

УДК 616.12-008.311-089:615.849:612.111.062
<https://doi.org/10.20538/1682-0363-2024-3-83-90>

Адренореактивность мембран эритроцитов у подростков с суправентрикулярными и желудочковыми аритмиями до и после радиочастотной абляции

Реброва Т.Ю., Перевозникова Ю.Е., Муслимова Э.Ф., Свинцова Л.И., Афанасьев С.А., Джаффарова О.Ю.

Научно-исследовательский институт (НИИ) кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр (НИМЦ) Российской академии наук
Россия, 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а

РЕЗЮМЕ

Цель. Оценить показатель β -адренореактивности мембран эритроцитов (β -АРМ) у подростков с суправентрикулярными и желудочковыми аритмиями до и после выполнения радиочастотной коррекции нарушения ритма.

Материалы и методы. В исследование включено 49 подростков от 11 до 17 лет, из них 15 с феноменом Вольфа – Паркинсона – Уайта (ВПВ), 13 с синдромом ВПВ, 10 с атриовентрикулярной узловой реципрокной тахикардией и 11 с желудочковой аритмией (ЖА). Группу контроля составили 11 подростков, не имеющих патологии сердечно-сосудистой системы. Всем пациентам проведено оперативное лечение нарушения ритма сердца (НРС) методом радиочастотной абляции (РЧА). Пациентам с НРС определение β -АРМ эритроцитов с использованием набора реагентов БЕТА-АРМ АГАТ (ООО «АГАТ», Россия) выполняли перед проведением РЧА и через 3 сут после нее. В контрольной группе показатель определяли на этапе включения в исследование.

Результаты. У подростков в группах с суправентрикулярными аритмиями показатели β -АРМ значимо не отличались от группы контроля. Проведение РЧА у подростков этих групп не повлияло на величину показателя β -АРМ эритроцитов на 3-и сут после оперативного вмешательства. У подростков с ЖА показатель β -АРМ исходно превышал значение в группе контроля ($p = 0,026$). На 3-и сутки после РЧА в этой группе отмечено увеличение β -АРМ эритроцитов ($p = 0,028$) относительно исходных значений в группе.

Заключение. Активация симпатического отдела вегетативной нервной системы занимает существенное место в патогенезе желудочковых аритмий в подростковом возрасте. Выполненное исследование показало возможность использования показателя β -АРМ эритроцитов для оценки состояния симпатической нервной системы у категории пациентов с методическими ограничениями выполнения анализа вариабельности сердечного ритма.

Ключевые слова: радиочастотная абляция, нарушение ритма, подростки, β -адренореактивность мембран эритроцитов

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Исследование проведено в рамках темы фундаментальных научных исследований № 122020300183-4.

Соответствие принципам этики. Информированное согласие на включение ребенка в исследование было подписано родителями. Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике НИИ кардиологии Томского НИМЦ (протокол № 208 от 20.01.2021).

Для цитирования: Реброва Т.Ю., Перевозникова Ю.Е., Муслимова Э.Ф., Свинцова Л.И., Афанасьев С.А., Джаффарова О.Ю. Адренореактивность мембран эритроцитов у подростков с суправентрикулярными

ми и желудочковыми аритмиями до и после радиочастотной абляции. *Бюллетень сибирской медицины*. 2024;23(3):83–90. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2024-3-83-90>.

Beta-adrenergic reactivity of erythrocyte membranes in adolescents with supraventricular and ventricular arrhythmias before and after radiofrequency ablation

Rebrova T.Yu., Perevoznikova Yu.E., Muslimova E.F., Svintsova L.I., Afanasiev S.A., Dzhaffarova O.Yu.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center (NRMC), Russian Academy of Sciences 111a, Kievskaya Str., Tomsk, 634012, Russian Federation

ABSTRACT

Aim. To evaluate β -adrenergic reactivity of erythrocyte membranes (β -ARM) in adolescents with ventricular and supraventricular arrhythmias before and after radiofrequency ablation (RFA) of heart rhythm disturbances.

