КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Согласованное заключение экспертов ISHNE-HRS 2017 по амбулаторному мониторированию ЭКГ и наружному мониторированию деятельности сердца/телеметрии

Jonathan S. Steinberg MD (сопредседатель)[1, 2], Niraj Varma MD, PhD (сопредседатель)[3], Iwona Cygankiewicz MD, PhD (сопредседатель)[4], Peter Aziz MD[3], Paweł Balsam MD[5], Adrian Baranchuk MD[6], Daniel J. Cantillon MD[3], Polychronis Dilaveris MD, PhD[7], Sergio J. Dubner MD[8], Nabil El-Sherif MD[9], Jaroslaw Krol MD[10], Malgorzata Kurpesa MD, PhD[11], Maria Teresa La Rovere MD[12], Suave S. Lobodzinski PhD, DrSc[13], Emanuela T. Locati MD, PhD[14], Suneet Mittal MD[15], Brian Olshansky MD[16], Ewa Piotrowicz MD, PhD[17], Leslie Saxon MD[18], Peter H. Stone MD[19], Larisa Tereshchenko MD, PhD[20, 21], Mintu Tarakhia MD[22], Gioia Turitto MD[23], Neil J. Wimmer MD[19], Richard L. Verrier PhD[24], Wojciech Zareba MD, PhD[1], Ryszard Piotrowicz MD, PhD (председатель)[25]

[1] Программа последующего обучения по исследованиям сердца, Школа медицины и стоматологии Рочестерского университета, Рочестер, Нью-Йорк, США
[2] Группа медицинских экспертов, Short Hills, Нью-Джерси, США
[3] Кардиостимуляция и электрофизиология сердца, Отделение сердечно-сосудистой медицины, Кливлендская клиника, Кливленд, Огайо, США
[4] Отделение электрокардиологии, Медицинский университет в Лодзи, Лодзь, Польша
[5] 1-е отделение кардиологии, Варшавский медицинский университет, Варшава, Польша
[6] Служба ритма сердца, Queen's University, Кингстон, Онтарио, Канада
[7] 1-е отделение кардиологии, Медицинская школа афинского университета, больница Гиппократиона, Афины, Греция
[8] Служба нарушений ритма и электрофизиологии, Клиника и родильный дом Suizo Argentina и частная больница De Los Arcos, Буэнос-Айрес, Аргентина
[9] Медицинский центр SUNY Downstate, Бруклин, Нью-Йорк, США
[10] Кафедра кардиологии, гипертонии и внутренних болезней, 2-й медицинский факультет Варшавского медицинского университета, Варшава, Польша
[11] Отделение кардиологии, Медицинский университет в Лодзи, Больница Bieganski, Лодзь, Польша
[12] Отделение кардиологии, IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Монтескано, Павия, Италия
[13] Университет штата Калифорния, Long Beach, Лонг-Бич, Калифорния, США
[14] Сердечно-сосудистое отделение кардиологии и электрофизиологии, Ospedale Niguarda, Милан, Италия
[15] Valley Hospital, Риджвуд, Нью-Джерси, США
[16] Медицинский колледж Carver, Университет Айовы, Айова, Айова, США
[17] Центр телекардиологии, Институт кардиологии, Варшава, Польша
[18] Университет Южной Калифорнии, Лос-Анджелес, Калифорния, США
[19] Сосудистая исследовательская группа, сердечно-сосудистое отделение, Гарвардская медицинская школа, Женский госпиталь им. Бригхэма, Бостон, Массачусетс, США
[20] OHSU Knight Cardiovascular Institute, Орегонский университет здравоохранения и науки, Портленд, Орегон, США
[21] Сердечно-сосудистое отделение, Школа медицины Университета Джонса Хопкинса, Балтимор, Мэриленд, США
[22] VA Palo Alto Health Care System, Стэнфордский университет, Стэнфорд, США
[23] Медицинский колледж Weill Cornell, Служба электрофизиологии, Госпиталь Матодиста в Нью-Йорке, Бруклин, Нью-Йорк, США
[24] Отдел сердечно-сосудистой медицины, Медицинский центр Beth Israel Deaconess, Гарвардская медицинская школа, Институт электрофизиологии Гарвард-Торндайк, Бостон, Массачусетс, США.
[25] Кардиологическое отделение реабилитации и неинвазивной электрокардиологии, Национальный институт кардиологии, Варшава, Польша

Редакторы русского перевода: Д.В. Дупляков (Самара), Е.В. Заклязьминская (Москва), Л.М. Макаров (Москва), О.М. Корнелюк (Минск)

Амбулаторная электрокардиография (АЭКГ) очень широко используется в различных клинических ситуациях для выявления нарушений ритма сердца и/или определения характера аритмий, когда это не удается сделать с помощью стандартной ЭКГ. Точная и своевременная характеристика аритмий имеет решающее значение для выбора терапии и может существенно влиять на диагноз, прогноз и клинические проявления заболевания у пациента. Информация о сердечном ритме, получаемая с помощью разнообразных устройств АЭКГ, часто ведет к персонализации медикаментозного и интервенционного лечения. Настоящий документ содержит обоснование и возможности применения методов АЭКГ в клинической практике, а также в клинических исследованиях.

