

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2023.7.2.1918>

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА С ЖЕЛУДОЧКОВОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИЕЙ В ОТДАЛЕННОМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

А.С. Гарипов¹, И.В. Патеюк²

ГУ «Республиканский научно-практический центр детской хирургии», Минск, Республика Беларусь¹

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Республика Беларусь²
mv-fraction@tut.by

УДК 616.124-085.842-089.168.1-053.81

Ключевые слова: электрокардиостимуляция, врожденные пороки сердца, атриовентрикулярная блокада, ремоделирование, фракция выброса.

для ЦИТИРОВАНИЯ. А.С. Гарипов, И.В. Патеюк. Структурно-функциональное состояние сердца у пациентов молодого возраста с желудочковой электрокардиостимуляцией в отдаленном послеоперационном периоде. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2023, Т. 7, № 2, С. 1918–1927.

Цель. Изучить структурно-функциональное состояние сердца у пациентов молодого возраста с желудочковой электрокардиостимуляцией в отдаленном послеоперационном периоде.

Материалы и методы. В исследование включены 60 человек в возрасте от 18 до 35 лет (35 мужчин и 25 женщин) с АВ-блокадами, потребовавшими имплантацию постоянного электрокардиостимулятора (ЭКС). Первую группу составили 30 человек с постоянным ЭКС, имплантированным после хирургической коррекции ВПС по поводу возникшей послеоперационной АВ-блокады. Вторую группу – 30 человек с нехирургической АВ-блокадой. Всем пациентам проведено общеклиническое обследование, эхокардиография, ретроспективно изучена медицинская документация. Длительность электрокардиостимуляции в 1-й группе составила 15,6 (13,1; 18,0) лет, во 2-й группе – 15,7 (13,9; 18,5) лет. Всем пациентам обеих групп на момент исследования были имплантированы двухкамерные ЭКС. Медиана процента желудочковой стимуляции в обеих группах составила 100%.

Результаты. В исследуемых группах выявлены значимые различия переднезаднего размера левого предсердия (ЛП): 36,5 (33,5; 39,5) мм и 33,5 (31,0; 36,0) мм ($U = 281,0$, $p = 0,030$), позволяющие предположить

о начальных изменениях геометрии ЛП у пациентов 1-й группы. Признаки ремоделирования (концентрическая и эксцентрическая гипертрофии и концентрическое ремоделирование) ЛЖ выявлены у 40% (12 человек из 30) пациентов 1-й группы и у 10% (3 человек из 30) 2-й группы ($\chi^2 = 7,20$, $p = 0,007$). В 1-й группе фракция выброса (ФВ) ЛЖ в В – режиме была значимо ниже, чем во 2-й группе и составила 59,0 (52,0; 63,0)% и 61,5 (56,0; 66,0) % ($U = 307,5$, $p = 0,034$) соответственно. У 40% пациентов 1-й группы и у 17% во 2-й группе выявлена ФВ ЛЖ <55% ($\chi^2 = 4,02$, $p = 0,045$). Диастолическую дисфункцию ЛЖ выявили у 26% человек 1-й группы, во 2-й группе пациентов с нарушением диастолической функции определено не было ($F = 0,154$, $p = 0,005$).

Заключение. У пациентов с длительной желудочковой стимуляцией после хирургической коррекции ВПС выявлены значимые структурно-функциональные изменения сердца (признаки ремоделирования левых отделов сердца, систолической и диастолической дисфункции ЛЖ), что может являться значимыми предикторами неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, в том числе сердечной недостаточности и смертности. У пациентов с нехирургической АВ-блокадой с длительной желудочковой стимуляцией не было выявлено значимых нарушений функции сердца.

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL STATE OF THE HEART IN YOUNG PATIENTS WITH VENTRICULAR PACING IN THE LONG-TERM POSTOPERATIVE PERIOD

А. Harypau¹, I. Patsiyuk²

Republican Scientific and Practical Center of Pediatric Surgery, Minsk, Republic of Belarus¹

Institute of Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of Educational Institution “Belarusian State Medical University”, Minsk, Republic of Belarus²

Key words: cardiac pacing, congenital heart defects, atrioventricular block, remodeling, ejection fraction.

FOR REFERENCES. A. Harypau, I. Patsiyuk. Structural and functional state of the heart in young patients with ventricular pacing in the long-term postoperative period. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2023, vol. 7, no. 2, pp. 1918–1927.

Aim. To study the structural and functional state of the heart in young patients with ventricular pacing in the long-term postoperative period.

Materials and methods. The study included 60 people aged 18 to 35 years (35 men and 25 women) with AV blocks that required the implantation of a permanent pacemaker (PM). The first group consisted of 30 people with permanent PMs implanted after surgical correction of CHD due to postoperative AV blockage. The second group consisted of 30 people with non-surgical AV block. All patients underwent a general clinical examination, echocardiography, and medical documentation was retrospectively studied. The duration of pacing in group 1 was 15.6 (13.1; 18.0) years, in group 2 - 15.7 (13.9; 18.5) years. All patients of both groups at the time of the study were implanted with two-chamber PMs. The median percentage of ventricular stimulation in both groups was 100%.

Results. In the study groups, significant differences were revealed in the anteroposterior size of the left atrium (LA): 36.5 (33.5; 39.5) mm and 33.5 (31.0; 36.0) mm ($U = 281.0$, $p = 0.030$), suggesting initial changes in LA geometry in patients

of group 1. Signs of LV remodeling (concentric and eccentric hypertrophy and concentric remodeling) were detected in 40% (12 people out of 30) of patients in group 1 and in 10% (3 people out of 30) in group 2 ($\chi^2 = 7.20$, $p = 0.007$). In group 1, LV ejection fraction (EF) in B mode was significantly lower than in group 2 and made up 59.0 (52.0; 63.0) % and 61.5 (56.0; 66.0)% ($U = 307.5$, $p = 0.034$), respectively. 40% of patients in group 1 and 17% in group 2 had LVEF < 55% ($\chi^2 = 4.02$, $p = 0.045$). LV diastolic dysfunction was detected in 26% of people in group 1; in group 2, no patients with diastolic dysfunction were identified ($F = 0.154$, $p = 0.005$).

Conclusion. In patients with long-term ventricular stimulation after surgical correction of congenital heart disease, significant structural and functional changes in the heart were revealed (signs of remodeling of the left heart, systolic and diastolic dysfunction of the left ventricle), which appear to be significant predictors of cardiovascular events, including heart failure and mortality. In patients with non-surgical AV block and long-term ventricular pacing no significant impairment of cardiac function was detected.

Введение

За последние несколько десятилетий с учетом прогресса в кардиохирургии до 90% детей с врожденными пороками сердца (ВПС) доживают до взрослой жизни [1]. Разнообразие анатомо-физиологических особенностей патологии сердца, сложность хирургической коррекции пороков и неизбежность повторных операций и их осложнений приводят к развитию сердечной недостаточности (СН), что потребует в дальнейшем постоянного диспансерного наблюдения данного контингента, начиная с молодого возраста [2, 3, 6].