Materials and methods. The study included 49 adolescents aged 11–17 years, of which 15 had Wolff – Parkinson – White pattern (WPW), 13 – WPW syndrome, 10 – atrioventricular nodal reentry tachycardia (AVNRT), and 11 – ventricular arrhythmia (VA). The control group consisted of 11 adolescents without cardiovascular pathology. All patients received surgical treatment for heart rhythm disturbances (HRD) using RFA. In patients with HRD, β -ARM was determined by a set of reagents BETA-ARM AGAT (AGAT LLC, Russia) before RFA and 3 days after it. In the control group, the parameter was determined at the stage of inclusion in the study.

Results. In adolescents with supraventricular arrhythmias, median values of β -ARM did not differ significantly from the control group. RFA in adolescents in these groups did not affect the value of β -ARM on day 3 after the surgery. In adolescents with VA, the median value of β -ARM was initially higher than in the control group ($p = 0.026$). On day 3 after RFA, an increase in β -ARM was noted in this group ($p = 0.028$) compared to baseline values.

Conclusion. Activation of the sympathetic nervous system plays a significant role in the pathogenesis of VA in adolescence. The study showed the possibility of using β -ARM to assess the state of the sympathetic nervous system in patients with methodological limitations in analyzing heart rate variability.

Keywords: radiofrequency ablation, heart rhythm disturbance, adolescents, β -adrenergic reactivity of erythrocyte membranes

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflict of interest related to the publication of this article.

Source of financing. The study was carried out within the basic research topic No. 122020300183-4.

Conformity with the principles of ethics. An informed consent was signed by parents of the patients. The study protocol was approved by the Bioethics Committee at Cardiology Research Institute of Tomsk NRMC (Protocol No. 208 of 20.01.2021).

For citation: Rebrova T.Yu., Perevoznikova Yu.E., Muslimova E.F., Svintsova L.I., Afanasiev S.A., Dzhaffarova O.Yu. Beta-adrenergic reactivity of erythrocyte membranes in adolescents with supraventricular and ventricular arrhythmias before and after radiofrequency ablation. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2024;23(3):83–90. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2024-3-83-90>.

ВВЕДЕНИЕ

Нарушения ритма сердца (НРС) занимают ведущее место (60–70%) в структуре сердечно-сосудистой патологии у детей и подростков. В последние годы отмечено увеличение общего числа различных видов НРС в детской популяции [1–3]. Это может

быть обусловлено, с одной стороны, улучшением диагностики, с другой – продолжительным периодом бессимптомного развития аритмий у детей и несвоевременным обращением к специалистам. У детей выделяют несколько периодов наибольшего риска развития аритмий: это период новорожденности, возраст 4–5 лет, 7–8 лет, 12–13 лет [4, 5]. В подростко-

вом возрасте наиболее часто встречается такая форма НРС, как миграция водителя ритма (13,5%). Другие формы встречаются значительно реже: брадикардия (3,5%), ускоренный предсердный ритм (2,7%), экстрасистолия (1,9%), феномен Вольфа – Паркинсона – Уайта (ВПВ) и атриовентрикулярная блокада I степени (по 0,5%), удлинение интервала QT (0,3%) [3].

Признается ограниченная эффективность существующей медикаментозной терапии для контроля суправентрикулярных тахикардий в детском и подростковом возрасте [6]. Отмечается, что невозможность у детей школьного возраста терапевтической коррекции таких НРС, как ВПВ, атриовентрикулярной узловой реципрокной тахикардии (АВУТ) и желудочковой аритмии (ЖА), может послужить причиной развития жизнеугрожающих аритмий, аритмогенной кардиомиопатии и летальных исходов [7]. В этих условиях радиочастотная абляция (РЧА) становится методом выбора в лечении медикаментозно рефрактерных НРС у детей [8].

Особенностью сердца является наличие автономной нервной системы. На уровне организма ее функционирование и взаимодействие с водителями ритма сердца находится под контролем вегетативной нервной системы (ВНС) [9]. В этой регуляции особое значение придается сохранению баланса взаимоотношений активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, а также чувствительности адренорецепторов [9]. Преобладание симпатической активности приводит к жизнеугрожающим нарушениям ритма и рассматривается как независимый фактор риска смерти [10]. Это обстоятельство указывает на актуальность своевременной оценки состояния симпатического отдела ВНС у детей с НРС, в том числе и после коррекции этих нарушений с помощью РЧА. Перспективным подходом, позволяющим объективно контролировать состояние симпатического отдела ВНС, в том числе при наличии жизнеугрожающих НРС, является определение показателя β -адренореактивности мембран (β -АРМ) эритроцитов [11, 12].