Ключевые слова:
амбулаторное мониторирование ЭКГ, регистратор эпизодов, холтеровское мониторирование, петлевой регистратор, телеметрия, транстелефонное мониторирование

Амбулаторная электрокардиография (АЭКГ)[1] – телеметрия обычно используется для оценки причин симптомов, таких как синкопе, головокружение, боль в груди, сердцебиения или затрудненное дыхание, которые могут быть связаны с преходящими нарушениями ритма сердца. Кроме того, АЭКГ используется для оценки ответа пациента на начало, изменение или прекращение лечения антиаритмическими лекарственными препаратами и оценки прогноза в конкретных клинических ситуациях. Целями настоящего документа стали (1) обзор процессов регистрации и обработки ЭКГ-сигнала современными устройствами для АЭКГ и методов их интерпретации, (2) обзор надлежащего использования этих устройств в лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы и (3) продвижение стандартов, которые улучшат точность и обоснованность применения АЭКГ в клинической практике.

[1] Холтеровское мониторирование и непрерывное мониторирование ЭКГ являются синонимами. Мы выбрали для постоянного использования в настоящем документе термин «АЭКГ».

Авторы понимают, что технические подробности обработки и регистрации АЭКГ могут быть незнакомы некоторым клиницистам. Поэтому одна из основных целей этого документа – дать клиницистам правильное представление о современной технологии и ее применении в клинической интерпретации данных. Кроме того, развитие технологий позволяет интегрировать кардиологические показатели с другими мониторируемыми данными, расширяя их традиционное применение.

Настоящий документ основан на предыдущих рекомендациях, опубликованных профессиональным сообществом с 1999 по 2009 г. [1–4], и наиболее пристально фокусируется на развитии и достижениях технологии АЭКГ и ее вкладе в процесс принятия решений в клинической практике.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ДОКУМЕНТА

Авторский коллектив состоял из экспертов, представляющих Международное общество холтеровского мониторирования и неинвазивной электрокардиологии (ISHNE) и Общество сердечного ритма (HRS). Авторы провели исчерпывающий анализ литературы для разработки и предоставления рекомендаций в отношении оптимальной технологии мониторинга АЭКГ и ее клинического применения. Окончательный текст рекомендаций рассмотрен всеми членами авторского коллектива и утвержден общим голосованием, пороговым для включения было достижение 80% голосов. Классы рекомендаций и уровни доказательности, представленные в настоящем документе, соответствуют стандартам ACC/AHA, 2014 с последними изменениями [5].

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

1.1. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ АМБУЛАТОРНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ЭКГ

АЭКГ с использованием наружных устройств служит для выявления, регистрации и характеристики отклонений от нормы в деятельности сердца (для выявления, документирования и описания нарушений сердечной деятельности) в процессе обычной жизнедеятельности пациентов, расширяя возможности регистрации ЭКГ за рамки стандартной ЭКГ покоя с использованием 10 электродов и 12 отведений [2, 4]. Методика АЭКГ является неинвазивной, простой в использовании, относительно недорогой и легко доступной.

Новаторская работа Нормана «Джеффа» Холтера привела к созданию первого прототипа «мобильного» кардиотелеметрического устройства, требующего 85 фунтов оборудования, закрепленного на спине пациента во время работы на велоэргометре и использующего радио-ЭКГ (оринтировочно 1947 г.) [6, 7]. Современные устройства для АЭКГ легкие и незаметные; непрерывная регистрация ЭКГ позволяет автоматически диагностировать нарушения ритма и осуществлять беспроводную передачу данных практически в режиме реального времени, улучшая диагностическую значимость и существенно увеличивая эффективность при простоте использования [8–15].

Миниатюризация аппаратуры быстро прогрессирует по мере эволюции микроэлектронных схем [16] и развития беспроводных сетевых технологий, особенно с появлением безопасного соединения Smart Bluetooth (версия 4.2), оптимизированного для применения в медицине. Некоторые устройства для АЭКГ также оснащены сенсорами множественных биологических сигналов, которые позволяют записывать многоканальную ЭКГ наряду с регистрацией частоты дыхания, насыщения периферических тканей кислородом, физической активности, температуры кожи, пульсового артериального давления и других параметров, обеспечивающих всестороннюю оценку состояния пациентов с комплексными заболеваниями, такими как сердечная недостаточность или синдром ночного апноэ [17]. Эти датчики расширяют функции АЭКГ от простой ЭКГ до амбулаторного мониторирования жизненно важных показателей.

Частота симптомов определяет тип записи: более длительное время мониторирования ЭКГ необходимо при более редких событиях. Ключевым фактором служит связь (или ее отсутствие) клинических проявлений и нарушений ритма. Наиболее приемлемый в клинической практике диагностический процесс может включать непрерывное (краткосрочное от 24 ч до 7 сут) АЭКГ-мониторирование, при неинформативности которого выполняется прерывистая запись наружным петлевым регистратором (долгосрочная – от недель до месяцев). Для пациентов с неустановленным диагнозом после длительного неинвазивного мониторирования ЭКГ может потребоваться использование имплантируемого петлевого регистратора (ИПР).

Сохраняются проблемы для производителей и для клиницистов в сфере обеспечения надежности и функциональности при передаче, анализе и безопасном хранении большого объема данных. У пациентов с отсутствием клинических проявлений и низкой частотой приступов могут использоваться устройства для АЭКГ с возможностью осуществления записи в течение длительного периода времени – до нескольких недель или даже месяцев. Плохая переносимость системы проводных электродов (в особенности при длительной записи) и нежелательные реакции со стороны кожи снижают приверженность пациентов к исследованию. В табл. 1 и на рис. 1 обобщены некоторые характеристики современных устройств для АЭКГ-мониторирования.