В настоящее время СН у взрослых с ВПС является частой причиной госпитализации и ведущей причиной смертности [1, 4, 5]. Согласно литературным данным, анатомо-физиологические особенности сердца пациентов с ВПС с СН, характеризуются нарушениями систолической и диастолической функции ЛЖ, увеличением размеров ЛЖ, патологией клапанного аппарата, наличием легочной гипертензии [3, 4]. Смертность от СН у данных категорий пациентов достигает 40% [6].

Электрокардиостимуляция является определяющим методом лечения брадиаритмий у детей и взрослых, в том числе с ВПС [7]. Часть прооперированных пациентов с ВПС требуют имплантации электрокардиостимулятора (ЭКС) по поводу послеоперационной атриовентрикулярной блокады (АВ-блокада) сердца [8].

Стимуляция правого желудочка вызывает аномальную активацию желудочков, диссинхронию, что может привести к ремоделированию левого желудочка (ЛЖ), его систолической дисфункции и клинической СН, так называемой ЭКС-индуцированной кардиомиопатии (ЭИКМП) [9–13]. Структурно-функциональные изменения сердца характеризуются истончением межжелудочковой перегородки, расширением полости ЛЖ, асинхронным сокращением кардиомиоцитов

и снижением контрактильной способности миокарда ЛЖ [10–12]. Ряд авторов обращают внимание на проблему определения ЭИКМП среди исследователей во всем мире [13]. В мета-анализе Laksono S. (2022) сообщает, что частота развития ЭИКМП составила 10,7–13,7% среди 1365 пациентов (средний возраст 62,2 года), включенных в 4 исследования [12]. Vincenzo S. et al. (2022) в систематическом обзоре, сообщает о пятнадцати определениях ЭИКМП, что в совокупности с неоднородностью изучаемых популяций, возраста пациентов и различной продолжительностью наблюдений обуславливает различную распространенность данного состояния среди пациентов с ЭКС [13]. По данным других авторов ЭИКМП развивается примерно у 20% пациентов с желудочковой кардиостимуляцией в течении 3–4 лет после первичной имплантации [10].

Следует отметить, что большинство работ посвящены изучению ЭИКМП у пациентов пожилого возраста и при небольшой длительности общей кардиостимуляции. Так по данным Vincenzo S. et al. (2022) с участием 57993 пациентов, медианный возрастной диапазон составил 51–78 лет, а ЭИКМП развилась в целом у 12% пациентов [13].

Концепция развития и прогрессирования ЭИКМП имеет особенно важное значение, когда электрокардиостимуляция начинается в детском возрасте: можно предположить, что с учетом сроков ожидаемой продолжительности жизни, в сравнении с электрокардиостимуляцией, начатой в пожилом возрасте, она будет иметь более значимые неблагоприятные последствия в отдаленном периоде [9].

Таким образом, в настоящее время изучение анатомо-физиологических особенностей сердца, а также раннее выявление факторов риска сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с ЭКС является актуальной задачей.

Цель

Изучить структурно-функциональное состояние сердца у пациентов молодого возраста с желудочковой электрокардиостимуляцией в отдаленном послеоперационном периоде.

Методы и материалы

В исследовании были включены 60 человек в возрасте от 18 до 35 лет (35 мужчин и 25 женщин) с АВ-блокадами, потребовавшими имплантацию постоянного ЭКС. В зависимости от причины возникновения АВ-блокады пациентов разделили на две группы. Первую группу (ЭКС+ВПС+) составили 30 человек (17 мужчин и 13 женщин) с постоянным ЭКС, имплантированным после хирургической коррекции ВПС по поводу возникшей послеоперационной АВ-блокады. Вторую группу (ЭКС+ВПС-) – 30 человек (18 мужчин и 12 женщин) с нехирургической АВ-блокадой, потребовавшей имплантации постоянного ЭКС. Критериями включения в исследование были: возраст 18–35 лет, наличие ЭКС по поводу АВ-блокады, в т.ч. послеоперационной, длительность кардиостимуляции более 10 лет, процент желудочковой стимуляции более 20%, отсутствие установленных хромосомных аномалий, острых и хронических декомпенсированных сопутствующих заболеваний. Всем пациентам проведено общее клиническое обследование, ретроспективно изучена медицинская документация.

В 1-й группе причиной развития АВ-блокады явилась хирургическая коррекция ВПС, при которой выполнялось закрытие дефекта межжелудочковой перегородки и пластика клапанов. 12 (40%) пациентов были прооперированы по поводу дефекта межжелудочко-

вой перегородки, 5 (17%) – по поводу тетрады Фалло, 5 (17%) – атриовентрикулярной коммуникации, 3 (11%) – двойного отхождения магистральных сосудов от правого желудочка, 5 (17%) – другие ВПС.

Во 2-й группе причиной имплантации ЭКС явились врожденная АВ-блокада у 14 (47%) человек, постмиокардитическая – у 16 (53%).

Возраст пациентов в обеих группах значительно не отличался и составил в 1-й группе 21,7 (19,2; 23,3) года, во 2-й группе – 22,7 (20,1; 24,7) года ($U = 349,5$, $p = 0,138$). В 1-й группе индекс массы тела составил 21,6 (20,2; 24,8) $кг/м^2$, во 2-й группе – 22,5 (20,1; 25,2) $кг/м^2$, показатели значительно не различались ($U = 426,5$, $p = 0,730$). Длительность электрокардиостимуляции в 1-й группе составила 15,6 (13,1; 18,0) лет, во 2-й группе – 15,7 (13,9; 18,5) лет ($U = 440,5$, $p = 0,889$). Всем пациентам обеих групп на момент исследования были имплантированы двухкамерные ЭКС. Медиана процента желудочковой стимуляции в обеих группах составила 100% (таблица 1).

Эхокардиография (ЭХО-КГ) выполнена на ультразвуковой системе премиального класса Philips - EPIQ 7 (США) по стандартной методике (парастернальная позиция по длинной и короткой оси, апикальная 2-х, 4-х, 5-ти камерная позиции, субкостальная и супрастернальная позиции в В и М – режимах, постоянная, импульсноволновая, тканевая доплерография) с использованием секторного датчика S5-1 PureWave.

Для оценки размеров левого предсердия (ЛП) определяли: передне-задний размер ЛП (ПЗР ЛП, мм), объем ЛП (мл) и индекс ЛП ($мл/м^2$), который рассчитывали, как отношение объема ЛП к площади поверхности тела (ППТ). Для оценки геометрии и ремоделирования левого желудочка определяли: конечно-диастолический размер (КДР, мм)

Таблица 1.
Общая характеристика
исследуемых
пациентов

Показатель	1-я группа ЭКС+ВПС- (n = 30)	2-я группа ЭКС+ВПС- (n = 30)	Параметры	(p-Value)*
Возраст, лет	21,7 (19,2; 23,3)	22,7 (20,1; 24,7)	$U = 349,5$	$p = 0,138$
Пол (м), n (%)	17 (57%)	18 (60%)	$\chi^2 = 0,068$	$p = 0,795$
Индекс массы тела, $кг/м^2$	21,6 (20,2; 24,8)	22,5 (20,1; 25,2)	$U = 426,5$	$p = 0,730$
Длительность кардиостимуляции, лет	15,6 (13,1; 18,0)	15,7 (13,9; 18,5)	$U = 440,5$	$p = 0,889$
Процент желудочковой стимуляции (%)	100 (99,9; 100)	100 (100; 100)	$U = 425,0$	$p = 0,719$

Примечание: * – значимость различия показателей при сравнении в исследуемых группах (p-Value).