Цель – оценить показатель β -АРМ эритроцитов у подростков с желудочковыми и суправентрикулярными аритмиями до и после выполнения радиочастотной коррекции нарушения ритма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 49 детей в подростковом возрасте от 11 до 17 лет. Желудочковая аритмия была выявлена у 11 пациентов. Феномен ВПВ был обнаружен у 15 пациентов, синдром ВПВ и атриовентрикулярная узловая реципрокная тахикардия выявлены у 13 и 10 пациентов соответственно. Все пациенты находились на плановом лечении в отде-

лении детской кардиологии НИИ кардиологии Томского НИМЦ. Группу контроля составили 11 детей аналогичного возраста, не имеющие патологии сердечно-сосудистой системы.

Проведенное исследование соответствует этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике НИИ кардиологии (протокол № 208 от 20.01.2021).

При формировании выборки руководствовались следующими критериями включения: отсутствие врожденного порока сердца, отсутствие острых инфекционных и обострения хронических заболеваний, отсутствие лабораторных признаков миокардита, подписанное информированное согласие. Клиническую симптоматику в виде внезапно возникающих эпизодов учащенного сердцебиения имели все пациенты с синдромом WPW и АВУРТ. Пациенты с ЖА характеризовались наличием лекарственно устойчивой желудочковой экстрасистолии (ЖЭС) с эктопической активностью, превышающей 15%, в том числе сопровождающейся эпизодами неустойчивой желудочковой тахикардии. Все включенные в исследование пациенты имели первый функциональный класс сердечной недостаточности, оцененный в соответствии с классификацией Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA).

Критериями исключения из исследования служило наличие у пациентов врожденных пороков сердца, острых инфекционных и обострение хронических заболеваний, лабораторных признаков миокардита и первичных электрических заболеваний миокарда.

При определении показаний к выполнению РЧА руководствовались национальными рекомендациями и рекомендациями Американской и Европейской ассоциаций аритмологов и детских кардиологов [13, 14].

В начале госпитализации всем пациентам выполняли общеклинические обследования, включающие сбор анамнеза, жалоб, объективное обследование ребенка, электрокардиографию (ЭКГ) в 12 отведениях, суточное холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ-ЭКГ), эхокардиографию сердца (ЭхоКГ). В группах подростков с аритмиями ЭКГ, ХМ-ЭКГ и ЭхоКГ проводили повторно через 3 сут после выполнения РЧА. По результатам ХМ-ЭКГ оценивали следующие параметры: максимальную, минимальную и

среднюю частоту сердечных сокращений (ЧСС) в течение 1 сут, общее количество наджелудочковых и желудочковых экстрасистол.

Пациентам с НРС перед проведением РЧА и через 3 сут после ее выполнения проводили забор крови для определения показателя β -АРМ эритроцитов. В контрольной группе забор образцов крови проводили 1 раз на этапе включения в исследование.

Определение β -АРМ эритроцитов в образцах крови выполняли с использованием набора реагентов БЕТА-АРМ АГАТ (ООО «АГАТ», Россия). Метод основан на факте повышения осмотической стойкости эритроцитов (торможения гемолиза) в гипосмотическом буфере в присутствии β -адреноблокатора 1-(1-изопропиламино)-3-(1-нафталенил-окси)-2-пропанол гидрохлорида.

Степень торможения гемолиза, выраженную в процентах, определяли по отношению величин оптической плотности надосадочной жидкости в пробе с внесением β -адреноблокатора в среду инкубации (опытная проба) к оптической плотности надосадочной жидкости в пробе без внесения β -адреноблокатора в среду инкубации (контрольная проба). Единицы процентов торможения гемолиза принимали за условные единицы (усл. ед.) показателя β -АРМ эритроцитов. Референсными значениями служили рекомендуемые производителем набора величины показателя β -АРМ эритроцитов в пределах от 2 до 20 усл. ед. При этом значения β -АРМ эритроцитов более 20 усл. ед. являются показателем увеличения степени гемолиза эритроцитов и свидетельствуют о снижении адренореактивности в результате десенсилизации адренорецепторов мембран эритроцитов в ответ на стойкое повышение активности симпатoadренальной системы.