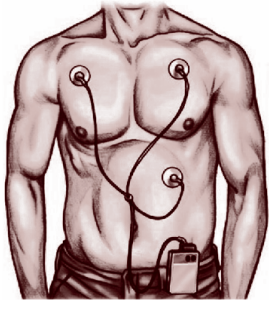
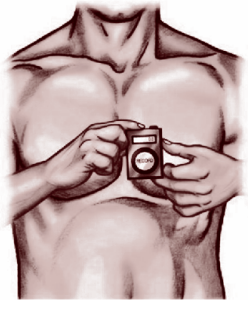
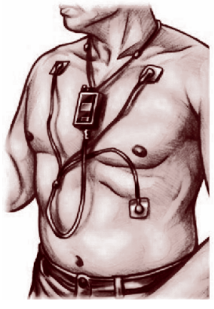
1.1.1. Непрерывные наружные регистраторы одного и нескольких отведений ЭКГ с помощью проводных электродов (холтеровские мониторы)

Амбулаторные ЭКГ-регистраторы, как правило, это небольшие по размерам, легкие устройства (200–300 г), которые используют мягкие проводные кабели и стандартные электроды, обработанные влажным гелем, постоянно закрепленные на теле пациента для записи ЭКГ. Регистрация проводится по 2 каналам (2 независимых биполярных

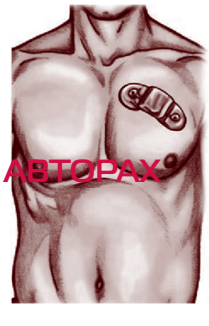
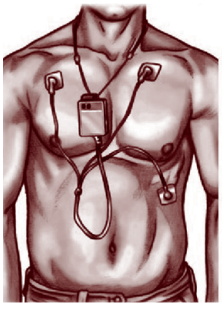
Таблица 1. Характеристики устройств для амбулаторного мониторирования деятельности сердца

Длительность записи	<1 мин	24–48 ч	3–7 сут	1–4 нед	≤36 мес
Тип регистратора	Наружный регистратор событий	Стандартный холтеровский монитор			Имплантируемый петлевой регистратор
	Регистратор на основе смартфона	Мобильная кардиотелеметрия	Адгезивный пэтч-регистратор/жилет/пояс	Адгезивный пэтч-регистратор/жилет/пояс	
			Мобильная кардиотелеметрия	Наружный петлевой регистратор	
			Петлевой регистратор событий	Мобильная кардиотелеметрия	
Форма записи					
Запись событий	✓	✓	✓	✓	✓
Непрерывная запись		✓	✓	✓	
Самозапускающийся регистратор			✓	✓	✓
Количество регистрируемых отведений					
1 отведение (2 электрода)	✓	✓	✓	✓	✓
2 отведения (3 электрода)		✓	✓	✓	
3 отведения (5–7 электродов)		✓	✓	✓	
12 отведений (10 электродов)		✓			
Тип системы регистрации					
Адгезивные проводные электроды		✓	✓	✓	
Беспроводная система адгезивного пэтч-регистратора/жилета/пояса			✓	✓	
Встроенные электроды	✓				✓
Доступный анализ					
Анализ аритмии	✓	✓	✓	✓	✓
Анализ сегмента *ST*		✓	✓	✓	
Вариабельность ритма сердца (ВРС)		✓	✓	✓	
Оценка динамики интервала *QT*		✓	✓	✓	
Турбулентность ритма сердца (ТРС)		✓	✓	✓	
Холтеровское мониторирование с оценкой дыхательных движений (HDR)		✓	✓	✓	
Поздние потенциалы желудочков		✓			
Усреднение зубца *P*		✓			
Вариабельность зубца *T*		✓			
Уровень активности		✓	✓	✓	

А. Первое поколение наружных регистраторов для амбулаторного мониторирования ЭКГ

а. Холтеровское мониторирование	б. Регистратор событий	в. Петлевой регистратор
		
Пациент носит монитор на себе (обычно 24–48 ч)	Пациент носит монитор с собой (обычно 30 сут)	Пациент носит монитор на себе (обычно 30 сут)
Пациент ведет дневник, в котором отмечает симптомы и время их развития	Во время приступа пациент размещает монитор на груди для регистрации	Пациент запускает монитор во время приступа (некоторые устройства запускаются автоматически при развитии аритмии и посылают сигнал пациенту)
Пациент возвращает монитор лаборанту для сканирования после записи	Пациент передает данные по телефону на станцию мониторирования	Пациент передает данные по телефону на станцию мониторирования
Лаборант предоставляет врачу окончательный отчет	Станция мониторирования отправляет данные врачу	Станция мониторирования отправляет данные врачу

