



*Кужель Д.А.^{1,2}, Савченко Е.А.¹

ЖЕЛУДОЧКОВАЯ ЭКСТРАСИСТОЛИЯ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск 660022, Российская Федерация;
²КГБУЗ «Красноярская краевая больница №2», ул. Карла Маркса, д. 43, г. Красноярск 660049, Российская Федерация

***Ответственный автор:** Кужель Дмитрий Анатольевич, д.м.н., заведующий отделением функциональной диагностики, КГБУЗ «Красноярская краевая больница №2»; доцент, ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России; ул. Карла Маркса, д. 43, г. Красноярск 660049, Российская Федерация, e-mail: dakushel@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-0264-2686

Савченко Елена Александровна, к.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, г. Красноярск, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-4438-1434

РЕЗЮМЕ

Желудочковая экстрасистолия (ЖЭ) является одним из наиболее часто встречающихся нарушений ритма в повседневной клинической практике. В подавляющем большинстве случаев ЖЭ имеет хороший прогноз, однако в некоторых случаях может служить причиной серьезных, в том числе и угрожаемых жизни осложнений. С другой стороны, бессимптомная, частая ЖЭ может приводить к развитию систолической дисфункции левого желудочка (ЛЖ), которая может быть обратима при эффективной терапии. Оплотом терапии ЖЭ остаются лекарственные препараты. Однако эффективность одних препаратов достаточно низкая, тогда как другие препараты имеют существенные побочные и проаритмические эффекты. Технологические достижения в области радиочастотной абляции (РЧА) в последние годы открыли огромные перспективы в радикальной коррекции ЖЭ и выдвигают этот подход в селективных случаях как метод выбора. Однако данная инвазивная технология может в то же время нести риски серьезных осложнений,

которые могут наблюдаться у до 5% лиц, подвергнутых этой процедуре. Потенциальные риски РЧА во многом зависят от доступности эктопического очага. В этой связи важное значение приобретает дифференциальная диагностика источника эктопии для взвешенной оценки возможных рисков и эффективности этого инвазивного метода. Стандартные методы диагностики, такие как ЭКГ в 12 отведениях, холтеровское мониторирование и эхокардиография, позволяют во многих случаях принять оптимальное решение относительно дальнейшей тактики ведения. Частая, бессимптомная ЖЭ в случае высоких рисков осложнений при проведении РЧА и неэффективности лекарственной терапии в целях предотвращения развития систолической дисфункции ЛЖ требует ежегодного мониторинга с помощью как традиционных ультразвуковых методов, так и с применением новых технологий оценки функционального состояния миокарда.

Ключевые слова: желудочковая экстрасистолия, сердечная недостаточность, радиочастотная абляция, эхокардиография

Вклад авторов. Кужель Д.А. – формирование концепции публикации, анализ литературных данных, подбор иллюстраций. Савченко Е.А. – подбор литературных данных. Все авторы соответствуют критериям авторства ICMJE, принимали участие в подготовке статьи, наборе материала и его обработке.

Финансирование. Отсутствует.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ DAKUSHEL@YANDEX.RU

Для цитирования: Кужель Д.А., Савченко Е.А. Желудочковая экстрасистолия: новые возможности диагностики и тактики ведения. Евразийский кардиологический журнал. Февраль 2024;(1):116-125. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2024-1-116-125>

Рукопись получена: 28.08.2023 | **Рецензия получена:** 11.12.2023 | **Принята к публикации:** 17.01.2024

© Кужель Д.А., Савченко Е.А., 2024

Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>



*Dmitriy A. Kuzhel^{1,2}, Elena A. Savchenko¹

PREMATURE VENTRICULAR COMPLEXES: NEW POSSIBILITIES OF DIAGNOSTICS AND MANAGEMENT

¹PROFESSOR V.F. VOYNO-YASENETSKY KRASNOYARSK STATE MEDICAL UNIVERSITY, PARTIZAN ZHELEZNYAK STR. 1, KRASNOYARSK 660022, RUSSIAN FEDERATION;

²REGIONAL STATE HOSPITAL №2, KARL MARX STR. 43, KRASNOYARSK 660049, RUSSIAN FEDERATION

*Corresponding author: Dmitriy A. Kuzhel, Dr. of Sci. (Med.), Chief of department functional diagnostics, Regional state hospital №2; associate professor, Professor V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Karl Marx str. 43, Krasnoyarsk 660049, Russian Federation, e-mail: dakushel@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-0264-2686

Elena A. Savchenko, Cand. of Sci. (Med.), associate professor, Professor V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-4438-1434

SUMMARY

Premature ventricular complexes (PVC) is one of the most common arrhythmias in daily clinical practice. In the vast majority of cases, PVC has a good prognosis, but in some cases it can cause serious, including life-threatening complications. On the other hand, asymptomatic, frequent PVC can lead to the development of left ventricular (LV) systolic dysfunction, which can be reversible with effective therapy. Medications remain the mainstay of therapy for PVC. However, the effectiveness of some drugs is quite low, while other drugs have significant side and proarrhythmic effects. Technological advances in the field of radiofrequency (RF) catheter ablation in recent years have opened up tremendous prospects in the radical correction of PVC and put forward this approach in selective cases as the method of choice. However, this invasive technology may at the same time carry the risks of serious complications, which can occur in up to 5% of

individuals undergoing this procedure. The potential risks of RF catheter ablation largely depend on the accessibility of the ectopic focus. In this regard, differential diagnosis of the source of ectopia is of great importance for a balanced assessment of the possible risks and effectiveness of this invasive method. Standard diagnostic methods, such as 12-lead electrocardiography, Holter monitoring and echocardiography, allow in many cases to make the best decision regarding further management tactics. Frequent, asymptomatic PVC needs in annual monitoring to prevent LV systolic dysfunction development in cases high potential RF catheter ablation risks and drugs ineffectiveness. Traditional echocardiography and novel ultrasound technologies can help in this difficult of choice cases.

Key words: premature ventricular complexes, heart failure, radiofrequency catheter ablation, echocardiography

Authors' contributions. Kuzhel D.A. – publication concept formation, literature analysis, selection of illustrations. Savchenko E.A. – literature data selection.

All authors meet the ICMJE criteria for authorship, participated in the preparation of the article, the collection of material and its processing.

Conflict of interest: no
Funding for the article: none.

✉ DAKUSHEL@YANDEX.RU

For citation: Dmitriy A. Kuzhel, Elena A. Savchenko. Premature ventricular complexes: new possibilities of diagnostics and management. Eurasian heart journal. February 2024;(1):116-125 (In Russ.). <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2024-1-116-125>

Received: 28.08.2023 | **Revision Received:** 11.12.2023 | **Accepted:** 17.01.2024

© Dmitriy A. Kuzhel, Elena A. Savchenko, 2024

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Желудочковая экстрасистолия (ЖЭ) представляет собой одно из наиболее часто встречающихся нарушений ритма в повседневной работе кардиолога и врача общей практики. Особенностью практической работы врачебного сообщества в современном мире является и то, что все большее количество пациентов использует так называемые умные устройства, такие как часы Apple и другие приборы, позволяющие регистрировать сердечный ритм и другие показатели, позволяющие не только диагностировать различные нарушения, но и оптимизировать тактику ведения лежащих в основе этих нарушений заболеваний [1]. В подавляющем большинстве случаев ЖЭ имеет хороший прогноз, однако в некоторых случаях может служить спусковым механизмом к развитию вызванной нарушением ритма кардиальной дисфункции, появлению жизнеугрожаемых аритмий и даже смерти пациента.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ФАКТОРЫ РИСКА

Распространенность ЖЭ зависит от факторов риска и продолжительности записи электрокардиограммы (ЭКГ). Примерно у 1% здоровых лиц на стандартной ЭКГ покоя может быть зарегистрирована ЖЭ, тогда как проведение стандартного 24-часового холтеровского мониторирования (ХМ) увеличивает встречаемость ЖЭ до 97% [2, 3].