Статистическая обработка полученных данных была выполнена с использованием программы Statistica 10. Качественные данные представлены в виде абсолютных и относительных величин n (%). Различие частот в независимых группах пациентов определяли с помощью критерия χ^2 Пирсона. Анализ количественных данных на соответствие нормальному закону распределения проводили с использованием критерия Шапиро – Уилка. Количественные данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха $Me [Q_1; Q_3]$. В связи с тем, что распределение количественных показателей было отлично от нормального, оценку статистической значимости различий количественных данных в трех и более независимых группах проводили с помощью рангового критерия Краскела – Уоллиса. При обнаружении статистически значимых различий

между группами проводили апостериорные сравнения. Сравнение зависимых данных в отдельных нозологических группах выполняли с использованием критерия Вилкоксона. Статистически значимыми различия считались при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 1 представлены клинико-демографические характеристики выборки подростков с учетом особенности НРС. Видно, что сформированные группы не имели статистически значимых различий по возрасту, половому составу, массе тела и росту. Продолжительность аритмологического анамнеза во всех группах составляла от 1 года до 2 лет. При обработке результатов ХМ-ЭКГ не было выявлено значимых различий среднесуточной, минимальной и максимальной ЧСС между исследуемыми группами подростков с НРС и контролем. У пациентов с суправентрикулярными нарушениями ритма были зафиксированы единичные наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы. Для пациентов в группе с ЖА было характерно наличие большого количества ЖЭС на фоне единичных наджелудочковых.

Выполнение исследования ЭхоКГ не показало значимых различий параметров сердца между пациентами в группах с аритмиями и здоровыми подростками по значениям конечно-диастолического объема (КДО) левого желудочка (ЛЖ), фракции выброса (ФВ) ЛЖ, объема левого предсердия (ЛП) и правого предсердия (ПП).

Результаты, полученные при определении показателя β -АРМ эритроцитов, представлены в табл. 2. Оказалось, что на этапе включения в исследование у подростков групп с феноменом ВПВ, синдромом ВПВ и АВУТ показатели имели близкие величины и значимо не отличались от значения в группе контроля. Напротив, для группы подростков с ЖА были выявлены исходно высокие показатели β -АРМ эритроцитов. В этой группе пациентов β -АРМ эритроцитов значимо превышала показатель в группе контроля ($p = 0,026$). В то же время статистически значимой разницы между показателями β -АРМ эритроцитов в группах с суправентрикулярными нарушениями ритма и в группе с ЖА не выявлено.

Проведение РЧА у подростков в группах с синдромом ВПВ, феноменом ВПВ и АВУТ практически не повлияло на величину показателя β -АРМ эритроцитов на 3-и сут после РЧА (см. табл. 2). Напротив, в группе детей с ЖА выполнение РЧА привело к увеличению β -АРМ эритроцитов. Так, на 3-и сут после РЧА показатель значимо увеличился ($p = 0,028$).