Table 1.
General characteristics
of the studied patients

Indicators	Group 1 PM+CHD+ (n = 30)	Group 2 PM+CHD- (n = 30)	Parameter	(p-Value)*
Age, years	21,7 (19,2; 23,3)	22,7 (20,1; 24,7)	$U = 349,5$	$p = 0,138$
Gender (Males), n (%)	17 (57%)	18 (60%)	$\chi^2 = 0,068$	$p = 0,795$
Body Mass Index, $кг/м^2$	21,6 (20,2; 24,8)	22,5 (20,1; 25,2)	$U = 426,5$	$p = 0,730$
Duration of pacing, years	15,6 (13,1; 18,0)	15,7 (13,9; 18,5)	$U = 440,5$	$p = 0,889$
Percentage of ventricular pacing (%)	100 (99,9; 100)	100 (100; 100)	$U = 425,0$	$p = 0,719$

Notes: * – statistical significance (p); PM – pacemaker; CHD – congenital heart defect.

левого желудочка (ЛЖ), конечно-систолический размер (КСР, мм) ЛЖ в М – режиме, конечно-диастолический (КДО, мл) и конечно-систолический (КСО, мл) объемы в М и В – режимах, индексы КДО (мл/м²) и КСО (мл/м²), рассчитанных, как отношение КДО и КСО к ППТ соответственно, ударный объем (УО, мл), фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ, %) в М и В – режимах, толщина миокарда межжелудочковой перегородки (МЖП, мм) и задней стенки (ЗС, мм) ЛЖ. Индекс массы миокарда (ИММЛЖ, г/м²) ЛЖ рассчитывали по формуле: $((0,8 \times 1,04 \times [(МЖП_д + КДР + ТЗСЛЖ_д)^3 - КДР^3] + 0,6)/ППТ)$. Индекс сферичности в диастолу (ИСд) рассчитывали, как отношение КДР ЛЖ в М – режиме к продольному размеру ЛЖ в четырехкамерной позиции; относительную толщину стенок ЛЖ (ОТслж) – по формуле: $ОТслж = 2 \times ЗС / КДР$. Ремоделирование ЛЖ определяли с учетом данных ОТслж и ИММЛЖ.

Для оценки диастолической функции измеряли время изоволюмического расслабления левого желудочка (ВИР, мс), скорость раннего диастолического наполнения левого желудочка (Е, м/с); скорость позднего диастолического наполнения левого желудочка (А, м/с); соотношение скорости раннего и позднего диастолического наполнения левого желудочка (Е/А); – время замедления раннего диастолического трансмитрального потока, ДТ, мс); скорость систолического движения латеральной стенки митрального клапана (Sm, см/с); скорость раннего диастолического движения латеральной стенки митрального клапана (Em, см/с); скорость позднего диастолического движения латеральной

стенки митрального клапана (Am, см/с); отношение скоростей раннего трансмитрального потока и раннего движения латеральной стенки кольца митрального клапана (Е/Em), систолическое давление в легочной артерии оценивали по систолическому градиенту давления регургитации на трехворчатом клапане и степени коллабироваия нижней полой вены на вдохе [14].

Статистический анализ полученных данных проведен с помощью пакета программ Statistica 10.0. Количественные показатели представляли в виде медианного значения показателя (Me) и межквартильного разброса (Q25; Q75). Нормальность распределения признаков исследовали с помощью критерия Шапиро – Уилка. Анализ различий проводили с использованием непараметрических критериев, так как распределение исследуемых признаков не подчинялось закону нормального распределения. Значимость различий количественных признаков проверяли при помощи U-критерия Манна – Уитни, качественных – критерий χ^2 по Пирсону, точный критерий Фишера. Анализ взаимосвязи между количественными признаками проводился с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ), количественных и качественных признаков – Кендалла (r_s). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Показатели структурно-функциональных характеристик сердца по данным ЭХО-КГ в исследуемых группах представлены в таблице 2.

Показатель	1-я группа ЭКС+ВПС+ (n = 30)	2-я группа ЭКС+ВПС- (n = 30)	Параметры	(p-Value)
ПЗР ЛП, мм	36,5 (33,5; 39,5)	33,5 (31,0; 36,0)	U = 281,0	0,030*
ОЛП, мл	43,5 (35,5; 49,5)	39,0 (33,0; 49,0)	U = 382,0	0,562
ИЛП, мл/м ²	23,4 (21,0; 29,0)	22,3 (20,4; 25,5)	U = 331,0	0,170
КДР ЛЖ (М – режим), мм	49,0 (44,0; 54,0)	50,0 (47,0; 54,0)	U = 399,5	0,458
ФВ ЛЖ (М – режим), %	60,5 (58,0; 63,0)	63,0 (62,0; 68,0)	U = 254,5	0,003**
КДО ЛЖ (В – режим), мл	107,0 (86,0; 137,0)	105,5 (86,0; 128,0)	U = 409,5	0,552
КСО ЛЖ (В – режим), мл	44,0 (34,0; 58,0)	40,0 (29,0; 49,0)	U = 371,0	0,248
УО ЛЖ (В – режим), мл	59,8 (54,0; 71,0)	60,5 (52,0; 79,0)	U = 440,5	0,889
ИКДО ЛЖ (В – режим), мл/м ²	58,7 (53,0; 73,2)	56,9 (46,6; 62,8)	U = 349,0	0,138
ИКСО ЛЖ (В – режим), мл/м ²	24,1 (20,4; 31,8)	21,2 (17,9; 24,7)	U = 324,0	0,063
ФВ ЛЖ (В – режим), %	59,0 (52,0; 63,0)	61,5 (56,0; 66,0)	U = 307,5	0,034*
МЖП, мм	9,0 (8,5; 10,0)	9,0 (9,0; 10,0)	U = 408,0	0,542
ЗС ЛЖ, мм	9,0 (9,0; 10,0)	9,0 (9,0; 9,0)	U = 364,0	0,208
ОТслж	0,39 (0,34; 0,42)	0,35 (0,33; 0,40)	U = 335,5	0,091
ИСд	0,69 (0,66; 0,79)	0,72 (0,67; 0,77)	U = 404,5	0,504
ИММЛЖ, г/м ²	90,5 (77,0; 105,0)	88,0 (81,0; 99,0)	U = 433,5	0,809

Примечание: * – значимость различия показателей при сравнении в исследуемых группах $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; ПЗР ЛП – передне-задний размер левого предсердия; ОЛП – объем левого предсердия; ИЛП – индекс объема левого предсердия; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка; ИКДО ЛЖ – индекс конечно-диастолического объема левого желудочка; ИКСО ЛЖ – индекс конечно-систолического объема левого желудочка; МЖП – межжелудочковая перегородка в диастолу; ЗС ЛЖ – задняя стенка левого желудочка в диастолу; ОТслж – относительная толщина стенок левого желудочка; ИСд – индекс сферичности в диастолу; ИММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка.