Б. Второе поколение наружных регистраторов для амбулаторного мониторирования ЭКГ

а. Холтеровское мониторирование	б. Амбулаторное телеметрическое мониторирование (не в реальном времени)	в. Амбулаторное телеметрическое мониторирование (в реальном времени)
Пациент носит адгезивный пэтч-монитор (до 7–14 сут)	Пациент носит монитор на себе (до 30 сут)	Пациент носит монитор на себе (до 30 сут)
Пэтч-монитор регистрирует все данные ЭКГ за определенный период	Монитор передает все данные ЭКГ на портативное устройство	Монитор непрерывно передает все данные ЭКГ на центральную станцию мониторирования
После записи пациент отсылает монитор в центральную приемную станцию	Портативное устройство передает данные ЭКГ на центральную станцию мониторирования	Врачи получают уведомления от лаборанта при обнаружении значимой аритмии
Лаборант рассматривает данные и отправляет отчет врачу	Врачи получают уведомления от лаборанта при обнаружении значимой аритмии	Врачи также могут в любой момент соединиться с безопасным веб-сервером для просмотра данных ЭКГ в реальном времени
		

ВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Рис. 1. Типы АЭКГ-мониторов, используемых в настоящее время в клинической практике: (a) ХМ-регистратор эпизодов и петлевой регистратор; (b) усовершенствованный холтеровский пэтч-монитор для длительного мониторирования и амбулаторное телеметрическое мониторирование АЭКГ, амбулаторное мониторирование ЭКГ наружным регистратором; ЭКГ – электрокардиография. Иллюстрация выполнена Craig Skaggs. Воспроизводится с разрешения Mittal et al. (2011)

отведения), 3 каналам или 12 каналам, а также в системе отведений EASI. Хотя обычно используется запись в течение 24–48 ч, некоторые устройства нового поколения позволяют осуществлять непрерывную запись на протяжении до 30 сут. Обычные регистраторы АЭКГ в процессе работы требуют активного участия пациента. Пациенты могут вести записи от руки в дневнике или пометить момент возникновения симптомов, нажав встроенный переключатель на регистраторе. Данные АЭКГ анализируются после завершения записи с использованием специальной рабочей станции.

1.1.2. Непрерывные наружные регистраторы одного или двух отведений ЭКГ с беспроводной передачей (пэтч-мониторы ЭКГ)

Носимые пациентом адгезивные пэтч-мониторы ЭКГ, которые имеют встроенные электроды и беспроводную передачу данных, представляют собой новый класс устройств для регистрации АЭКГ [18, 19]. Такие устройства пациент носит закрепленными на коже, при этом исчезает необходимость использования отдельных проводных электродов и имеется возможность осуществлять непрерывную запись ЭКГ на протяжении до 14 дней в 1 или 2 отведениях с использованием двух расположенных рядом электродов. Компактный, легкий пэтч прикрепляется на поверхности грудной клетки слева, его удобно носить, и он не влияет на повседневную активность пациента, так как является водонепроницаемым и может оставаться на коже пациента даже во время принятия душа и занятий физическими упражнениями. Пациент может нажать кнопку на устройстве и пометить момент развития приступа. Для анализа ритма сердца используются запатентованные алгоритмы, основанные на обнаружении каждого комплекса *QRS*. Амбулаторное мониторирование на протяжении 7–14 сут обеспечивает высокий уровень выявления нарушений ритма [13, 20]. Новые пэтч-мониторы ЭКГ способны также регистрировать температуру кожи, активность пациента, дыхательные движения и кожно-гальванический рефлекс [21]. Адгезивные пэтч-регистраторы ЭКГ с встроенными электродами и сенсорные сорочки с текстильными электродами (которые иногда называют «текстроды») лучше воспринимаются пациентами и улучшают их приверженность к длительному мониторированию [18, 19, 22, 23].

1.1.3. Внешние мониторы для прерывистой записи, активируемые пациентом или активирующиеся автоматически при развитии приступа (наружные петлевые регистраторы)

Автоматически запускаемые петлевые регистраторы предназначены для прерывистой записи одного биполярного отведения. Как правило, петлевые регистраторы работают на протяжении длительного времени – от недель до месяцев. Петлевые регистраторы с постоянной памятью часто имеют функцию автоматического запуска, что позволяет зафиксировать ЭКГ в памяти устройства непосредственно перед или после приступа. Петлевые регистраторы с прерывистой записью могут быть наружными (наружный петлевой регистратор – НПР) или имплантируемыми устройствами (имплантируемый петлевой регистратор – ИПР) [1]. И НПР, и ИПР записывают ЭКГ на протяжении периода времени от нескольких секунд до нескольких минут (в некоторых случаях до 1 ч, чтобы включить момент начала и завершения аритмии) и могут обнаруживать как симптомные, так и бессимптомные аритмии (с помощью функции автоматического запуска). НПР и ИПР распознают, регистрируют и хранят информацию о редко возникающих определенных нарушениях ритма сердца (таких как паузы ритма, брадикардия, наджелудочковые и желудочковые аритмии).

Пациент должен постоянно носить НПР, который прикрепляется к поверхности грудной клетки с помощью различных систем, включающих проводные электроды. При обнаружении события данные ЭКГ хранятся начиная с предварительного установленного момента времени до развития события (петлевая память) в течение определенного времени после активации записи. Как показано в исследовании SYNARR-Flash, длительное 4-недельное мониторирование с НПР обеспечивает высокую диагностическую значимость при синкопе и сердцебиениях [10].