Таблица 1

| Клинико-инструментальная характеристика пациентов | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|
| Показатель | Группы пациентов | | | | | p |
| | ВПВ | | АВУТ | ЖА | Контроль | |
| | феномен | синдром | | | | |
| Общее количество пациентов, n | 28 | | 10 | 11 | 11 | 0,200 |
| Мужской пол, n (%) | 15 | 13 | | | | |
| Женский пол, n (%) | 11 (73,3) | 8 (61,5) | 2 (20,0) | 6 (54,5) | 6 (50,0) | |
| Возраст, лет, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 4 (26,7) | 5 (38,5) | 8 (80,0) | 5 (45,5) | 6 (50,0) | |
| Масса тела, кг, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 13 [10; 15] | 14 [10; 14] | 14,5 [13; 15] | 13 [11; 15] | 14 [12; 16] | 0,754 |
| Рост, см, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 52 [38; 60] | 51 [39; 60] | 56 [40; 63] | 54 [33; 61] | 58 [43; 71] | 0,880 |
| ИМТ, кг/м ² , Me [Q ₁ ; Q ₃] | 164 [140; 172] | 165 [149; 172] | 160 [156; 172] | 160 [144; 167] | 170 [151; 179] | 0,997 |
| Функциональный класс (НУНА) I-IV, n (%) | 19,7 [16,7; 22,1] | 19,4 [16,6; 20,3] | 19,7 [16,3; 23,0] | 19,2 [15,4; 23,7] | 20,6 [17,9; 21,6] | 0,991 |
| Возраст выявления НРС, лет, Me [Q ₁ ; Q ₃] | I, 15 (100,0) | I, 13 (100,0) | I, 10 (100,0) | I, 11 (100,0) | – | – |
| Продолжительность аритмологического анамнеза, лет, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 12 [7; 13] | 8 [6; 12] | 13 [10; 15] | 11 [11; 13] | – | 0,119 |
| Прием лекарственных препаратов, n (%)* | 1 [0; 2] | 2 [1; 6] | 1 [0; 1,75] | 1 [1; 2] | – | 0,875 |
| <i>Данные суточного мониторинга ЭКГ</i> | | | | | | |
| Среднесуточная ЧСС, уд/мин, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 1 (6,66) | 2 (15,38) | 1 (10,0) | 2 (18,18) | – | 0,815 |
| Среднесуточная ЧСС, уд/мин, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 77 [75; 90] | 82 [69; 87] | 84 [75; 87] | 81 [75; 93] | 74 [69; 81] | 0,938 |
| Минимальная ЧСС, уд/мин, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 50 [48; 54] | 50 [44; 54] | 51 [47; 54] | 51 [45; 54] | 42 [40; 53] | 0,564 |
| Максимальная ЧСС, уд/мин, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 151 [147; 165] | 152 [140; 163] | 161 [153; 165] | 158 [157; 163] | 153 [129; 178] | 0,461 |
| Общее количество НЖЭС исходно | единичная | единичная | единичная | единичная | – | – |
| Общее количество ЖЭС исходно, Me [Q ₁ ; Q ₃] | единичная | единичная | единичная | 18395,0 [12066,0; 36871,0] | – | – |
| Особенности морфологии QRS при ХМ-ЭКГ | Деформация из-за постоянной/преходящей преэкситации | Деформация из-за постоянной/преходящей преэкситации | – | – | – | – |
| <i>Эхокардиографические параметры</i> | | | | | | |
| КДО, мл, %**, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 77 [57; 89], 103 [96; 105] | 78 [62; 90], 101 [97; 109] | 79 [69; 94], 100 [94; 104] | 75 [51; 96], 104 [91; 115] | 94 [67; 99], 103 [96; 109] | 0,816 0,847 |
| ФВ ЛЖ (б), %, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 65 [63; 67] | 65 [63; 67] | 63,5 [63; 65] | 63 [62; 64] | 66 [66; 68] | 0,375 |
| Объем ЛП, мл, %**, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 33 [19; 38], 102 [96; 118] | 33 [25; 42], 101 [93; 102] | 37 [28; 41], 105 [99; 108] | 33 [21; 380], 99,1 [94; 109] | 38 [22; 39], 98 [93; 106] | 0,943 0,457 |
| Объем ПП, мл, %**, Me [Q ₁ ; Q ₃] | 30 [21; 34], 105 [100; 117] | 31 [19; 39], 103 [102; 117] | 34 [28; 40], 112 [107; 119] | 31 [21; 40], 108 [95; 119] | 29 [19; 41], 105 [103; 113] | 0,949 0,722 |

* прием лекарственных препаратов на момент госпитализации, в том числе по сопутствующей патологии; ** процентное выражение параметра от индивидуальной прогнозируемой нормы.

Таблица 2

| Показатели β-АРМ у подростков с желудочковыми и суправентрикулярными аритмиями до и после РЧА, усл. ед., Me [Q ₁ ; Q ₃] | | | | | |
|--|---|---|---|--|--|
| Показатель | Группа контроля (здоровые дети), n = 11 | Феномен ВПВ, n = 15 | Синдром ВПВ, n = 13 | Атриовентрикулярная узловатая реципрокная тахикардия, n = 10 | Желудочковая аритмия, n = 11 |
| β-АРМ до РЧА | 13,1 [8,8; 16,5] | 17,6 [13,3; 22,6] p ₁ = 0,192 | 16,1 [11,5; 18,2] p ₁ = 0,600 | 15,5 [12,9; 27,7] p ₁ = 0,465 | 19,01 [14,3; 21,7] p ₁ = 0,026 |
| β-АРМ после РЧА | – | 18,6 [13,2; 22,8] p ₂ = 0,886 | 16,2 [9,7; 17,9] p ₂ = 0,661 | 14,6 [10,1; 30,8] p ₂ = 1,000 | 29,6 [23,2; 31,7] p ₂ = 0,028 |

Примечание. Уровень значимости различий показателя в группе до РЧА с контрольной группой – p₁, уровень значимости различий показателя в группе до и после проведения РЧА – p₂.