К факторам риска ЖЭ относят наличие практически всех кардиальных заболеваний. Помимо этого, к факторами риска могут быть высокий рост, малая физическая активность, низкий социальный статус, курение [2].

МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ГЕМОДИНАМИКУ

С точки зрения электрофизиологии описаны три механизма, вызывающие развитие ЖЭ: триггерная активность, аномальный автоматизм и механизм повторного входа волны возбуждения (re-entry), причем у одного и того же пациента эктопическая активность может возникать в результате одного, двух или всех трех механизмов [4].

Как правило, наличие ЖЭ мало влияет на функциональное состояние сердца. Однако в отдаленной перспективе частая ЖЭ может приводить к перегрузке ЛЖ объемом в результате увеличения времени диастолического наполнения во время продолжительной компенсаторной паузы и развитию систолической дисфункции, которая с устранением эктопии может быть обратимой. В опытах на животных при исследовании влияния ЖЭ на кардиальную механику вызванная экстрасистолией кардиомиопатия (ВЭК) развивалась через несколько недель при стимуляции желудочков по типу бигеминии. Общее количество ЖЭ в течение суток, способное вызвать развитие ВЭК, остается спорным. В целом принято считать, что наличие более 10% ЖЭ в течение суток может вызвать развитие ВЭК, количество же более 24% представляется критическим [5].

Диагноз ВЭК при наличии частой ЖЭ основывается на выявлении систолической дисфункции ЛЖ в отсутствие других причин и становится очевидным, когда имеется взаимосвязь между появлением эктопии и развитием дисфункции ЛЖ. Способствовать развитию ВЭК могут эпикардальное расположение эктопического очага, продолжительность эктопических QRS > 150 мс, полиморфный характер эктопии, ретроградная активация предсердий, интерполированные ЖЭ, расположение эктопического очага в правом желудочке и, наконец, бессимптомное течение аритмии [3, 6].

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ И СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКА

Многие пациенты даже при наличии желудочковой бигеминии остаются бессимптомными, когда аритмия выявляется случайно

при регистрации ЭКГ. Причины, почему одни пациенты не испытывают симптоматики, тогда как другие описывают яркую клиническую картину, остаются до конца неясными. Часто симптоматика остается неспецифичной и описывается как усталость, потеря работоспособности, неспецифический дискомфорт в грудной клетке, одышка и предобморочные состояния [7].

Хотя пароксизмы желудочковой тахикардии потенциально могут развиваться у любого пациента с ЖЭ в отсутствие структурного заболевания сердца, лица, имеющие нечастую, мономорфную экстрасистолию, обычно имеют хороший прогноз. Как правило, это лица с ЖЭ из выносящего тракта (ВТ) правого желудочка, папиллярных мышц и из ножек пучка Гиса (фасцикулярные ЖЭ). Общепринятыми факторами риска жизнеугрожаемых тахикардий принято считать наличие органического кардиального заболевания, рубцовой ткани, полиморфной ЖЭ, короткого интервала сцепления, эпикардального происхождения эктопии, широких (> 140 мс) комплексов QRS. Такие пациенты требуют тщательного мониторинга эктопической активности поскольку имеют риск внезапной кардиальной смерти (ВКС). Оценка наличия или отсутствия структурного заболевания сердца (СЗС), а также дисфункции ЛЖ зачастую играет ключевую роль в стратификации рисков. Помимо ЭКГ и ХМ диагностическая оценка должна включать проведение эхокардиографии (эхоКГ), нагрузочной пробы и, в особых случаях, магнитно-резонансной томографии (МРТ) с введением гадолиния [8]. Пациентам, а также лицам, профессионально занимающимся спортом, имеющим ЖЭ с коротким интервалом сцепления, особенно с эктопиями, исходящими из нижнезадней стенки ЛЖ, целесообразно выполнить электрофизиологическое исследование (ЭФИ) для дальнейшей оценки рисков ВКС [5, 9].

Пациентам с генетически детерминированными аритмиями, такими как аритмогенная дисплазия правого желудочка, синдром Бругады, удлинненным интервалом QT, гипертрофической кардиомиопатией, аритмическим пролапсом митрального клапана и другими наследственными нарушениями, стратификация рисков ВКС должна быть проведена согласно клиническим рекомендациям на индивидуальной основе. В этой связи необходимо тщательно исследовать семейный анамнез наличия наследственных заболеваний, которые могут быть связаны с ЖЭ и риском ВКС [2, 9, 10].

ВОПРОСЫ ОБЩЕЙ ДИАГНОСТИКИ ЖЕЛУДОЧКОВОЙ ЭКСТРАСИСТОЛИИ

Диагностика ЖЭ начинается с анализа жалоб пациента, определения провоцирующих факторов и клинических симптомов сердечной недостаточности (СН). При объективном осмотре, также важно определить признаки СН и клапанного поражения, принимая во внимание значимость этих состояний в дальнейшей оценке стратификации рисков [2].

Оплотом диагностики ЖЭ остается ЭКГ в 12 отведениях. При подозрении на ЖЭ ЭКГ в течение 30–60 секунд способна обеспечить первоначальное представление о локализации очага и примерной частоте эктопической активности. Помимо собственно определения наличия эктопии, необходимо оценить и другие важные составляющие анализа ЭКГ, такие как интервал QT, наличие инверсии зубца Т в правых прекардиальных отведениях, патологических зубцов Q, нарушений проводимости и бругадоподобных изменений. Смещение переходной зоны вправо и зубцы S в отведении V6 могут сигнализировать о наличии фиброзных изменений в задней стенке при ишемической кардиомиопатии [10, 11].

Холтеровское мониторирование (ХМ) справедливо считается золотым стандартом в диагностике ЖЭ. Учитывая свой-

ственную ЖЭ вариабельность, наиболее оптимальным вариантом представляется проведение мониторингирования в течение 48-72 часов. ХМ с регистрацией 12 отведений, помимо частоты эктопии, позволяет определить очаги желудочковой эктопии при наличии одной или двух морфологий ЖЭ и определить кандидатов для радиочастотной абляции (РЧА) [6, 11, 12].

Проведение нагрузочной пробы нужно рассмотреть при подозрении на ишемическую болезнь сердца (ИБС), а также для диагностики катехоламинергической полиморфной желудочковой тахикардии [2, 11].

ЭхоКГ показана у каждого пациента с ЖЭ для исключения структурных заболеваний сердца (СЗС) и оценки фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ). При наличии симптоматических, но тем не менее редких ЖЭ у пациентов без СЗС проведение частых ультразвуковых исследований сердца не является обязательным, если не развилось ухудшение симптоматики. У лиц с частой ЖЭ, но также без СЗС динамическое наблюдение с помощью ЭхоКГ необходимо для оценки систолической функции ЛЖ и развития ВЭК. Как ранний маркер дисфункции ЛЖ, в таких случаях возможно исследование глобальной продольной деформации миокарда ЛЖ [5, 13].

МРТ сердца с введением гадолиния может быть полезным у пациентов с частой ЖЭ и атипичным, помимо ВТ правого желудочка, очагом эктопии, с систолической дисфункцией ЛЖ и подозрением на СЗС, для определения рубцовых изменений, воспаления, саркоидоза, инфильтративных заболеваний и, особенно, недилатационной кардиомиопатии ЛЖ, часто сопровождающейся злокачественными желудочковыми нару-

шениями ритма [8, 10]. Позитронно-эмиссионная томография возможна при подозрении на воспалительные заболевания миокарда, такие как саркоидоз, когда необходима иммунодепрессивная терапия. Также начальная оценка этиологии ЖЭ должна включать поиск электролитных или метаболических нарушений [5].

ТОПИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЖЕЛУДОЧКОВОЙ ЭКСТРАСИСТОЛИИ

Топическая диагностика ЖЭ играет важную роль в определении эффективности наиболее радикального метода ее терапии, такого как радиочастотная абляция (РЧА), и может быть достаточно эффективно проведена с помощью ЭКГ в 12 отведениях. Для ЖЭ из ВТ правого желудочка характерна морфология блокады левой ножки пучка Гиса с отрицательными комплексами QRS в отведениях aVL, aVR и положительными, «засубренными» комплексами QRS во II, III, aVF, комплексами по типу QS в отведении V1 (рис. 1А). При наличии вышеописанных признаков, если переходная зона (прекардиальное отведение, которое первое показывает QRS более положительный, чем отрицательный) наблюдается в отведении V4 или левее, ЖЭ почти наверняка исходит из ВТ правого желудочка (рис. 1А) [14]. Если в остальном сходные ЖЭ имеют переходную зону в отведении V1–V2, это, скорее всего, будет ЖЭ, происходящая из ВТ ЛЖ, а именно из правой или левой коронарной створки (рис. 1В). При расположении переходной зоны в отведении V3 ЖЭ возможны варианты как из ВТ левого, так и из правого желудочков [15].

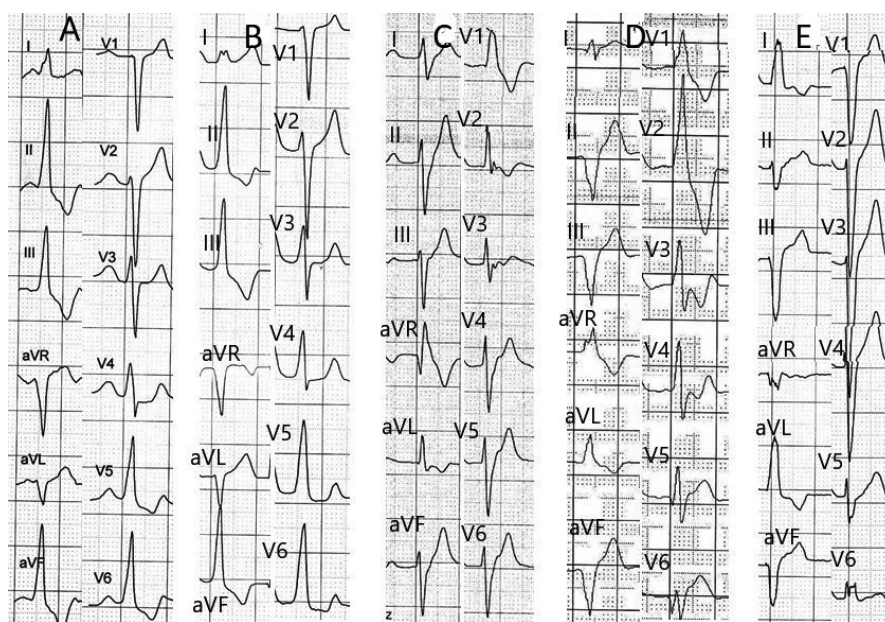


Рисунок 1. (Составлено автором). А. Желудочковая экстрасистолия из выносящего тракта правого желудочка. Эктопические комплексы по типу блокады левой ножки пучка Гиса, вертикальная электрическая ось, переходная зона ($R > S$) в отведении V4 или левее. **В. Желудочковая экстрасистолия из выносящего тракта левого желудочка.** Эктопические комплексы по типу блокады левой ножки пучка Гиса, вертикальная электрическая ось, переходная зона ($R > S$) в отведении V1–V2 или V3. **С. Фасцикулярная желудочковая экстрасистолия из задней ветви левой ножки пучка Гиса.** Эктопические комплексы QRS по типу блокады правой ножки пучка Гиса продолжительностью менее 130 мс, резкое отклонение электрической оси влево. **Д. Желудочковая экстрасистолия из свободной стенки левого желудочка.** Широкие комплексы QRS по типу атипичной блокады правой ножки пучка Гиса. **Е. Желудочковая экстрасистолия из свободной стенки правого желудочка.** Эктопические комплексы QRS по типу блокады левой ножки пучка Гиса, отклонение электрической оси влево

Figure 1. (Compiled by the author). A. Premature ventricular beat from right ventricular outflow tract. Ectopic complexes have a left bundle-branch morphology, inferior axis, precordial transition (the precordial lead that first exhibits a QRS that is more positive than it is negative) occurs at V4 or late. **B. Premature ventricular beat from left ventricular outflow tract.** Ectopic complexes have a left bundle-branch morphology, inferior axis, precordial transition occurs at V1–V2 or V3. **C. Fascicular ventricular ectopy from left posterior fascicle of the left bundle branch.** Ectopic QRS complexes < 130 mc have a right bundle-branch morphology with extremely superior axis. **D. Premature ventricular beat from left ventricular free wall.** Broad QRS complexes with atypical right bundle-branch morphology. **E. Premature ventricular beat from right ventricular free wall.** Ectopic complexes have a left bundle-branch morphology with superior axis

Другой пример доброкачественной идиопатической ЖЭ представляют так называемые фасцикулярные экстрасистолы, исходящие из передней или задней ветви ЛНПГ. Морфология данных ЖЭ представляет собой тип блокады правой ножки пучка Гиса с узким (< 130 мс) комплексом QRS по типу rSR в отведении V1 и зубцом S более широким, чем зубец R в отведении V6. Резкое отклонение электрической оси влево в таких случаях предполагает источником эктопии заднюю ветвь (рис. 1С), тогда как резкое отклонение вправо – переднюю ветвь левой ножки пучка Гиса [5, 9].

Менее частым источником идиопатической ЖЭ, исходящей из ЛЖ, может быть эктопия из кольца митрального клапана, папиллярных мышц, стенки ЛЖ (рис. 1D). Во всех случаях ЖЭ имеют широкие (> 130 мс) комплексы QRS с морфологией «нетипичной» блокады правой ножки пучка Гиса (положительные комплексы QRS в отведении V1, но не подходящие на типичное нарушение проведения) с варибельным положением электрической оси во фронтальной плоскости. ЖЭ с подобной морфологией комплексов QRS могут наблюдаться в контексте СЗС и поэтому требуют всесторонней оценки [16, 17].

Дифференциальная диагностика источника эктопии по ЭКГ в 12 отведениях достаточно сложна, но необходима для примерной оценки эффективности и потенциальных рисков РЧА. Необходимо помнить, что ЖЭ из правого желудочка может быть не только из ВТ, но и из области свободной стенки (рис. 1Е), и может наблюдаться как при идиопатических состояниях, так и при аритмогенной дисплазии правого желудочка, саркоидозе, инфильтративных заболеваниях. Поэтому ЖЭ с морфологией комплексов QRS по типу блокады левой ножки пучка Гиса с отклонением электрической оси влево (отрицательные комплексы QRS в отведениях III, aVF), требуют всесторонней диагностической оценки. Важное с точки зрения проведения РЧА эпикардальное происхождение ЖЭ можно предположить по так называемому индексу дефлексии (deflection index). Этот индекс рассчитывается как отношение наименьшего временного интервала от начала эктопического комплекса QRS до вершины зубца R в прекардиальных отведениях к общей продолжительности QRS (рис. 2). Значение индекса дефлексии $> 0,55$ предполагает наличие эктопического очага в эпикардальных отделах сердца [18].

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ

Если количество ЖЭ менее 5%, отсутствует симптоматика, сохранена ФВ ЛЖ и нет СЗС, достаточно заверения об отсутствии угроз жизни и здоровью [11, 19]. В таких случаях доста-

точно рекомендовать изменение образа жизни, отказ от вредных привычек, уменьшение потребления кофе и увеличение физической активности, которые сами по себе могут привести к снижению общего количества ЖЭ [11].