Таблица 2.
Структурно-функциональная характеристика сердца по данным ЭХО-КГ в исследуемых группах

Table 2.
Structural and functional characteristics of the heart according to ECHO-CG in the studied groups

Indicators	Group 1 PM+CHD+ (n = 30)	Group 2 PM+CHD- (n = 30)	Parameter	(p-Value)
APD LA, mm	36,5 (33,5; 39,5)	33,5 (31,0; 36,0)	U = 281,0	0,030*
VLA, ml	43,5 (35,5; 49,5)	39,0 (33,0; 49,0)	U = 382,0	0,562
ILA, ml/m ²	23,4 (21,0; 29,0)	22,3 (20,4; 25,5)	U = 331,0	0,170
LV EDD (M – mode), mm	49,0 (44,0; 54,0)	50,0 (47,0; 54,0)	U = 399,5	0,458
LVEF (M – mode), %	60,5 (58,0; 63,0)	63,0 (62,0; 68,0)	U = 254,5	0,003**
LV EDV (2D – mode), ml	107,0 (86,0; 137,0)	105,5 (86,0; 128,0)	U = 409,5	0,552
LV ESV (2D – mode), ml	44,0 (34,0; 58,0)	40,0 (29,0; 49,0)	U = 371,0	0,248
LV SV (2D – mode), ml	59,8 (54,0; 71,0)	60,5 (52,0; 79,0)	U = 440,5	0,889
LV EDVI (2D – mode), ml/m ²	58,7 (53,0; 73,2)	56,9 (46,6; 62,8)	U = 349,0	0,138
LV ESVI (2D – mode), ml/m ²	24,1 (20,4; 31,8)	21,2 (17,9; 24,7)	U = 324,0	0,063
LVEF (2D – mode), %	59,0 (52,0; 63,0)	61,5 (56,0; 66,0)	U = 307,5	0,034*
IVSTd, mm	9,0 (8,5; 10,0)	9,0 (9,0; 10,0)	U = 408,0	0,542
LV PWTd, mm	9,0 (9,0; 10,0)	9,0 (9,0; 9,0)	U = 364,0	0,208
LV RWT	0,39 (0,34; 0,42)	0,35 (0,33; 0,40)	U = 335,5	0,091
Sld	0,69 (0,66; 0,79)	0,72 (0,67; 0,77)	U = 404,5	0,504
LVMI, g/m ²	90,5 (77,0; 105,0)	88,0 (81,0; 99,0)	U = 433,5	0,809

Notes. * – statistical significance (p) p < 0,05; ** – p < 0,01; PM – pacemaker; CHD – congenital heart defect; APD LA – anteroposterior dimension of the left atrium, VLA – the volume of the left atrium; ILA – index of the volume of the left atrium; LV EDD – left ventricular end-diastolic diameter; LVEF – left ventricular ejection fraction; LV SV – left ventricular stroke volume; LV EDV – left ventricular end-diastolic volume; LV ESV – left ventricular end-systolic volume; LV EDVI – left ventricular end-diastolic volume index; LV ESVI – left ventricular end-systolic volume index; IVSTd – interventricular septum thickness in diastole; LV PWTd – left ventricular posterior wall thickness in diastole; LV RWT – left ventricular relative wall thickness; Sld – sphericity index; LVMI – index of left ventricular myocardium.

Анализ показателей, характеризующих ремоделирование левого предсердия, показал, что у пациентов 1-й группы в сравнении со 2-й группой выявлены статистически значимо большие размеры ЛП в переднезаднем размере: 36,5 (33,5; 39,5) мм и 33,5 (31,0; 36,0) мм (U = 281,0, p = 0,030) соответственно. При этом индексированные объемы ЛП значимо не различались и составили 23,4 (21,0; 29,0) мл/м² и 22,3 (20,4; 25,5) мл/м² (U = 331,0, p = 0,170) соответственно (таблица 2).

Согласно данным, характеризующим параметры левого желудочка выявили, что общие размеры и функциональные объемы ЛЖ в обеих группах не превышали норму, и значимо не отличались. КДР ЛЖ составил 49,0 (44,0; 54,0) мм и 50,0 (47,0; 54,0) мм (U = 399,5, p = 0,458) соответственно, ИКДО ЛЖ 58,7 (53,0; 73,2) мл/м² и 56,9 (46,6; 62,8) мл/м² (U = 349,0, p = 0,138) соответственно, ИКСО ЛЖ 24,1 (20,4; 31,8) мл/м² и 21,2 (17,9; 24,7) мл/м² (U = 324,0, p = 0,063) соответственно. В исследуемых группах медиана толщины МЖП и ЗСЛЖ значимо не различалась (U = 408,0, p = 0,542 и U = 364,0, p = 0,208) (таблица 2).

Общие показатели ИСд, ОТСлж и ИММЛЖ в исследуемых группах значимо не различались, однако доля пациентов со значением ОТСлж более 0,42 составила 20% (6 человек) в 1-й группе, а во 2-й группе – не выявлено (F = 0,11, p = 0,024) (таблица 2). Ультразвуковые признаки гипертрофии миокарда ЛЖ выявлены у 8 (26%) пациентов 1-й группы и 3 (10%) человек 2-й группы ($\chi^2 = 2,78$, p = 0,095).

Типы ремоделирования оценивали по показателям ОТСлж и ИММЛЖ: концентрическое ремоделирование выявляли при показателях ОТСлж более 0,42 и ИММЛЖ менее 115 г/м² у мужчин и менее 95 г/м² у женщин, эксцентрическую гипертрофию – при показателях ОТСлж 0,42 и менее и ИММЛЖ более 115 г/м² у мужчин и более 95 г/м² у женщин, концентрическую гипертрофию – при уровне ОТСлж более 0,42 и ИММЛЖ более 115 г/м² у мужчин и более 95 г/м² у женщин. Типы ремоделирования ЛЖ в исследуемых группах представлены на рисунке 1.

В 1-й группе доля лиц с нормальной геометрией ЛЖ составила 60% (18 пациентов), концентрическое ремоделирование выявлено у 4 (13%) человек, концентрическая гипертрофия – у 2 (7%) пациентов и эксцентрическая гипертрофия – у 6 (20%) исследуемых.

Во 2-й группе удельный вес лиц с нормальной геометрией ЛЖ составил 90% (27 пациентов), эксцентрическая гипертрофия выявлена у 3 (10%) человек. Концентрическое ремоделирование и концентрическая гипертрофия не были выявлены у пациентов 2-й группы (рисунок 1).

При оценке сократительной способности ЛЖ в 1-й группе выявили значимо более низкие показатели ФВ ЛЖ. Так, ФВ ЛЖ в 1-й группе в В – режиме составила 59,0 (52,0; 63,0)% и 61,5 (56,0; 66,0)% (U = 307,5, p = 0,034) во 2-й группе, и в М – режиме – 60,5 (58,0; 63,0)% и 63,0 (62,0; 68,0)% (U = 254,5, p = 0,003) соответственно (Таблица 2).