1.1.4. Наружный регистратор, активируемый пациентом или автоматически активирующийся после события (наружный регистратор событий)

Простые непетлевые регистраторы, запускаемые после события, пациенты не носят постоянно. Эти портативные устройства с встроенными электродами прикладываются непосредственно к грудной клетке (или их удерживают обеими руками) для записи одного отведения ЭКГ в течение очень короткого периода времени, во время развития клинических проявлений. Недавно были разработаны новые системы записи ЭКГ на основе смартфонов [24]. Они регистрируют одно отведение ЭКГ с помощью близко расположенных электродов из нержавеющей стали, встроенных в футляр смартфона (см. также раздел 9). Запускаемый пациентом постсобытийный регистратор имеет возможность передавать данные ЭКГ почти в реальном времени, позволяя пациенту распознать симптомы и своевременно активировать функцию записи. Информация о событии обычно передается через телефонную сеть непосредственно в центр мониторирования данных для немедленного анализа. Также генерируется уведомление, которое напрямик отсылается лицу, осуществляющему наблюдение за пациентом.

1.1.5. Система наружного кардиотелемониторинга в режиме реального времени – мобильная кардиотелеметрия

Устройства для мобильной кардиотелеметрии (МКТ) объединяют преимущества АЭКГ-регистраторов, НПР и непетлевых регистраторов событий. Часто такое устройство для записи одного отведения ЭКГ встраивается в пэтч, кулон на цепочке или в пояс с нагрудным датчиком вместе с обычными электродами ЭКГ. При постоянном ношении эти устройства способны передавать по беспроводной связи в режиме реального времени поток информации,

фрагмент-петлю или ЭКГ, соответствующих случившемуся событию, непосредственно в аналитический центр. Новейшие устройства для передачи данных способны подключаться к любой точке доступа сети Wi-Fi.

Данные МКТ обрабатываются в аналитическом центре с использованием системы мониторирования. Случаи аритмии анализируются специально обученными лаборантами, а уведомление отсылается специалисту, осуществляющему наблюдение за пациентом. Устройства для МКТ также используют алгоритм для обработки информации в режиме реального времени для выявления нарушений ритма. Некоторые МКТ применяют стандартный 3-канальный холтеровский монитор для записи нескольких отведений с помощью проводных электродов [14, 25].

1.1.6. Выбор оптимальной технологии

При выборе оптимальной технологии необходимо принимать во внимание ее диагностические возможности, точность стратификации риска с учетом соотношения затраты/эффективность, отношения пациента к процедуре, степени автоматизации, доступности на местах и наличия опыта применения, а также частоты развития приступов, общего состояния пациента и вероятности возникновения жизнеугрожающих аритмий (см. табл. 1 и 2). МКТ обеспечивает преимущества предоставления полной информации в реальном времени без участия пациента в процессе передаче данных.

В отличие от АЭКГ-регистраторов, эти устройства позволяют осуществлять передачу информации немедленно; по сравнению с петлевыми регистраторами событий они собирают больший объем информации и позволяют проводить удаленную передачу данных, преодолевая технические проблемы такой передачи. Большой объем информации, переданной в реальном времени, позволяет повысить диагностическую значимость метода по сравнению со стандартными устройствами, но создает потенциальные проблемы для клиницистов, которые должны быть готовы проводить анализ больших объемов информации (например, ежедневно) в любое время дня и ночи. С другой стороны, стандартные устройства для АЭКГ-мониторирования и петлевые регистраторы недороги и повсеместно доступны. Необходимость более высокого разрешения для ЭКГ может определить выбор в пользу ХМ по сравнению с пэтч-электродами. Основные преимущества и ограничения методов АЭКГ обобщены в табл. 3.

1.2. РЕГИСТРАЦИЯ, ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СИГНАЛА ПРИ АЭКГ

Большой прогресс достигнут в методах регистрации и обработки сигнала ЭКГ, что привело к повышению качества записи и усовершенствованию программного обеспечения для анализа данных [7].

1.2.1. Электроды для АЭКГ

Практически все проводные и встроенные электроды для устройств АЭКГ-мониторирования используют электроды с влажным гелем. Это электроды неполяризующегося типа с элементами «серебро–хлорид серебра» (AgCl), покрытыми ионным гелем. В настоящее время также имеются поляризующиеся серебряные «текстроды» (текстильные электроды), встроенные в сорочки/жилеты [22, 23]. В США все электроды для мониторирования ЭКГ должны соответствовать стандартам ANSI/AAMI EC12:2000 (R 2010), они являются предметом регуляторного надзора [26]. Даже при использовании новейших электродов сохраняются артефакты записи сигнала ЭКГ, особенно возникающие вследствие двигательной активности и нарушения контакта электродов с кожей (см. ниже) [27–31].

Выбор оптимальных электродов для АЭКГ-мониторирования имеет решающее значение для качества сигнала [17, 19, 32–34]. Оптимальный порядок наложения электродов включает: (1) бритье кожи (при необходимости); (2) удаление мертвых клеток кожи при протирании области шероховатой бумагой или тканью; (3) использование электродов, хранящихся в воздухонепроницаемой упаковке и (4) проверка срока годности упаковки [35].

1.2.2. Отведения ЭКГ при холтеровском мониторировании

В идеале все устройства для АЭКГ должны использовать регистрацию в 12 отведениях. Однако по техническим и экономическим причинам, а также с учетом при-

Таблица 2. Оценка диагностической ценности различных средств регистрации амбулаторной электрокардиографии

Длительность записи	Тип регистратора	Сердцебиения, %	Синкопе, %	Криптогенный инсульт, % (немая фибрилляция предсердий)
<60 с	Регистратор событий	50–60	Неприменимо	Неприменимо
24–48 ч	Стандартный холтеровский монитор	10–15	1–5	1–5
3–7 сут	Адгезивный пэтч-регистратор/жилет/пояс/МКТ/НПР	50–70	5–10	5–10 (?)
1–4 нед	НПР/адгезивный пэтч-регистратор/жилет/пояс/МКТ			
	70–85	15–25	10–15 (?)	
≤36 мес	ИПР	80–90	30–50	15–20 (?)