Лекарственная терапия у пациентов с ЖЭ хорошо описана в соответствующих клинических рекомендациях, а также многочисленных обзорных публикациях и не нуждается в подробном описании. Коротко касаясь этой тематики, можно указать следующее. У пациентов без СЗС терапия ЖЭ показана при наличии клинической симптоматики и/или снижении ФВ ЛЖ, которые вызваны желудочковой эктопией более 15% [4, 19]. Среди лекарственных препаратов β -адреноблокаторы являются препаратами первой линии и являются особенно эффективными, когда эктопическая активность в наибольшей степени проявляется в дневные часы. Недигидроперидиновые антагонисты кальция могут быть полезны при фасцикулярной ЖЭ. Однако, как правило, терапия перечисленными препаратами показывает эффективность только у 25% пациентов с ЖЭ [11].

Наиболее действенными в подавлении ЖЭ остаются препараты IC и III класса. Группа IC представлена достаточно обширным списком эффективных лекарственных препаратов, среди которых необходимо отметить пропафенон и отечественные средства, такие как дизитламинопропионилэтоксикарбониламинофенотиазин и лаппаконитина гидробромид. Однако подавление эктопической активности среди лиц со СЗС и/или низкой ФВ ЛЖ ($< 40\%$) препаратами IC может нести еще большие риски летального исхода, что было убедительно доказано в исследовании CAST. Терапией выбора в таких случаях также остаются β -адреноблокаторы [19, 20].

Применение амиодарона у пациентов со СЗС и/или со сниженной ФВ ЛЖ, имеющих симптоматическую ЖЭ, допускается сопровождая терапию СН и основного заболевания согласно имеющимся клиническим рекомендациям, с учетом использования показавших эффективность новых лекарственных препаратов, относящихся к группам ингибиторов рецепторов ангиотензина-неприлизина и натрий-глюкозного котранспортера 2 типа [4, 11, 19-21].

Амиодарон может существенно уменьшать число ЖЭ также и среди лиц с сохраненной ФВ ЛЖ и применяться для улучшения симптоматики, однако частота прекращения терапии амиодароном по причине развития побочных эффектов остается достаточно высокой и может составлять до 27%. Соталол также может подавлять ЖЭ и предпочтителен к применению у пациентов с ИБС, однако терапия этим препаратом требует

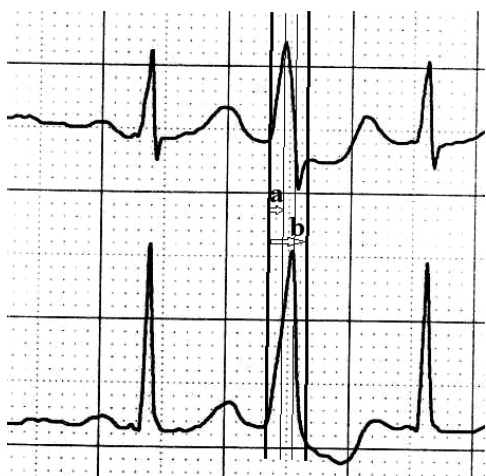


Рисунок 2. (Составлено автором). Определение индекса дефлексии включает расчет отношения минимального интервала между началом эктопического комплекса QRS и вершиной положительного зубца R в грудных отведениях к общей продолжительности эктопического комплекса QRS (a/b)

Figure 2. (Compiled by the author). The definition of the deflection index includes the calculation of the ratio of the minimum interval between the beginning of the ectopic QRS complex and the top of the positive R wave in the chest leads to the total duration of the ectopic QRS complex

тщательного контроля за интервалом QT, и он не рекомендован к применению при выраженной систолической дисфункции (< 20%) или гипертрофии ЛЖ более 14 мм [19, 20].

Как обсуждалось выше, препараты IC класса увеличивают риски ВКС и не должны назначаться пациентам со сниженной ФВ ЛЖ и СЗС. Однако у лиц без органического поражения, но с ВЭК и сниженной ФВ ЛЖ их применение остается предметом дискуссии, поскольку снижение эктопической активности может приводить к увеличению сократительной способности ЛЖ. Так, в одном из небольших исследований было показано, что снижение количества ЖЭ с 36% до 10% сопровождалось увеличением ФВ ЛЖ с 37% до 49%. Поэтому в отсутствие СЗС по данным исследования МРТ с гадолинием применение препаратов IC группы, вероятно, требует определенного переосмысления и, возможно, допустимо у селективных пациентов со сниженной ФВ ЛЖ, которым невозможно проведение РЧА, либо противопоказано назначение амиодарона по причине развития побочных эффектов [22].

РАДИОЧАСТОТНАЯ АБЛЯЦИЯ ПРИ ЖЕЛУДОЧКОВОЙ ЭКСТРАСИСТОЛИИ

Технологические достижения в применении РЧА для терапии ЖЭ понизили порог для применения этой методики, особенно при наличии мономорфной ЖЭ. РЧА, как и лекарственная терапия, могут быть рекомендованы как терапия выбора при симптоматической ЖЭ; эктопии, провоцирующей пароксизмы ЖТ или ВЭК; а также как класс I показаний при непереносимости лекарственной терапии или предпочтений самого пациента [4, 19, 20, 23].

Однако потенциальная польза применения РЧА должна быть оценена против рисков серьезных осложнений, таких как повреж-

дение коронарных артерий, развития псевдоаневризм, артериовенозных фистул, тампонады сердца и нарушения мозгового кровообращения, частота которых располагается в диапазоне от 1% до 5% [5]. Риски эмболических инсультов особенно возрастают при РЧА левожелудочковых ЖЭ [24]. Оценка рисков подразумевает тщательное изучение ЭКГ для определения участка возникновения ЖЭ и оценки рисков для рядом расположенных анатомических структур. В случае неуверенности относительно эффективности РЧА в улучшении сниженной ФВ ЛЖ может быть предложена пробная терапия амиодароном с последующей оценкой частоты ЖЭ и ФВ ЛЖ, что поможет определить пользу инвазивного вмешательства против рисков возможных осложнений [11].

Наиболее эффективной РЧА считается при развитии ЖЭ из области ВТ правого желудочка с частотой успеха до 95%, что превосходит эффективность терапии метопрололом или пропафеноном и может рассматриваться как терапия выбора [19, 20]. РЧА ЖЭ из ВТ ЛЖ, аортального клапана, папиллярных мышц, кольца митрального клапана, антеробазального саммита или фасцикулярных экстрасистол технологически существенно более проблематична, имеет более низкую, до 70% эффективность и может требовать нескольких вмешательств, эпикардального доступа или хирургической абляции, поэтому инвазивное вмешательство в таких случаях показано при неэффективности ≥ 1 антиаритмического препарата IC группы или предпочтений самого пациента. Альтернативой РЧА в труднодоступных регионах может быть криоабляция [6, 20, 25, 26].