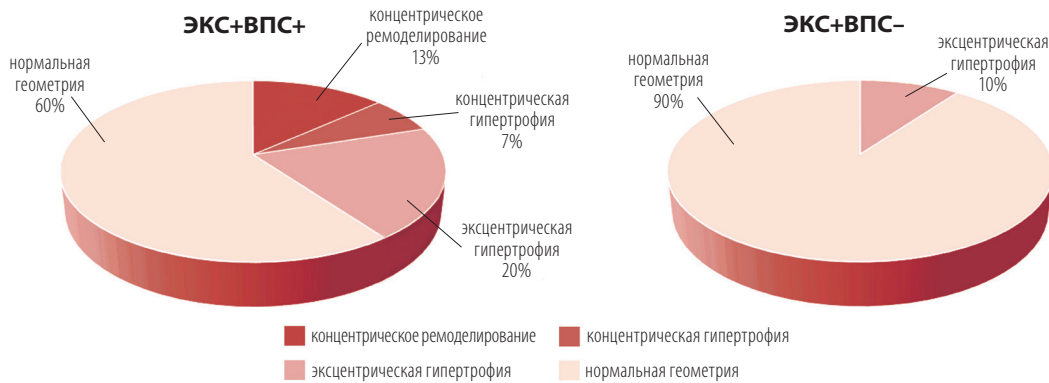


Рисунок 1. Типы ремоделирования левого желудочка у пациентов в исследуемых группах

Примечания: ВПС – врожденные пороки сердца; ЭКС – электрокардиостимулятор.

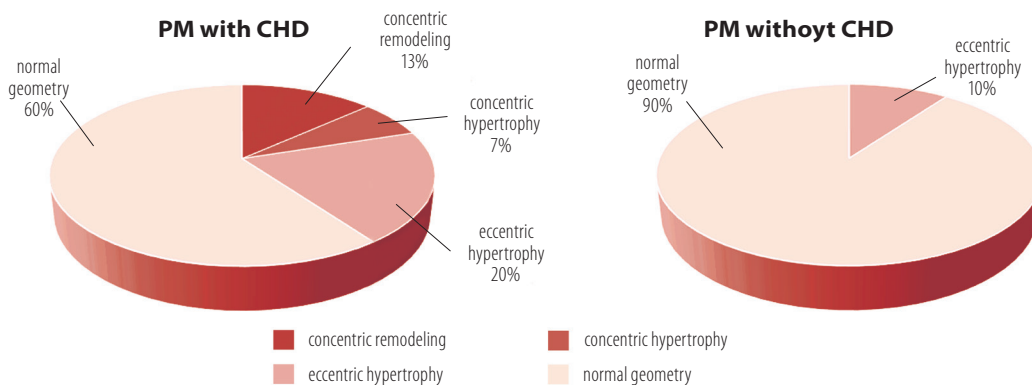


Figure 1. Types of left ventricular remodeling in patients in the studied groups

Notes: PM – pacemaker; CHD – congenital heart defect.

Согласно рекомендациям о количественной оценке камер сердца с помощью ЭХО-КГ нормальная ФВ ЛЖ составляет $\geq 55\%$ [15], при этом согласно рекомендациям по диагностике и лечению СН, показателем сохранности систолической функции ЛЖ является значение ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ [16]. С учетом выше сказанного, мы определили долю пациентов с ФВ ЛЖ $\geq 55\%$, 54–50% и $< 50\%$ соответственно (рисунок 2).

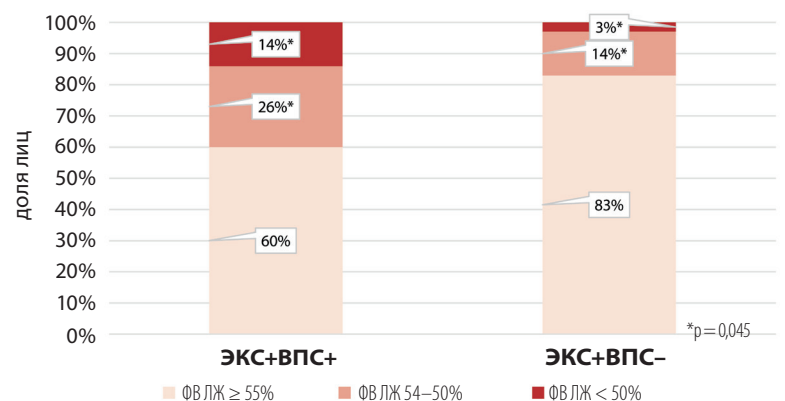
Удельный вес пациентов с ФВ ЛЖ $< 55\%$ составил 40% (12 исследуемых) в 1-й группе и 17% (5 человек) во 2-й группе ($\chi^2 = 4,02$, $p = 0,045$), а с ФВ ЛЖ $< 50\%$ – 14% (4 человека) и 3% (1 пациент) соответственно ($F = 0,033$, $p = 0,35$) (Рисунок 2).

Параметры, характеризующие диастолическую функцию ЛЖ представлены в таблице 3.

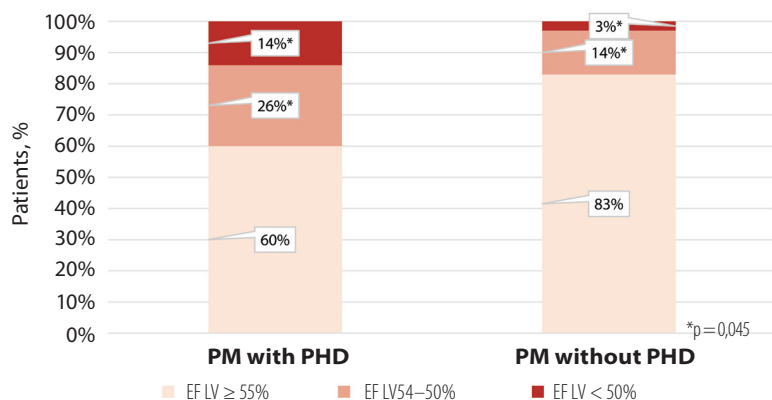
Межгрупповой анализ показал значимые различия показателей диастолической функции ЛЖ у пациентов в исследуемых группах. Так, скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ у пациентов 1-й группы составила 0,97 (0,75; 1,04) м/с и лиц 2-й группы – 0,80 (0,73; 0,90) м/с ($U = 308,5$, $p = 0,036$), время замедления раннего диастолического трансмитрального потока 192,5 (180; 208,0)

и 180,0 (170; 190,0) ($U = 270,5$, $p = 0,019$), скорость систолического движения латеральной стенки митрального клапана 8,0 (7,7; 9,0) см/с и 9,5 (8,0; 11,0) см/с ($U = 224,0$, $p = 0,002$), скорость раннего диастолического движения латеральной стенки митрального клапана 12,5 (9,9; 15,0) см/с и 15,5 (13,0; 17,0) см/с ($U = 226,5$, $p = 0,002$), отношение скоростей раннего трансмитрального потока и раннего движения латеральной стенки кольца митрального клапана 8,2 (5,6; 10,9) и 5,7 (4,7; 6,4) ($U = 198,0$,

Рисунок 2. Удельный вес пациентов с различной фракцией выброса левого желудочка в исследуемых группах



Примечания: * – значимость различия показателей при сравнении в исследуемых группах (p-Value); ВПС – врожденные пороки сердца; ЭКС – электрокардиостимулятор



Notes. * – statistical significance (p); PM – pacemaker; CHD – congenital heart defect.