ОБСУЖДЕНИЕ

Возникновение и развитие аритмий в детском и подростковом возрасте в большинстве случаев не связаны с органическими изменениями сердца, что вызывает затруднение в определении их этиологии и патогенеза. Функционирование проводящей системы сердца находится под контролем ВНС. Широкое применение в клинической практике получил метод исследования вариабельности сердечного ритма, позволяющий судить об активности симпатического и парасимпатического звеньев ВНС. В то же время данный метод имеет серьезное ограничение применения у пациентов с экстрасистолическими нарушениями высокой эктопической активности.

В настоящее время доказано присутствие на мембранах эритроцитов α -, β 1- и β 2-адренорецепторов [15, 16]. Это обстоятельство позволяет считать, что показатель β -АРМ эритроцитов может отражать адренореактивность организма в целом. Убедительно показано, что увеличение содержания в крови катехоламинов сопровождается десенситизацией адренорецепторов и снижением ответа регулируемых органов на стимулирующее влияние нейрого르몬ов [11, 17, 18]. Исследуется информативность показателя β -АРМ эритроцитов при лечении НРС у пациентов взрослой возрастной группы [11, 12]. В то же время работ, посвященных изучению показателя β -АРМ эритроцитов при НРС у подростков, в том числе после выполнения РЧА, мы не встретили.

На момент включения в исследование сформированные группы были сопоставимыми по антропометрическим показателям, возрасту выявления НРС и продолжительности аритмологического анамнеза. Эхокардиографические показатели так же достоверно не различались между группами. При рассматриваемой продолжительности аритмологического анамнеза наличие суправентрикулярных аритмий не сопровождалось изменением β -АРМ эритроцитов относительно группы здорового контроля. У подростков с ЖА показатель β -АРМ эритроцитов оказался значимо выше, чем в группе контроля.

Проведение РЧА в группах подростков с суправентрикулярными аритмиями не приводило к изменениям показателя β -АРМ эритроцитов. В то же время хирургическое лечение ЖА сопровождалось значимым увеличением β -АРМ эритроцитов на 3-и сут после операции относительно исходных значений в группе. Повышение β -АРМ свидетельствует о десенситизации β -АРМ эритроцитов в ответ на повышенное стимулирующее воздействие медиаторов симпатической нервной системы. Полученные результаты позволяют говорить о вкладе симпати-

ческой нервной системы в этиопатогенез ЖА и повышение ее функционального напряжения в раннем послеоперационном периоде.

У детей с суправентрикулярными нарушениями ритма морфофункциональным субстратом аритмий служат аномалии эмбрионального развития проводящей системы сердца. Поэтому возникновение в предсердиях аритмогенного очага в первые 6 мес после рождения может быть связано с его эмбриональным источником. В то же время ряд исследователей отмечают, что можно предположить связь нарушений ритма с особенностями постнатального развития проводящей системы сердца даже при отсутствии явных врожденных аномалий [19]. Изучение электрофизиологических характеристик атриовентрикулярного узла и дополнительных проводящих путей при проведении чреспищеводной электрокардиографии и электрокардиостимуляции в группах подростков с синдромом или феноменом ВПВ позволило установить высокую степень ваготонии у подростков с феноменом ВПВ [20]. Это служит косвенным подтверждением результатов нашего исследования об отсутствии напряжения симпатического звена вегетативной нервной системы и десенситизации β -АРМ у подростков с суправентрикулярными аритмиями до и после выполнения РЧА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для подростков с ЖА показано значимое повышение показателя β -АРМ эритроцитов до выполнения РЧА, что свидетельствует о напряжении симпатического звена ВНС. Значимое повышение β -АРМ эритроцитов в раннем послеоперационном периоде свидетельствует о дальнейшем повышении активности симпатического звена, что сопровождается дальнейшей десенситизацией β -АРМ. Симпатический отдел вегетативной нервной системы занимает существенное место в патогенезе желудочковых аритмий у подростков.