Тактика ведения пациентов с частой и бессимптомной ЖЭ с точки зрения целесообразности проведения РЧА остается до

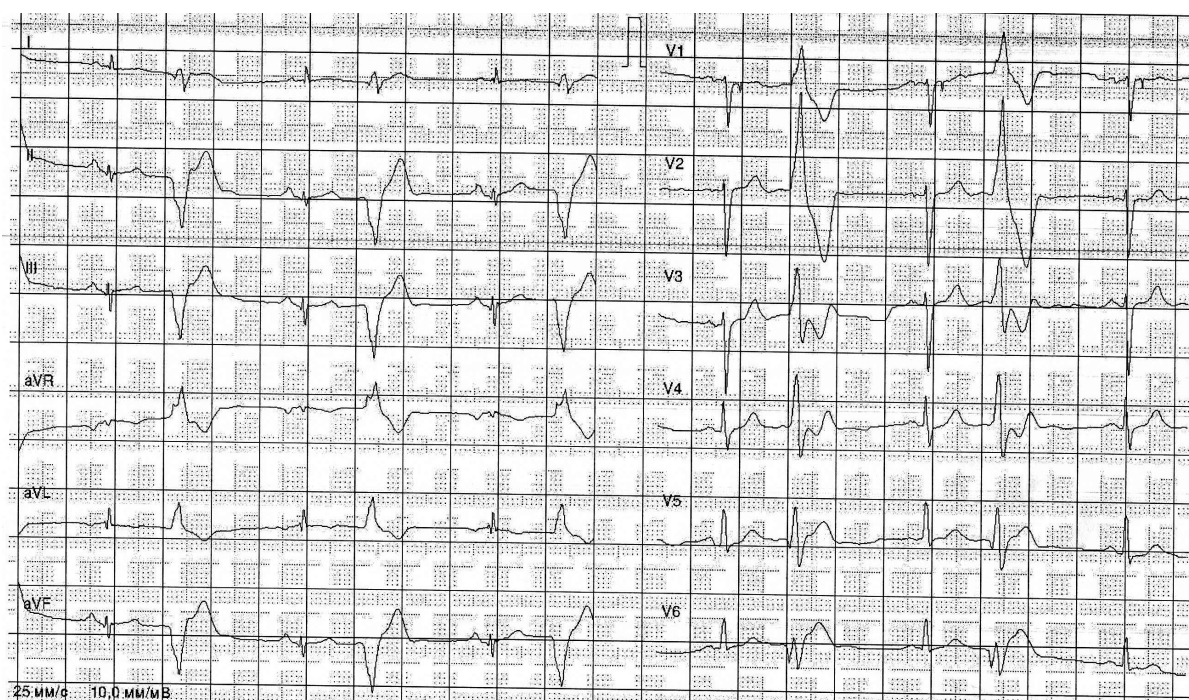


Рисунок 3. (Составлено автором). Электрокардиограмма пациентки Г. 37 лет. Широкие эктопические комплексы QRS по типу блокады правой ножки пучка Гиса. В течение 10 лет частые (> 15%) желудочковые экстрасистолы с эпизодами эктопической активности по типу бигеминии, интерполированной, парной, по типу триплетов и 4 подряд комплексов с ЧСС до 130 уд/мин по типу неустойчивых пароксизмов желудочковой тахикардии. Выполненная в 2017 г. эхоКГ показала снижение фракции выброса ЛЖ до 33% при отсутствии поражения коронарных артерий по данным коронарографии, тогда же было зафиксировано два эпизода устойчивой желудочковой тахикардии, был имплантирован кардиовертер-дефибриллятор

Figure 3. (Compiled by the author). Electrocardiogram of patient G. 37 years old. Wide QRS complexes with right bundle-branch morphology. During 10 years she had frequent (> 15%) premature ventricular complexes with episodes bigemina, interpolated, couplets, triplets and four ectopic complexes with heart rate 130 beats/min like paroxysm of unstable ventricular tachycardia. Performed in 2017 echocardiography showed decrease of left ventricular ejection fraction to 33% without coronary artery damage in coronary angiography. At the same time two episodes of sustained ventricular tachycardia were recorded, and a cardioverter-defibrillator was implanted

конца не ясной. Угроза развития ВЭК сохраняется примерно у 1/3 лиц с ЖЭ > 10–15% (рис. 3) [4, 19, 20]. Однако обратимость развившейся систолической дисфункции после успешной абляции позволяет придерживаться выжидательной тактики при условии тщательного мониторинга ФВ ЛЖ, тем более что сохраняется вероятность спонтанного уменьшения желудочковой эктопии [18]. Альтернативным маркером оценки систолической функции миокарда может быть определение глобальной деформации ЛЖ на базе ультразвуковой технологии «след пятна» (speckle tracking imaging). Эта методика может использоваться для мониторинга функции ЛЖ и определения ранних признаков его дисфункции (рис. 4А) [27, 28]. Пороговой величиной в данном случае можно рассматривать показатель глобальной продольной деформации ЛЖ –16%, тогда как нормальные показатели лежат в пределах от –18% до –25%. Преимуществом данной технологии является способность предсказывать кардиоваскулярные события при нормальной ФВ ЛЖ [29, 30]. Определение показателей деформации ЛЖ при рутинном измерении артериального давления с помощью соответствующего программного обеспечения позволяет также построить кривые «давление – деформация», которые можно рассматривать как эквивалент кривых «давление – объем», отражающие состояние миокардиальной работы. Артериальное давление как суррогатный маркер посленагрузки может обеспечивать более достоверную оценку систолической функции ЛЖ и может иметь преимущество в том числе и перед глобальной продольной деформацией. Вся работа, выполняемая ЛЖ от времени закрытия и до открытия митрального клапана, отражается в показателе индекса глобальной работы (GWI), референтные значения которого при нормальном состоянии лежат в пределах 1382–2875 мм рт. ст.% [31]. Диагностическое и прогностическое значение показателей миокардиальной работы было показано у пациентов с хронической СН, дилатационной кардиомиопатией ишемического и неишемического генеза [32, 33].

Выжидательную тактику у лиц с частой, бессимптомной ЖЭ также может поставить под сомнение угроза развития необратимого диффузного фиброза [4, 5]. Поэтому ведение пациентов с идиопатической, бессимптомной ЖЭ > 10% требует как

минимум ежегодных оценок частоты аритмической активности и ФВ ЛЖ. В подобных случаях также представляется целесообразной оценка глобальной продольной деформации ЛЖ как неинвазивного маркера фиброза миокарда [13], развитие которого, как представляется, является особенно важным в плане угрозы развития ВКС [8, 34]. В целом, для наиболее оптимального ведения бессимптомных лиц с частой ЖЭ необходимо проведение проспективного исследования пациентов, рандомизированных к РЧА, против тактики наблюдения и лекарственной терапии [5].

ИМПЛАНТАЦИЯ КАРДИОВЕРТЕРА-ДЕФИБРИЛЛЯТОРА

Пациенты, перенесшие фибрилляцию желудочков, сохраняют высокие риски ВКС, и даже несмотря на успешную РЧА эктопических очагов требуют имплантации кардиовертера-дефибриллятора. Лица с «доброкачественными» ЖЭ (из ВТ правого желудочка, папиллярных мышц, фасцикулярными ЖЭ) даже с эпизодами стойкой или нестойкой мономорфной желудочковой тахикардии с комплексами QRS со сходной морфологией в отсутствие СЗС обычно не имеют рисков ВКС, и аритмия может быть купирована посредством РЧА или антиаритмической терапии. У пациентов со сниженной ФВ ЛЖ и частой (более 5–10%) ЖЭ эктопическая активность может вызывать или усугублять имеющуюся систолическую дисфункцию ЛЖ. Вопрос первичности кардиомиопатии как результата СЗС или ее вторичности как следствия нарушения ритма может быть решен с помощью МРТ сердца с доказательством органического поражения и пробной терапии амиодароном в течение по крайней мере 3 месяцев. Сохраняющаяся в таких случаях после пробной терапии низкая (< 35%) ФВ ЛЖ будет указывать на целесообразность имплантации кардиовертера-дефибриллятора. Программируемое электрофизиологическое исследование может быть резервировано для селективного отбора пациентов с неишемической кардиомиопатией и наличием задержки гадолиния при проведении МРТ. Индукция ЖТ у таких лиц предсказывала риски ВКС и помогала отбирать пациентов для имплантации кардиовертера-дефибриллятора [35]. Кроме того, имплантация кардиовертера-дефибриллятора может быть рассмотрена при ФВ ЛЖ < 45% у лиц с недилатационной кардиомиопатией ЛЖ при наличии генетического поражения высокого риска [10].