Figure 2. Proportion of patients with different left ventricular ejection fraction in the studied groups

$p = 0,000$) соответственно. Ультразвуковых признаков повышенного давления в системе легочной артерии нами не было выявлено, и показатели значимо не различались. Так в 1-й группе СДЛА составило 25,0 (19,0; 28,0) мм. р. ст. и во 2-й группе – 21,5 (19,0; 25,0) мм. р. ст. ($U = 324,0, p = 0,200$) (таблица 3).

Удельный вес пациентов с диастолической дисфункцией в 1-й группе составил 26% (8 человек), из них у 7 человек выявлен 1 тип диастолической дисфункции – нарушение релаксации, и у одного пациента – 2 тип – псевдонормальный. У пациентов 2-й группы не выявлено нарушений диастолической функции ЛЖ (рисунок 3).

Структурно-функциональные изменения камер сердца в исследуемых группах сопро-

Таблица 3. Показатели диастолической функции левого желудочка в исследуемых группах

Показатель	1-я группа ЭКС+ВПС (n = 30)	2-я группа ЭКС-ВПС (n = 30)	Параметры	(p-Value)
E, м/с	0,97 (0,75; 1,04)	0,80 (0,73; 0,90)	U = 308,5	0,036*
A, м/с	0,57 (0,46; 0,68)	0,54 (0,42; 0,60)	U = 401,5	0,476
E/A	1,7 (1,2; 1,9)	1,6 (1,3; 1,8)	U = 436,5	0,843
ВИР, мс	95,0 (80,0; 110,0)	90,0 (85,0; 100,0)	U = 390,0	0,649
ДТ, мс	192,5 (180; 208,0)	180,0 (170; 190,0)	U = 270,5	0,019*
Sm, см/с	8,0 (7,7; 9,0)	9,5 (8,0; 11,0)	U = 224,0	0,002**
Em, см/с	12,5 (9,9; 15,0)	15,5 (13,0; 17,0)	U = 226,5	0,002**
Am, см/с	6,0 (5,0; 7,2)	6,5 (5,0; 7,6)	U = 362,0	0,374
E/Em	8,2 (5,6; 10,9)	5,7 (4,7; 6,4)	U = 198,0	0,000***
СДЛА, мм р.ст.	25,0 (19,0; 28,0)	21,5 (19,0; 25,0)	U = 324,0	0,200

Примечание: * – значимость различия показателей при сравнении в исследуемых группах $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,0001$; E – скорость раннего диастолического наполнения левого желудочка; A – скорость позднего диастолического наполнения левого желудочка; E/A – соотношение скорости раннего и позднего диастолического наполнения левого желудочка; ВИР – время изоволюмического расслабления левого желудочка; ДТ – время замедления раннего диастолического трансмитрального потока; Sm – скорость систолического движения латеральной стенки митрального клапана; Em – скорость раннего диастолического движения латеральной стенки митрального клапана; Am – скорость позднего диастолического движения латеральной стенки митрального клапана; E/Em – отношение скоростей раннего трансмитрального потока и раннего движения латеральной стенки кольца митрального клапана; СДЛА – систолическое давление в легочной артерии.

Table 3. Indicators of diastolic function of the left ventricular in the studied groups

Indicators	Group 1 PM+CHD+ (n = 30)	Group 2 PM+CHD- (n = 30)	Parameter	(p-Value)
E, m/s	0,97 (0,75; 1,04)	0,80 (0,73; 0,90)	U = 308,5	0,036*
A, m/s	0,57 (0,46; 0,68)	0,54 (0,42; 0,60)	U = 401,5	0,476
E/A	1,7 (1,2; 1,9)	1,6 (1,3; 1,8)	U = 436,5	0,843
IVRT, ms	95,0 (80,0; 110,0)	90,0 (85,0; 100,0)	U = 390,0	0,649
DT, ms	192,5 (180; 208,0)	180,0 (170; 190,0)	U = 270,5	0,019*
Sm, sm/s	8,0 (7,7; 9,0)	9,5 (8,0; 11,0)	U = 224,0	0,002**
Em, sm/s	12,5 (9,9; 15,0)	15,5 (13,0; 17,0)	U = 226,5	0,002**
Am, sm/s	6,0 (5,0; 7,2)	6,5 (5,0; 7,6)	U = 362,0	0,374
E/Em	8,2 (5,6; 10,9)	5,7 (4,7; 6,4)	U = 198,0	0,000***
SPAP, mm Hg	25,0 (19,0; 28,0)	21,5 (19,0; 25,0)	U = 324,0	0,200

Notes. * – statistical significance (p) $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,0001$; E – the rate of early diastolic filling of the left ventricular; A – the rate of late diastolic filling of the left ventricular; E/A – the ratio of the rate of early and late diastolic filling of the left ventricular; IVRT – is the time of isovolumic relaxation of the left ventricular, ms; DT – time of deceleration of early diastolic transmitral flow; Sm – rate of systolic movement of the lateral wall of the mitral valve; Em – rate of early diastolic movement of the lateral wall of the mitral valve; Am – rate of late diastolic movement of the lateral wall of the mitral valve; E/Em – the ratio of the velocities of the early transmitral flow and early movement of the lateral wall of the mitral valve annulus; SPAP – systolic pulmonary artery pressure.

вождались изменениями со стороны функции клапанного аппарата. Умеренная регургитация на митральном клапане выявлена у 9 (27%) человек 1-й группы и 4 (13%) пациентов 2-й группы ($\chi^2 = 2,45$, $p = 0,117$). Доля лиц с регургитацией на аортальном клапане ≥ 1 степени у пациентов 1-й группы составила 47% (14 человек), во 2-й группе – 17% (5 исследуемых) ($\chi^2 = 6,24$, $p = 0,013$).

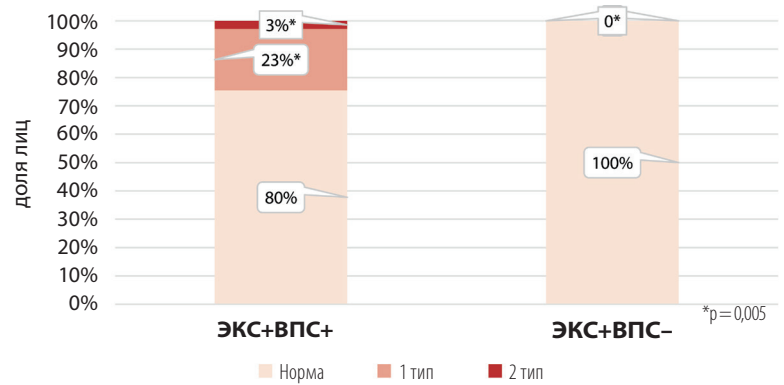
Обсуждение

В нашем исследовании между группами выявлены значимые различия ПЗР ЛП 36,5 (33,5; 39,5) мм и 33,5 (31,0; 36,0) мм ($U = 281,0$, $p = 0,030$), позволяющие предположить о начальных изменениях геометрии ЛП у пациентов 1-й группы, что согласно данным литературы, являются независимым предиктором неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [17, 18] и выживаемости [19]. Ряд авторов отмечает, что существует определенная взаимосвязь между изменениями геометрии ЛЖ и неблагоприятными исходами сердечно-сосудистых заболеваний [19–21].