Суправентрикулярные аритмии (синдром и феномен ВПВ, АВУТ), возникшие в подростковом возрасте, не сопровождаются значимым увеличением показателя β -АРМ эритроцитов относительно группы здорового контроля. Выполнение РЧА у данной категории пациентов не приводило к значимым изменениям адренореактивности эритроцитов.

Выполненное исследование показало возможность использования показателя β -АРМ эритроцитов для оценки состояния симпатической нервной системы у категории пациентов с методическими ограничениями анализа вариабельности сердечного ритма.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Janson C.M., Millenson M.E., Okunowo O., Dai D., Christmyer Z., Tan R.B. et al. Incidence of life-threatening events in children with Wolff-Parkinson-White syndrome: Analysis of a large claims database. *Heart Rhythm*. 2022;19(4):642–647. DOI: 10.1016/j.hrthm.2021.12.009.
- Alken F.A., Scherschel K., Zhu E., Kahle A.K., Meyer C. Langzeitergebnisse der Katheterablation bei AV-Knoten-Reentry-Tachykardien und akzessorischen Leitungsbahnen [Long-term results of catheter ablation for AV nodal reentry tachycardias and accessory pathways]. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2023;34(4):278–285. (In Germ.). DOI: 10.1007/s00399-023-00965-0.
- Школьникова М. А. Детская кардиология в России на рубеже столетий. *Вестник аритмологии*. 2000;18:15–19.
- Елисеева О.В. Клинико-функциональная характеристика детей с желудочковыми аритмиями в зависимости от локализации эктопического очага. *Вестник аритмологии*. 2021;4(106):15–23. DOI: 10.35336/VA-2021-4-15-23.
- Сайфуллаева Д.В. Нарушения ритма сердца у детей. *Вестник экстренной медицины*. 2017;1:119–125.
- Bücking C., Michaelis A., Markel F., Weidenbach M., Dähnert I., Gebauer R.A. et al. Evaluation of Clinical Course and Maintenance Drug Treatment of Supraventricular Tachycardia in Children During the First Years of Life. A Cohort Study from Eastern Germany. *Pediatr. Cardiol*. 2022;43(2):332–343. DOI: 10.1007/s00246-021-02724-9.
- Pilmer C.M., Kirsh J.A., Hildebrandt D., Krahn A.D., Gow R.M. Sudden cardiac death in children and adolescents between 1 and 19 years of age. *Heart Rhythm*. 2014;11(2):239–245. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.11.006.
- Xinxing S., Jie Z., Lu Z., He B. The efficacy and safety of radiofrequency catheter ablation for cardiac arrhythmias in pediatric patients. *Heart Surg. Forum*. 2020;23(2):E114–E117. DOI: 10.1532/hcf.2837.
- Плотникова И.В., Афанасьев С.А., Перевозникова Ю.Е., Свинцова Л.И., Реброва Т.Ю., Джаффарова О.Ю. Вклад вегетативной нервной системы в формирование нарушений ритма сердца в детском возрасте (обзор литературы). *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2023;38(2):23–29. DOI: 10.29001/2073-8552-2023-38-2-23-29.
- Баранов А.А., Васичкина Е.С., Ильдарова Р.А., Лебедев Д.С., Намазова-Баранова Л.С., Покушалов Е.А. и др. Желудочковая экстрасистолия у детей. *Педиатрическая фармакология*. 2018;15(6):435–446. DOI: 10.15690/pf.v15i6.1981.
- Atabekov T.A., Batalov R.E., Rebrova T.Y., Krivolapov S.N., Muslimova E.F., Khlynin M.S. et al. Ventricular tachycardia incidence and erythrocyte membranes β -adrenoreactivity in patients with implanted cardioverter-defibrillator. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2022;45(4):452–460. DOI: 10.1111/pace.14479.
- Арчаков Е.А., Баталов Р.Е., Эшматов О.Р., Степанов И.В., Муслимова Э.Ф., Реброва Т.Ю. и др. Эффективность катетерного лечения фибрилляции предсердий у пациентов с миокардитом в зависимости от адренореактивности организма (проспективное одноцентровое исследование). *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2023;78(2):151–159. DOI: 10.15690/vramn8334.
- Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств; 3-е изд., доп. и перераб. М.: МАКС-Пресс; 2013:596.
- Philip Saul J., Kanter R.J.; WRITING COMMITTEE; Abrams D., Asirvatham S., Bar-Cohen Y., Blafox A.D. et al. PACES/HRS expert consensus statement on the use of catheter ablation in children and patients with congenital heart disease: Developed in partnership with the Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES) and the Heart Rhythm Society (HRS). Endorsed by the governing bodies of PACES, HRS, the American Academy of Pediatrics (AAP), the American Heart Association (AHA), and the Association for European Pediatric and Congenital Cardiology (AEPCC). *Heart Rhythm*. 2016;13(6):e251–289. DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.02.009.
- Bree F., Gault I., d’Athis P., Tillement J.P. Beta adrenoreceptors of human red blood cells, determination of their subtypes. *Biochem. Pharmacol*. 1984;33(24):4045–4050. DOI: 10.1016/0006-2952(84)90019-4.
- Крысова А.В., Куншин А.А., Циркин В.И. Роль альфа- и бета-адренорецепторов в реализации способности адреналина изменять осмотическую резистентность эритроцитов небеременных женщин. *Вятский медицинский вестник*. 2011;3-4:8–13.
- Ali D.C., Naveed M., Gordon A., Majeed F., Saeed M., Ogbuke M.I. et al. β -Adrenergic receptor, an essential target in cardiovascular diseases. *Heart Fail. Rev*. 2020;25(2):343–354. DOI: 10.1007/s10741-019-09825-x.
- Гарганеева А.А., Александренко В.А., Кужелева Е.А., Реброва Т.Ю. Бета-адренореактивность эритроцитов и прогрессирование хронической сердечной недостаточности у пациентов, перенесших инфаркт миокарда. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(1):20–25. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-1-3407.
- Кручина Т.К., Васичкина Е.С., Егоров Д.Ф., Татарский Б.А. Проводящая система сердца у детей: структурные особенности и роль в формировании нарушений ритма сердца. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2011;6:30–36.
- Сторожаков Г.И., Кисляк О.А., Явлюхин А.А. Электрофизиологические характеристики синдрома Вольфа – Паркинсона – Уайта у подростков. *Российский кардиологический журнал*. 2001;4:21–25.