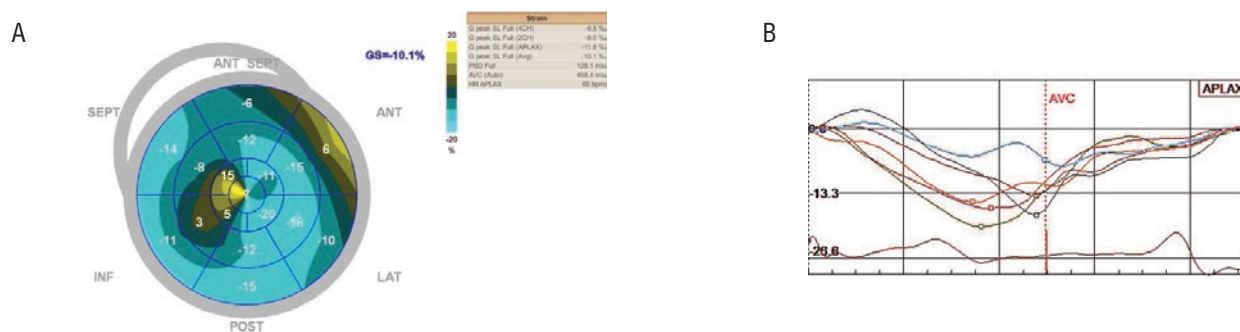


Рисунок 4. (Составлено автором). Показатели деформации миокарда и индекса механической дисперсии левого желудочка пациентки Г. по данным ультразвукового исследования сердца, выполненного в 2017 г. А. Глобальная деформация левого желудочка, рассчитанная из средней величины деформации 17 сегментов, существенно снижена и составляет 10,1%. В. Кривые деформации миокарда левого желудочка в позиции 5 камер. Временные интервалы от начала комплекса QRS до пиков деформации 6 исследуемых сегментов существенно различаются. Глобальный индекс механической дисперсии составил 128 мс

Figure 4. (Compiled by the author). Global left ventricular longitudinal myocardial strain and mechanical dispersion index of patient G. according of an ultrasound heart examination performed in 2017. A. The global longitudinal myocardial strain calculated as the average value strain from 17 left ventricular segments, is significantly reduced to 10.1%. B. Left ventricle myocardial strain curves in five chambers view. The time intervals from the beginning of the QRS complex to the peaks of strain of the 6 studied segments differ significantly. The global mechanical dispersion index was 128 ms

Отношение к имплантации кардиовертера-дефибриллятора у пациентов с ВЭК и ФВ ЛЖ < 35% остается неопределенным, поскольку успешная терапия ЖЭ может существенно улучшать систолическую функцию ЛЖ и позволяет избежать подобного рода вмешательства [11]. Среди неинвазивных методов стратификации рисков жизнеугрожаемых аритмий необходимо отметить как общие показатели глобальной продольной деформации, так и так называемый индекс механической дисперсии ЛЖ, являющийся следствием разброса временных интервалов электрической активации миокарда ЛЖ. Данный индекс определяется как стандартное отклонение пиков деформации 16 сегментов ЛЖ (рис. 4В). Нормальные значения данного индекса лежат в пределах 56 мс, пороговым для рисков развития угрожаемых тахикардий принято считать значение > 70 мс. Роль глобальной деформации и механической дисперсии требует тщательного изучения, учитывая ограниченные возможности предсказывать риски злокачественных желудочковых аритмий при ФВ ЛЖ > 35%, принимая во внимание эффективность этих технологий в оценке вероятности развития желудочковых эктопий как среди пациентов с кардиомиопатиями, так и среди лиц с нормальной систолической функцией ЛЖ [36–38]. Помимо вышеуказанных показателей определенную роль в предсказании желудочковых тахикардий могут играть и индексы миокардиальной работы [39, 40].

Таким образом, ЖЭ остается одной из наиболее актуальных проблем в современной кардиологии, которая требует взвешенного подхода. Не только риски ВКС, но и потенциальная угроза развития ВЭК должны приниматься во внимание в тактике ведения этой многочисленной популяции пациентов. Успешная

антиаритмическая терапия может как существенно улучшать качество жизни пациентов, так и увеличивать функциональные возможности миокарда ЛЖ. Критерием эффективности в таких случаях может быть увеличение ФВ ЛЖ на 10–15% [11]. Можно сказать, что РЧА открыла огромные перспективы в радикальной коррекции этого нарушения ритма, в том числе и в труднодоступных регионах [41–44], однако потенциальная польза применения этой технологии должна быть тщательно взвешена относительно потенциальных рисков возможных осложнений.

Многие пациенты с ЖЭ развивают нарушение ритма без очевидного органического поражения сердца. Тактические аспекты эффективного ведения таких лиц достаточно сложны и неоднозначны, но, тем не менее могут быть представлены в виде алгоритма, который в какой-то степени может упростить понимание задачи для врача общей практики (рис. 5). Очевидно, что у большинства пациентов с частой ЖЭ систолическая дисфункция ЛЖ и клиника СН вряд ли разовьются, однако у части лиц следствием аритмии может быть развитие ВЭК. Поэтому другим немаловажным вызовом будет выявление лиц, находящихся в группе риска по развитию систолической дисфункции ЛЖ, которые будут требовать более агрессивной тактики ведения. Необходимость выявления лиц с ЖЭ на ранних этапах развития ВЭК, до развития необратимого фиброза, диктует целесообразность изучения вопроса о применении современных, высокотехнологичных методов диагностики, которые, возможно, позволят более точно ответить на вопрос относительно функционального состояния миокарда и наиболее оптимального времени для радикального, но в то же время и потенциально опасного метода коррекции аритмии, такого как РЧА в труднодоступных регионах миокарда.