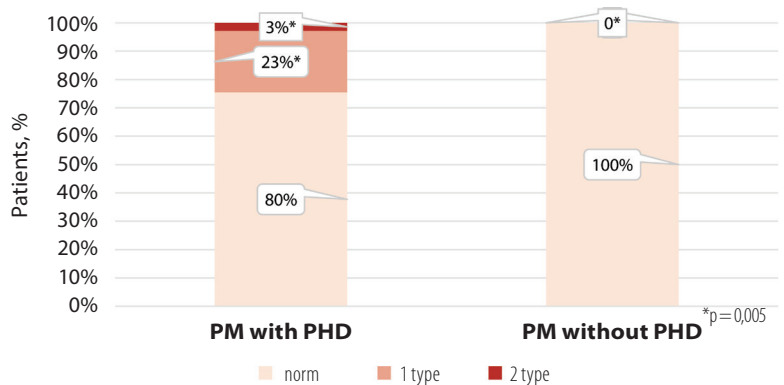
Признаки ремоделирования (концентрическая и эксцентрическая гипертрофии ЛЖ и концентрическое ремоделирование) ЛЖ выявлены в обеих группах. Однако патологическое ремоделирование значимо чаще выявлялось у пациентов 1-й группы, чем во 2-й группе. У 40% (12 человек из 30) пациентов с ЭКС после хирургической коррекции ВПС и у 10% (3 человек из 30) исследуемых с нехирургической АВ-блокадой выявлено ремоделирование ЛЖ ($\chi^2 = 7,20$, $p = 0,007$), что согласно литературным данным, свидетельствует о повышенном риске СН и смертности [19–21].

Хроническая желудочковая стимуляция, за счет аномальной активации кардиомиоцитов и диссинхронии может приводить к постепенному снижению сократительной способности миокарда ЛЖ и развитию ЭИКМП [9–13, 22]. Общепринятым критерием ЭИКМП является снижение ФВ ЛЖ менее 50% [9–13, 22], однако ряд авторов отмечают необходимость рассматривания и изучения ЭИКМП в контексте стадийности ХСН, т.е. включения клинических и инструментальных показателей СН, в т.ч. с сохраненной фракцией выброса [22].

В нашем исследовании ФВ ЛЖ $< 50\%$, как проявление ЭИКМП, выявлена у 8% (5 из 60 человек) пациентов, что согласуется с литературными данными различных авторов [9–13, 22]. В тоже время ФВ ЛЖ в диапазоне 54–50% выявлена у 20% (12 из 60 человек) всей выборки, что можно, по-видимому, рассматривать как проявления дисфункции ЛЖ (по-



Примечание: * – значимость различия показателей при сравнении в исследуемых группах (p-Value).



Notes: * – statistical significance (p); PM – pacemaker; CHD – congenital heart defect.

степенное развитие ЭИКМП) на фоне длительной хронической желудочковой стимуляции.

Нарушение диастолической функции ЛЖ является важным звеном в патогенезе СН. Диастолическая дисфункция приводит к нарушению процессов расслабления ЛЖ, нарушению наполнения и повышению давления ЛЖ, что в дальнейшем приводит к ремоделированию и расширению левого предсердия и желудочка. Известно, что митральный индекс E/e' отражает давление наполнения ЛЖ, коррелирует с жесткостью ЛЖ и степенью фиброза, гипертрофией ЛЖ, но менее зависим от возраста и объемных показателей ЛЖ [23]. В нашем исследовании нами не было выявлено корреляционных связей между E/e' и объемными показателями ЛЖ, но была выявлена умеренная корреляция с индексированным объемом ЛП ($\rho = 0,403$, $p < 0,05$), а так же слабая корреляция с частотой желудочковой стимуляции ($\rho = 0,181$, $p < 0,05$). Отношение E/A_2 и более выявлено у 11 (37%) человек, что связано, по-видимому, с молодым возрастом пациентов групп наблюдения. Согласно критериям, опубликованных в международных рекомендациях [14], диастолическую дисфункцию ЛЖ выявили

Рисунок 3. Удельный вес пациентов с диастолической дисфункцией в исследуемых группах

Figure 3. Proportion of patients with diastolic dysfunction in the studied groups

у 8 (26%) человек 1-й группы, в то время как во 2-й группе пациентов с диастолической дисфункцией выявлено не было ($F = 0,154$, $p = 0,005$) (рисунок 3). У 7 пациентов была определена 1 стадия диастолической дисфункции, которая характеризуется нарушением расслабления (релаксации) и нормальным давлением наполнения ЛЖ и у одного пациента выявлена 2 стадия диастолической дисфункции – псевдонормализация и повышенное давление наполнения левого желудочка.

Таким образом, у пациентов с постоянным ЭКС, имплантированным после хирургической коррекции ВПС по поводу возникшей послеоперационной АВ-блокады, на фоне длительной желудочковой стимуляции выявлены значимые структурно-функциональные изменения сердца (признаки ремоделирования левых отделов сердца, систолической и диастолической дисфункции ЛЖ), что в свою очередь, согласно данным литературы являются значимыми предикторами сердечно-сосудистых событий, в т.ч. СН и смертности. У пациентов с нехирургической АВ-блокадой, с учетом длительной желудочковой стимуляции не было выявлено значимых нарушений функции сердца.

REFERENCES

1. Smit-Fun V.M., Buhre W.F. Heart Failure in Adult Patients with Congenital Heart Disease. *Anesthesiol Clin*, 2019, vol. 37, no. 4, pp. 751-768. DOI: 10.1016/j.anclin.2019.08.005.
2. Baumgartner H., Budts W., Chessa M., Deanfield J., Eicken A., Holm J., Iserin L., Meijboom F., Stein J., Szatmari A., Trindade P.T., Walker F., Working Group on Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology. Recommendations for organization of care for adults with congenital heart disease and for training in the subspecialty of 'Grown-up Congenital Heart Disease' in Europe: a position paper of the Working Group on Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 2014, vol. 35, no. 11, pp. 686-690. DOI: 10.1093/eurheartj/ehf572.
3. Van De Bruaene A., Hickey E.J., Kovacs A.H., Crean A.M., Wald R.M., Silversides C.K., Redington A.N., Ross, H.J., Alba A.C., Billia F., Nair K., Benson L., Horlick E., Osten M., Colman J., Heggie J., Oechslin E.N., Roche S.L. Phenotype, management and predictors of outcome in a large cohort of adult congenital heart disease patients with heart failure. *Int J Cardiol*, 2018, vol. 252, pp. 80-87. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.10.086.
4. Arnaert S., De Meester P., Troost E., Droogne W., Van Aelst L., Van Cleemput J., Voros G., Gewillig M., Cools B., Moons P., Rega F., Meyns B., Zhang Z., Budts W., Van De Bruaene A. Heart failure related to adult congenital heart disease: prevalence, outcome and risk factors. *ESC Heart Fail*. 2021, vol. 8, no. 4, pp. 2940-2950. DOI: 10.1002/ehf2.13378.
5. Moussa N.B., Karsenty C., Pontnau F., Malekzadeh-Milani S., Boudjemline Y., Legendre A., Bonnet D., Iserin L., Ladouceur M. Characteristics and outcomes of heart failure-related hospitalization in adults with congenital heart disease. *Arch Cardiovasc Dis*, 2017, vol. 110, no. 5, pp. 283-291. DOI: 10.1016/j.acvd.2017.01.008.
6. Diller G.P., Kempny A., Alonso-Gonzalez R., Swan L., Uebing A., Li W., Babu-Narayan S., Wort S.J., Dimopoulos K., Gatzoulis M.A. Survival Prospects and Circumstances of Death in Contemporary Adult Congenital Heart Disease Patients Under Follow-Up at a Large Tertiary Centre. *Circulation*, 2015, vol. 132, no. 22, pp. 2118-2125. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017202.