Вклад авторов

Реброва Т.Ю. – анализ и интерпретация данных, написание рукописи. Перевозникова Ю.Е. – сбор и обработка клинического материала, статистический анализ данных исследования. Свинцова Л.И. – разработка дизайна исследования, проверка критически важного интеллектуального содержания. Муслимова Э.Ф. – обработка биологического материала, анализ и интерпретация

данных. Афанасьев С.А. – разработка концепции и дизайна исследования, окончательное утверждение для публикации рукописи. Джаффарова О.Ю. – подбор и включение в исследование пациентов, подписание информированного согласия, сбор и обработка клинического материала.

Информация об авторах

Реброва Татьяна Юрьевна – канд. мед. наук, науч. сотрудник, лаборатория молекулярно-клеточной патологии и генодиагностики, НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, г. Томск, rebrova@cardio-tomsk.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3667-9599>

Перевозникова Юлия Евгеньевна – мл. науч. сотрудник, отделение детской кардиологии, НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, г. Томск, jep@cardio-tomsk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5352-1323>

Муслимова Эльвира Фаритовна – канд. мед. наук, науч. сотрудник, лаборатория молекулярно-клеточной патологии и генодиагностики, НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, г. Томск, muslimova@cardio-tomsk.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7361-2161>.

Свинцова Лилия Ивановна – д-р мед. наук, рук. отделения детской кардиологии, НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, г. Томск, lis@cardio-tomsk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2056-4060>

Афанасьев Сергей Александрович – д-р мед. наук, профессор, зав. лабораторией молекулярно-клеточной патологии и генодиагностики, Томский НИМЦ, г. Томск, tursky@cardio-tomsk.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6066-3998>

Джаффарова Ольга Юрьевна – канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник, отделение детской кардиологии, НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, г. Томск, oyd@cardio-tomsk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3947-4903>

(✉) **Реброва Татьяна Юрьевна**, rebrova@cardio-tomsk.ru

Поступила в редакцию 21.02.2024;
одобрена после рецензирования 08.04.2024;
принята к публикации 25.04.2024