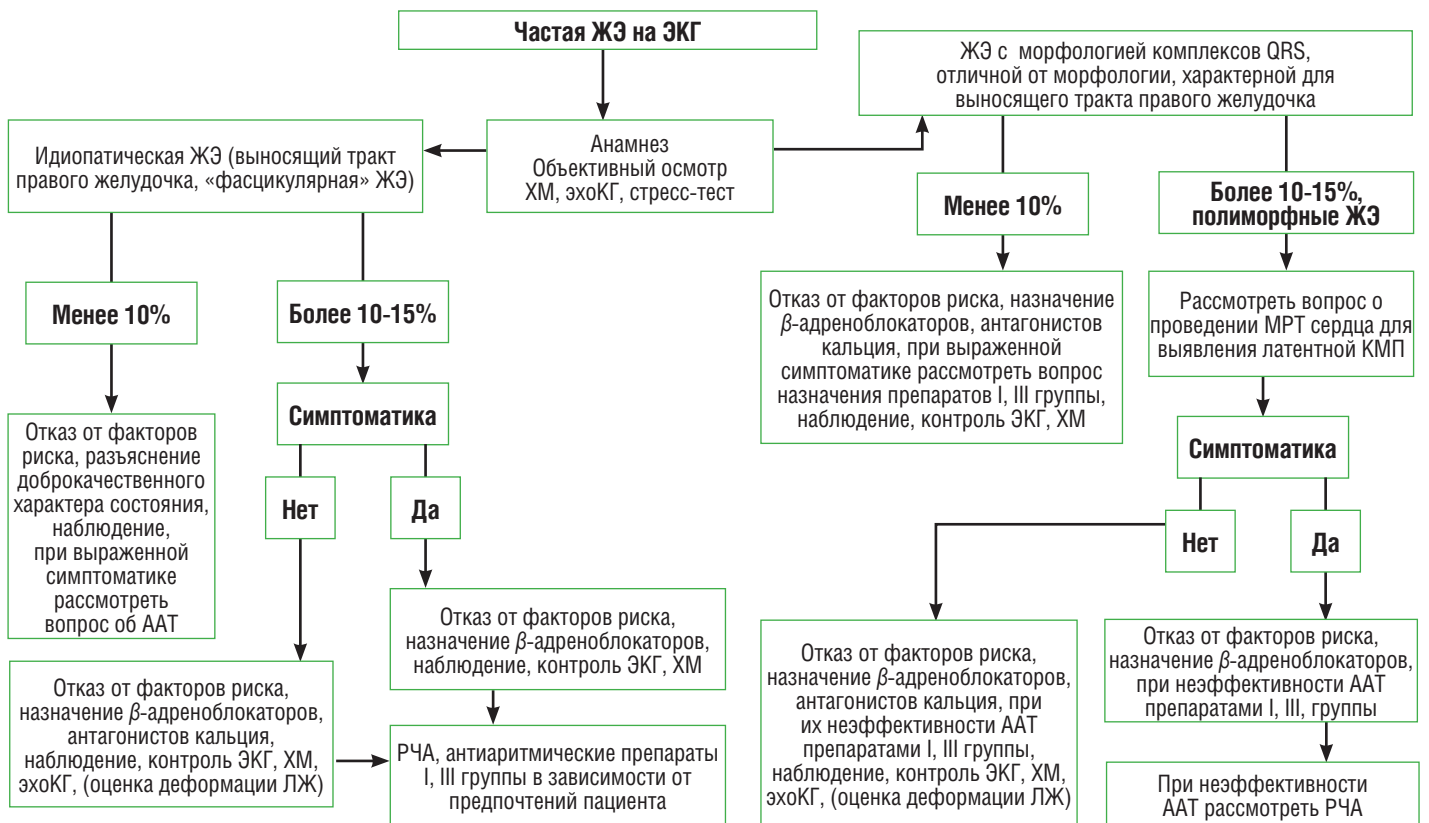


Рисунок 5. (Составлено автором). Тактика ведения лиц с частой желудочковой экстрасистолой на ЭКГ и сохраненной фракцией выброса левого желудочка без очевидных сердечно-сосудистых заболеваний (ААТ – антиаритмическая терапия, ЖЭ – желудочковые экстрасистолы, ЛЖ – левый желудочек, РЧА – радиочастотная абляция, ХМ – холтеровское мониторирование, ЭКГ – электрокардиография, эхоКГ – эхокардиография)

Figure 5. (Compiled by the author). Work-Up and Management for ECG frequent premature ventricular complexes and preserved left ventricular ejection fraction without obvious cardiovascular diseases

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Ganesanathan S., Rajkumar C.A., Foley M., et al. Remote digital smart device follow-up in prospective clinical trials: early insights from ORBITA-2, ORBITA-COSMIC, and ORBITA-STAR. *Eur Heart J Suppl.* 2022;24(Suppl H):H32-H42. <https://doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suac058>
- Marcus G.M. Evaluation and Management of Premature Ventricular Complexes. *Circulation.* 2020;141:1404–1418. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042434>
- Mulder B.A., Riensta M., Blaauw Y. Evaluation and treatment of premature ventricular contraction in heart failure with reduced ejection fraction. *Heart.* 2021;107:10–17. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-317491>
- Zeppenfeld K., Tfelt-Hansen J., de Riva M., et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death Developed by the task force for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J.* 2022;43(40):3997–4126. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac262>
- Latchamsetty R., Bogun F. Premature ventricular complex-induced cardiomyopathy. *JACC Clin Electrophysiol.* 2019;5:537–50. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2019.03.013>
- Олесин А.И., Константинова И.В., Зуева Ю.С., Соколова М.Д. Желудочковая экстрасистолия у пациентов без структурных изменений сердца: механизмы формирования, предикторы развития аритмогенной кардиомиопатии и принципы фармакологической и немедикаментозной терапии. *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний.* 2020;8(26):28–39. <https://doi.org/10.15829/2311-1623-8-26>
[Olesin A.I., Konstantinova I.V., Zueva Yu.S., Sokolova M.D. Ventricular extrasystoles in patients without cardiac structural changes: mechanisms of development, arrhythmogenic cardiomyopathy predictors, pharmacological and nonpharmacological treatment strategies. *International Heart and Vascular Disease Journal.* 2020;8(26):21–30. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/2311-1623-8-26>
- Lee A., Denman R., Haqqani H.M. Ventricular ectopy in the context of left ventricular systolic dysfunction: risk factors and outcomes following catheter ablation. *Heart Lung Circ.* 2019;28:379–388. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.01.012>
- Олейников В. Э., Аверьянова Е. В., Вдовкин А. В., Донецкая Н. А. Роль магнитно-резонансной томографии в выявлении миокардиального фиброза при жизнеугрожающих желудочковых аритмиях. *Российский кардиологический журнал.* 2023;28(7):5476. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5476>
[Oleinikov V. E., Averyanova E. V., Vdovkin A. V., Donetskaya N. A. Role of magnetic resonance imaging in the detection of myocardial fibrosis in life-threatening ventricular arrhythmias. *Russian Journal of Cardiology.* 2023;28(7):5476. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5476>
- Corrado D., Drezner J.A., D'Ascenzi F., Zorzi A. How to evaluate premature ventricular beats in the athlete: critical review and proposal of a diagnostic algorithm. *Br J Sports Med.* 2020;54:1142–1148. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100529>
- Arbello E., Protonotarios A., Gimeno J.R., et al. 2023 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies. *Eur Heart J.* 2023;44(37):3503–3626. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad194>
- Higuchi K., Bhargava M. Management of premature ventricular complexes. *Heart.* 2022;108(7):565–572. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-318628>
- Loring Z., Hanna P., Pellegrini C.N. Longer ambulatory ECG monitoring increases identification of clinically significant ectopy. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2016;39:592–597. <https://doi.org/10.1111/pace.12852>
- Abou R., van der Bijl P., Bax J.J., Delgado V. Global longitudinal strain: clinical use and prognostic implications in contemporary practice. *Heart.* 2020;106:1438–1444. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-316215>
- Luebbert J., Auberson D., Marchlinski F. Premature ventricular complexes in apparently normal hearts. *Card Electrophysiol Clin.* 2016;8:503–514. <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2016.04.001>
- John R.M., Stevenson W.G. Outflow tract premature ventricular contractions and ventricular tachycardia: the typical and the challenging. *Card Electrophysiol Clin.* 2016;8:545–54. <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2016.04.004>
- Sung R., Scheinman M. Spectrum of fascicular arrhythmias. *Card Electrophysiol Clin.* 2016;8:567–80. <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2016.04.006>
- Yamada T., Doppalapudi H., Maddox W.R., et al. Prevalence and electrocardiographic and electrophysiological characteristics of idiopathic ventricular arrhythmias originating from intramural foci in the left ventricular outflow tract. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2016;9(9):e004079. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.116.004079>
- Lee A.K.Y., Andrade J., Hawkins N.M., et al. Outcomes of untreated frequent premature ventricular complexes with normal left ventricular function. *Heart.* 2019;105(18):1408–1413. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-314922>
- Лебедев Д.С., Михайлов Е.Н., Неминуший Н.М. и др. Желудочковые нарушения ритма. Желудочковые тахикардии и внезапная сердечная смерть. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал. 2021;26(7):4600. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4600>
[Lebedev D.S., Mikhailov E.N., Neminsky N.M., et al. Ventricular arrhythmias. Ventricular tachycardias and sudden cardiac death. 2020 Clinical guidelines. *Russian Journal of Cardiology* 2021;26(7):4600. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4600>
- Голицын С.П., Костюкевич М.В., Лайович Л.Ю. и др. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению желудочковых нарушений ритма сердца и профилактике внезапной сердечной смерти (2022). *Евразийский кардиологический журнал.* 2022; (4):6–67. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2022-4-6-67>
[Golitsyn S.P., Kostyukovich M.V., Lajovic L.Yu. et al. Eurasian association of cardiology (EAC) guidelines for the prevention and treatment of ventricular heart rhythm disorders and prevention of sudden cardiac death (2022). *Eurasian heart journal.* 2022;(4):6–67 (in Russ.)] <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2022-4-6-67>
- McDonagh Th.A., Metra M., Adamo M., et al. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2023;44(37):3627–3639. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad195>
- Hyman M.C., Mustin D., Supple G., et al. Class IC antiarrhythmic drugs for suspected premature ventricular contraction-induced cardiomyopathy. *Heart Rhythm.* 2018;15:159–63. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.12.018>
- Трунова О.С., Дурманов С.С., Базылев В.В. Радиочастотная абляция частой желудочковой экстрасистолии улучшает качество жизни по результатам опросника SF-36, даже у асимптомных пациентов. *Вестник аритмологии.* 2020;27(2): 33–39. <https://doi.org/10.35336/VA-2020-2-33-39>
[Trunova O.S., Durmanov S.S., Bazylev V.V. Radiofrequency ablation of frequent premature ventricular complexes improves the quality of life according to the results of the SF-36 questionnaire, even in asymptomatic patients. *J Arrhythmology.* 2020;27(2):33–39. (In Russ.)] <https://doi.org/10.35336/VA-2020-2-33-39>
- Whitman I.R., Gladstone R.A., Badhwar N., et al. Brain emboli after left ventricular endocardial ablation. *Circulation.* 2017;135:867–877. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025546>
- Чапурных А.В., Лакомкин С.В., Нижниченко В.Б. и др. Эндо-эпикардальное картирование и катетерная радиочастотная абляция желудочковой аритмии антеробазальной зоны (саммит) левого желудочка. *Вестник аритмологии.* 2020;27(2):16–25. <https://doi.org/10.35336/VA-2020-2-16-25>
[Chapurnykh A.V., Lakomkin S.V., Nizhnenchenko V.B., et al. Endo-epicardial mapping and radiofrequency catheter ablation of the ventricular arrhythmia of the left ventricle anterobasal zone (summit). *J Arrhythmology.* 2020;27(2):16–25. (in Russ.)] <https://doi.org/10.35336/VA-2020-2-16-25>
- Симонова К.А., Наймушин М.А., Каменев А.В. и др. Чрескожное эпикардальное картирование и абляция субстрата желудочковой тахикардии у пациента после перикардотомии: клиническое наблюдение. *Вестник аритмологии.* 2022;29(1): 45–49. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-1-07>
[Simonova K.A., Naimushin M.A., Kamenev A.V., et al. Percutaneous epicardial mapping and ablation of the ventricular tachycardia substrate in a patient after pericardiotomy: case report. *J Arrhythmol.* 2022;29(1):45–49. (In Russ.)] <https://doi.org/10.35336/VA-2022-1-07>
- Kusunose K. Is global longitudinal strain a gold standard parameter in all cardiovascular diseases? *Heart.* 2021;107:776–777. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-318876>
- Skaarup K.G., Lassen M.C.H., Johansen N.D., et al. Link between