Заключение

1. У 40% пациентов с послеоперационной АВ-блокадой на фоне длительной желудочковой стимуляции выявлено патологическое ремоделирование левого желудочка.

2. ФВ ЛЖ менее 55% выявлена у 40% пациентов с послеоперационной АВ-блокадой и 17% лиц с нехирургической АВ-блокадой на фоне длительной желудочковой стимуляции.

3. Признаки ЭКС-индуцированной кардиомиопатии (ФВ ЛЖ менее 50%) выявлены у 8% пациентов, включенных в наблюдение.

4. У 26% пациентов с послеоперационной АВ-блокадой на фоне длительной желудочковой стимуляции выявлена диастолическая дисфункция ЛЖ. У пациентов с нехирургической АВ-блокадой нарушений диастолической функции ЛЖ не выявлено.

5. Патологическая аортальная регургитация выявлена у 47% пациентов с послеоперационной АВ-блокадой и 17% лиц с нехирургической АВ-блокадой на фоне длительной желудочковой стимуляции.

Источник финансирования: нет.

Конфликт интересов: отсутствует.

7. Weiland M.D., Spector Z., Idriss S.F. Pacing in Patients with Congenital Heart Disease: When Is It Helpful and When Is It Harmful? *Curr Cardiol Rep*, 2020, vol. 22, no. 1, pp. 5. DOI: 10.1007/s11886-020-1253-2.
8. McLeod K.A. Cardiac pacing in infants and children. *Heart (British Cardiac Society)*, 2010, vol. 96, no. 18, pp. 1502-1508. DOI: 10.1136/hrt.2009.173328.
9. Karpawich P.P. Chronic right ventricular pacing and cardiac performance: the pediatric perspective. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2004, vol. 27, no. 6 (Pt 2), pp. 844-849. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2004.00545.x.
10. Merchant F.M., Mittal S. Pacing-Induced Cardiomyopathy. *Card Electrophysiol Clin*. 2018, vol. 10, no. 3, pp. 437-445. DOI: 10.1016/j.ccep.2018.05.005.
11. Mizner J., Jurak P., Linkova H., Smisek R., Curila K. Ventricular Dyssynchrony and Pacing-induced Cardiomyopathy in Patients with Pacemakers, the Utility of Ultra-high-frequency ECG and Other Dyssynchrony Assessment Tools. *Arrhythm Electrophysiol Rev*, 2022, vol. 11, pp. e17. DOI: 10.15420/aer.2022.01.
12. Laksono S., Setianto B., Iqbal M., Prawara A.S. Understanding Pacemaker-Induced Cardiomyopathy Incidence and Predictors in Patients with Right Ventricular Pacing: A Systematic Review. *Int J Angiol*, 2021, vol. 31, no. 1, pp. 10-15. DOI: 10.1055/s-0041-1735206.
13. Somma V., Ha F.J., Palmer S., Mohamed U., Agarwal S. Pacing-induced cardiomyopathy: A systematic review and meta-analysis of definition, prevalence, risk factors, and management. *Heart Rhythm*. 2023, vol. 20, no. 2, pp. 282-290. DOI: 10.1016/j.hrthm.2022.09.019.
14. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F., 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancellotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., & Waggoner A.D. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*, 2016, vol. 29, no. 4, pp. 277-314. DOI: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
15. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A., Picard M.H., Roman M.J., Seward J., Shanewise J.S., Solomon S.D., Spencer K.T., Sutton M.S.,

- Stewart W.J. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005, vol. 18, no. 12, pp. 1440-1463. DOI: 10.1016/j.echo.2005.10.005.
16. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M., Gardner R.S., Baumbach A., Böhm M., Burri H., Butler J., Čelutkienė J., Chioncel O., Cleland J.G.F., Coats A.J.S., Crespo-Leiro M.G., Farmakis D., Gilard M., Heymans S., Hoes A. W., Jaarsma T., Jankowska E.A., Lainscak M. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*, 2021, vol. 42, no. 36, pp. 3599-3726. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab368.
17. Bova A.A. Patogeneticheskie mekhanizmy fibrillatsii predserdii, assotsirovannoi s arterialnoi gipertenziei [Pathogenetic mechanisms of the fibrillation of auricles associated with arterial hypertension]. *Mil Medicine*, 2015, vol. 1, pp. 98-102. (in Russian).
18. Espinola-Zavaleta N., Antonio-Villa N.E., Briseño-Díaz N., Oregel-Camacho D., Camacho-Camacho G., Keirns C., Alexanderson-Rosas E. Left ventricular and atrial global strain evaluation within subtypes of ventricular remodeling. *Echocardiography*. 2021, vol. 38, no. 2, pp. 280-288. DOI: 10.1111/echo.14981.
19. Lavie C.J., Patel D.A., Milani R.V., Ventura H.O., Shah S., Gilliland Y. Impact of echocardiographic left ventricular geometry on clinical prognosis. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014, vol. 57, no. 1, pp. 3-9. DOI: 10.1016/j.pcad.2014.05.003.
20. Li T., Li G., Guo X., Li Z., Sun Y. Echocardiographic left ventricular geometry profiles for prediction of stroke, coronary heart disease and all-cause mortality in the Chinese community: a rural cohort population study. *BMC Cardiovasc Disord.* 2021, vol. 21, no. 1, pp. 238. DOI: 10.1186/s12872-021-02055-w.
21. Butcher S.C., Pio S. M., Kong W. K.F., Singh G.K., Ng A.C.T., Perry R., Sia C.H., Poh K.K., Almeida A.G., González A., Shen M., Yeo T.C., Shanks M., Popescu B.A., Galian Gay L., Fijałkowski M., Liang M., Tay E., Ajmone Marsan N., Selvanayagam J., Pinto F., Zamorano J. L., Pibarot P., Evangelista A., Bax J.J., Delgado V. Left ventricular remodeling in bicuspid aortic valve disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2022, vol. 23, no. 12, pp. 1669-1679. DOI: 10.1093/ehjci/jeab284.
22. Merchant F.M. Pacing-induced cardiomyopathy: just the tip of the iceberg? *Eur Heart J*, 2019, vol. 40, no. 44, pp. 3649-3650. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz715.
23. Drapkina O.M., Dzhioeva O.N. Sovremennye ekhokardiograficheskie kriterii serdechnoi nedostatochnosti s sokhranennoi fraktsiei vybrosa: ne tolko diastolicheskaja disfunktsiia [Modern echocardiographic criteria for heart failure with preserved ejection fraction: not only diastolic dysfunction]. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2020, vol. 19, no. 2, pp. 2454. DOI: 10.15829/1728-8800-2020-2454. (in Russian).

Посмynуна 10.09.2023