Примечание. *МКТ – мобильная кардиотелеметрия; НПР – наружный петлевой регистратор; ИПР – имплантируемый петлевой регистратор.*

Таблица 3. Преимущества и основные ограничения методов амбулаторной электрокардиографии

Метод ЭКГ мониторирования	Преимущества	Ограничения
Холтеровское мониторирование	• Возможность записи и документации непрерывного сигнала ЭКГ в 3 и более (до 12) отведениях одновременно с целым рядом других биологических параметров во время повседневной активности пациента. • Знакомство врачей с программным обеспечением для анализа и широкая доступность услуг третьих сторон по анализу данных с возможностью аренды оборудования и составления предварительных отчетов	• Частое несоответствие с отметками приступов в дневнике пациента и с маркерами событий. • Частые отхождения электродов. • Проблемы качества сигнала вследствие артефактов при контакте с кожей, спутывания проводных электродов и в ряде случаев дерматит вследствие контакта кожи с гелем для электродов. • Отсутствие анализа данных в реальном времени. • Плохое восприятие пациентом системы проводных электродов
Адгезивный пэтч-монитор ЭКГ	• Длительная запись в течение 14 сут и более. • Прекрасное отношение пациента к процедуре	• Запись лимитированного отрезка ЭКГ от близко расположенных электродов с последовательностью *P*-, *Q*-, *R*-, *ST*- и *T*- волн низкой амплитуды без информации в отношении их пространственной ориентации, что делает невозможной определение локализации очага аритмии. • Непостоянная оптимальность качества сигнала ЭКГ вследствие различной конституции тела пациентов
Наружные петлевые регистраторы	• Запись только избранных участков ЭКГ фиксированной продолжительности, отмеченных как события автоматически или вручную пациентом. • При выявлении события немедленная генерация уведомления	• Записывается одно отведение ЭКГ без информации о пространственной ориентации *P*-, *Q*-, *R*-, *ST*- и Т-волн, что делает невозможной локализацию очага аритмии; зубцы *P* могут быть неразличимы. • Отсутствие возможности непрерывно регистрировать ритм сердца. • Необходимость для пациента постоянно на протяжении периода регистрации носить электроды
Регистратор событий	• Запись только избранных участков ЭКГ фиксированной продолжительности, после того как пациент отметит начало приступа. • При выявлении события немедленная генерация уведомления. • Хорошо переносится пациентом	• Устройства для регистрации одного отведения ЭКГ не позволяют определить локализацию очага аритмии. • Отсутствие возможности непрерывно регистрировать ритм сердца. • Диагностическая значимость регистраторов событий в большой степени зависит от способности пациента правильно распознать свои симптомы
Мобильная кардиотелеметрия (МКТ)	• Устройства для записи нескольких отведений при МКТ позволяют регистрировать псевдостандартную ЭКГ в 3 отведениях и поэтому имеют гораздо более высокую чувствительность и специфичность диагностики аритмий по сравнению с устройствами, регистрирующими одно отведение ЭКГ. • Способны непрерывно передавать данные специалистам, осуществляющим наблюдение за пациентами; часто сочетают в себе функциональность традиционных холтеровских мониторов (с регистрацией трех отведений ЭКГ) и петлевых регистраторов, например устройства, запрограммированные для автоматического определения и автоматической отправки информации о событиях в определенное время (например, каждые 10 мин). • При выявлении события немедленная генерация уведомления без участия пациента или ручной активации	• МКТ с проводными электродами требуют ежедневной смены электродов, и поэтому восприятие процедуры пациентом при длительном мониторировании ухудшается