- myocardial deformation phenotyping using longitudinal and circumferential strain and risk of incident heart failure and cardiovascular death. *Eur Heart J*. 2023;24(8):999-1006. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jead075>
29. Olsen F.J., Lindberg S., Pedersen S., et al. Global longitudinal strain predicts cardiovascular events after coronary artery bypass grafting. *Heart*. 2021;107:814-21. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-318462>
 30. Bjerregaard C.L., Skaarup K.G., Lassen M.C.H., et al. Strain Imaging and Ventricular Arrhythmia. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(10):1778. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13101778>
 31. Алехин М.Н., Иванов С.И., Степанова А.И. Неинвазивная оценка показателей миокардиальной работы левого желудочка у здоровых лиц при эхокардиографии. *Медицинский алфавит* 2020;14:45-52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-14-45-52>
[Alekhin M.N., Ivanov S.I., Stepanova A.I. Non-invasive assessment of left ventricular myocardial work in healthy subjects with Echocardiography. *Medical alphabet*. 2020;(14):45-52 (in Russ.)] <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-14-45-52>
 32. Galli E., Leclercq C., Hubert A., et al. Role of myocardial constructive work in the identification of responders to CRT. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(9):1010-1018. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex191>
 33. Chan J., Edwards NFA, Khandheria B. K., et al. A new approach to assess myocardial work by non-invasive left ventricular pressure-strain relations in hypertension and dilated cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20(1):31-39. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jey131>
 34. Prati F., Gurguglione G., Biccire F., et al. Sudden cardiac death in ischaemic heart disease: coronary thrombosis or myocardial fibrosis? *Eur Heart J Supplements*. 2023;25 (Supplement B):B136-B139. <http://doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suad093>
 35. Lemkes J.S., Janssens G.N., van der Hoeven N.W., et al. Coronary angiography after cardiac arrest without ST-segment elevation. *N Engl J Med*. 2019;380:1397-1407. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1816897>
 36. Harapoz M., Zada M., Matthews J., et al. Echocardiographic predictors of ventricular arrhythmias in patients with non-ischemic cardiomyopathy. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2022;39:100962. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2022.100962>
 37. Lie Ø.H., Klaboe L.G., Deigaard L.A., et al. Cardiac Phenotypes and Markers of Adverse Outcome in Elite Athletes with Ventricular Arrhythmias. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2021;14:148-158. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.07.039>
 38. Groeneveld S.A., van der Ree M.H., Taha K., et al. Echocardiographic deformation imaging unmasks global and regional mechanical dysfunction in patients with idiopathic ventricular fibrillation: A multicenter case-control study. *Heart Rhythm*. 2021;18:1666-1672. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2021.05.030>
 39. Daniłowicz-Szymanowicz L., Zienciuk-Krajka A., Wabich E., et al. Left Ventricle Segmental Longitudinal Strain and Regional Myocardial Work Index Could Help Determine Mitral Valve Prolapse Patients with Increased Risk of Ventricular Arrhythmias. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2023;10(4):181. <https://doi.org/10.3390/jcdd10040181>
 40. Saffi H., Winslow U., Sakthivel Th., et al. Global constructive work is associated with ventricular arrhythmias after cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J Cardiovasc Imag*. 2023;25(1):29-36. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jead180>
 41. Hanson M., Futyma P., Bode W., et al. Catheter ablation of intramural outflow tract premature ventricular complexes: a multicentre study. *Europace*. 2023;00:1-9. <http://doi.org/10.1093/europace/euad100>
 42. Neira V., Santangeli P., Futyma P., et al. Ablation strategies for intramural ventricular arrhythmias. *Heart Rhythm*. 2020;17:1176-84. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2020.02.010>
 43. Yang J., Liang J., Shirai Y., et al. Outcomes of simultaneous unipolar radiofrequency catheter ablation for intramural septal ventricular tachycardia in nonischemic cardiomyopathy. *Heart Rhythm*. 2019;16:863-70. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.12.018>
 44. Ревিশвили А.Ш., Васковский В.А., Артюхина Е.А. и др. Применение стереотаксической радиоабляции в клинической практике для лечения пациента с желудочковой тахикардией: клиническое наблюдение. *Вестник аритмологии*. 2022;4(110):66-72. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-4-10>
[Revishvili A.Sh., Vaskovsky V.A., Artyukhina E.A., et al. Stereotactic radioablation in clinical practice for the treatment of a patient with ventricular tachycardia: case report. *J Arrhythmology*. 2022;4(110):66-72. (in Russ.)] <https://doi.org/10.35336/VA-2022-4-10>