the American College of Cardiology) 2008; 51, 7: 731-9.
10. Corrado D, Basso C, Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment. Heart 2000; 83 (5): 588-950.