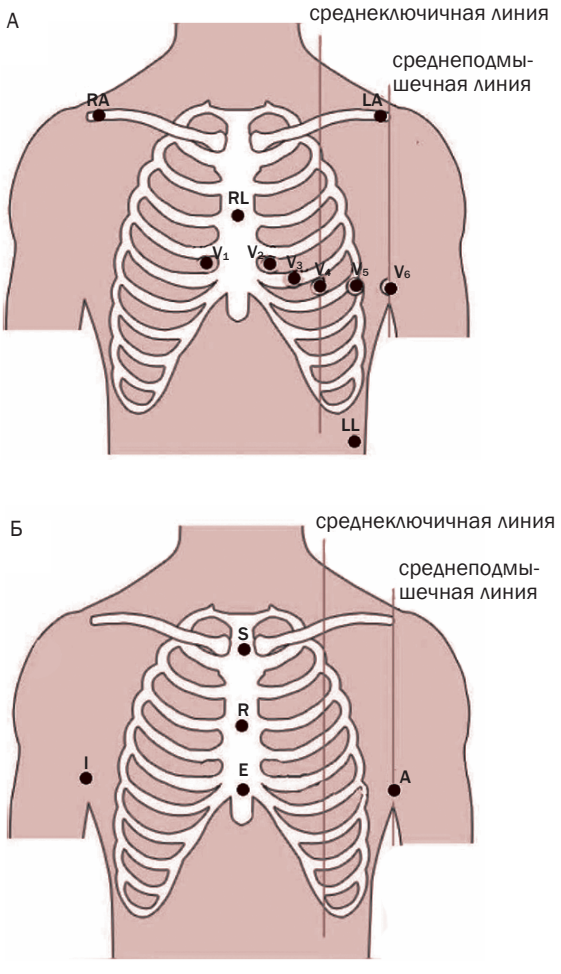


Рис. 2. Отведения ЭКГ при холтеровском мониторировании: А – система 12 отведений Мезон–Ликара для непрерывного мониторирования ЭКГ. Электроды размещают следующим образом. RA – второе межреберье по среднеключичной линии справа, LA – второе межреберье по среднеключичной линии слева, LL – под восьмым межреберьем по среднеключичной линии слева, RL – верхняя часть грудины, V_1 – четвертое межреберье по правому краю грудины, V_2 – четвертое межреберье по левому краю грудины, V_3 – между V_2 и V_4, V_4 – пятое межреберье по левой среднеключичной линии, V_5 – пятое межреберье по левой переднеподмышечной линии, V_6 – пятое межреберье по левой среднеподмышечной линии; Б – система редуцированных отведений EASI. EASI – это система редуцированных отведений для непрерывного мониторирования ЭКГ. Она является альтернативой часто используемой системе мониторирования с 5 электродами и обычной системе с 10 электродами Мезон–Ликара при 12 отведениях ЭКГ. Система отведений EASI позволяет выполнять непрерывную реконструкцию 12 отведений ЭКГ при амбулаторном мониторировании с использованием пяти электродов. ЭКГ в 12 отведениях при использовании системы EASI получают с помощью 4 регистрирующих электродов и одного референтного электрода. Электроды размещают следующим образом: E – нижний край грудины; A – левая среднеподмышечная линия на уровне E; S – рукоятка грудины; I – правая среднеподмышечная линия на уровне E; R – пятый электрод является референтным для определения потенциала тела и может быть размещен в любом месте на туловище пациента

емлемости для пациента только некоторые мониторы АЭКГ имеют возможность регистрации 12 отведений. Холтеровская система с 12 отведениями, показанная на рис. 2А, использует квазистандартную систему отведений Мезон–Ликара. Электроды, которые стандартно крепятся на руки, размещают в подключичных ямках медиальнее места прикрепления дельтовидной мышцы, а электрод, который в стандартных условиях крепится на левую ногу, размещают между краем реберной дуги и гребнем подвздошной кости по передней подмышечной линии.

В последнее время при наложении электродов по системе Мезон–Ликара электрод, который обычно закрепляют на руке, размещают над внешним краем ключицы, а электрод с правой ноги (референтный для определения потенциала тела) – над грудиной. Прекардиальные (грудные) электроды размещают в стандартных положениях [36, 37]. При отсутствии АЭКГ с 12 отведениями можно использовать «псевдостандартную» систему отведений. Это обычно конфигурация 2-канального устройства с 7 электродами во фронтальной плоскости.

Система отведений EASI (рис. 2Б) представляет собой упрощенную 5-электродную систему, которая использует электроды E, A и I системы отведений Франка и дополнительный S-электрод в верхней части середины грудины с референтным электродом для определения потенциала тела для получения ортогонально ориентированных сигналов ЭКГ. Это устраняет необходимость определения межреберий и использования грудных электродов. Система отведений EASI использует матричный коэффициент трансформации для создания 12 отведений ЭКГ. Система отведений EASI хорошо подходит для АЭКГ из-за отсутствия электродов на конечностях, которые обычно приводят к появлению артефактов сигнала у активных пациентов.

Большинство современных адгезивных пэтч-мониторов ЭКГ, НПР, регистраторов событий и МКТ отслеживает только одно отведение ЭКГ, полученное с помощью двух близко расположенных встроенных электродов или проводных электродов [18, 19]. Целый ряд конфигураций с одним отведением возможны в системах с проводными электродами, наиболее часто встречаются модифицированное грудное V_5 (CM5), модифицированное грудное V_3 (CM3) и модифицированное нижнее отведение. Определенные конфигурации отведений могут выбираться в конкретных клинических ситуациях (например, в случае если пациент проходит АЭКГ-мониторирование по поводу ишемии, конфигурация отведения АЭКГ должна выбираться с учетом имитации тех отведений, в которых отмечаются наиболее выраженные изменения сегмента *ST* при физической нагрузке).

Амбулаторная запись ЭКГ с размещением на туловище электродов, которые обычно размещаются на конечностях, не может считаться эквивалентной во всех отношениях стандартной ЭКГ и не должна использоваться взаимозаменяемо со стандартной ЭКГ для оценки динамики [38]. Например, для диагностики синдрома удлиненного интервала *QT* (СУИ*QT*) диагностически значимой является стандартная ЭКГ в 12 отведениях, а не АЭКГ.

1.2.3. Обработка амбулаторной электрокардиограммы

В настоящее время все современные приборы для АЭКГ являются цифровыми и должны соответствовать нормативным требованиям [39]. Входной контур обычно представляет собой высокоинтегрированную систему на чипе (SoC), осуществляющем защиту (при разряде дефибриллятора), аналого-цифровое преобразование, цифровую фильтрацию и калибровку. Процесс обработки сигнала АЭКГ начинается с регистрации биоэлектрических потенциалов системой входного контура монитора. Коэффициент подавления синфазного сигнала CMRR является одним из наиболее важных параметров работы ЭКГ-систем и подлежит регуляторному одобрению. Электрический контур DRL добавляется в усилители сигнала ЭКГ для уменьшения синфазных помех. SoC обеспечивает одновременную многоканальную регистрацию, 24-битовые дельта-сигма ($\Delta\Sigma$), аналого-цифровые преобразователи (АЦП) со встроенными программируемыми усилителями способны различать сигналы амплитудой в пиковольты. К сожалению, тело пациента может также выступать в качестве антенны, которая улавливает электромагнитные помехи, особенно шумы 50/60 Гц от линий электропередач. Эти помехи вызывают сигналы более высокого вольтажа, чем сигнал ЭКГ, что затрудняет измерение последнего. Электрический контур DRL используется для устранения помех путем активного подавления шумового сигнала [40].

Цифровой сигнал АЭКГ затем усиливается и подвергается низкочастотной фильтрации в SoC для предотвращения ошибок вследствие наложения спектров. Затем цифровой сигнал АЭКГ проходит через полосный и заграждающий фильтры для устранения или подавления низкочастотного шума, вызванного исходными отклонениями и дыханием, и высокочастотного шума вследствие тремора мышц и наведенных электромагнитных помех. После усиления, фильтрации и сглаживания анализ АЭКГ может продолжаться. Конечным результатом этой операции является выделение на АЭКГ зубцов *P*, *QRS* и *T*. Результаты измерения зубцов, такие как продолжительность, амплитуда и соотношение, получают на основании анализа отдельных отведений или при математическом комбинировании одновременно зарегистрированных отдельных отведений и хранят в матрице измерений. Точность выделения зубцов определяется дублированием информации в системе нескольких отведений. В целом чем больше количество отведений, тем выше точность распознавания комплекса зубцов ЭКГ.

1.2.4. Передача данных электрокардиограммы при мобильной кардиотелеметрии

Устройства МКТ используют либо пакет услуг мобильной связи 2G и 3G (GPRS), либо сочетание Bluetooth с ретрансляционной станцией Wi-Fi 802,11 b/g/n [41]. GPRS использует мощные алгоритмы и методы шифрования для контроля безопасности, которые включают конфиденциальность личности абонента, проверку подлинности абонента, конфиденциальность данных пользователя при физическом соединении, конфиденциальность данных соединения пользователя и элементы служебного сообщения. МКТ, которые используют Bluetooth, передают данные (через смартфон, планшетный компьютер или специальное передающее устройство) в удаленный аналитический центр. Недавно разработанный низкоэнергетический протокол Smart Bluetooth, который используется новейшими устройствами для МКТ, также обладает средствами безопасности. Самым слабым звеном в передаче данных АЭКГ является протокол передачи данных HTTPS, который широко используется в Интернете.

1.2.5. Анализ и интерпретация АЭКГ

В настоящее время существует много алгоритмов обработки ЭКГ. Большинство из них является предметом патентования, поэтому документально подтвержденных данных об их клинической точности очень мало. Разработчики обычно используют для настройки алгоритмов аннотированную базу данных ЭКГ MIT-BIH и базы данных нарушений ритма, доступные на сайте physionet.org [42]. Все АЭКГ-данные обрабатываются в автономном режиме офлайн с помощью специализированных компьютерных рабочих станций, в то время как данные МКТ и пэтч-мониторов ЭКГ всегда обрабатываются в специальных аналитических центрах. Алгоритмы обработки выявляют и документируют аномальные ритмы или нарушения проводимости и обеспечивают количественный анализ суправентрикулярных и желудочковых нарушений ритма (так называемая *нагрузка аритмией*). Дополнительные алгоритмы могут также анализировать несколько параметров ЭКГ-сигналов, таких как оценка подъема сегмента *ST*, вариабельность ритма сердца (ВРС), оценка динамики *QT* и вариабельность зубца *T*, альтернация зубца *T* (TWA), турбулентность ритма сердца (ТРС) [43–45].

1.2.6. Ошибки в интерпретации аритмий, обнаруженных при АЭКГ и МКТ

Выделяют 2 основные категории артефактов ЭКГ. Одна группа включает артефакты, связанные с движениями тела, временными нарушениями контакта электрода с кожей, отсоединением электродов, некорректными отведениями, потенциалами скелетной мускулатуры и окружающими помехами. Они могут генерировать отклонения, которые могут имитировать различные аритмии и поэтому называются псевдопредсердными аритмиями, например трепетание или фибрилляция предсердий (рис. 3А), или псевдожелудочковыми тахиаритмиями (рис. 3Б, В). Вторая группа артефактов, вероятно, связана с временным нарушением контакта электрода с кожей либо с проблемами записи в старых моделях регистраторов, которые могут вызывать замедление движения магнитной ленты или ее временную остановку [30, 31]. Эти артефакты приводят к псевдопаузам, которые могут имитировать остановку синусового узла, неисправность кардиостимулятора или атриовентрикулярную блокаду высокой степени. Большинство артефактов может быть выявлено при синхронной многоканальной регистрации ЭКГ.

В отличие от часто встречаемых артефактов АЭКГ, ошибка лаборанта или клинициста в выявлении по ЭКГ-записи эпизода истинной аритмии может привести к потенциально более серьезным последствиям [46]. Эта

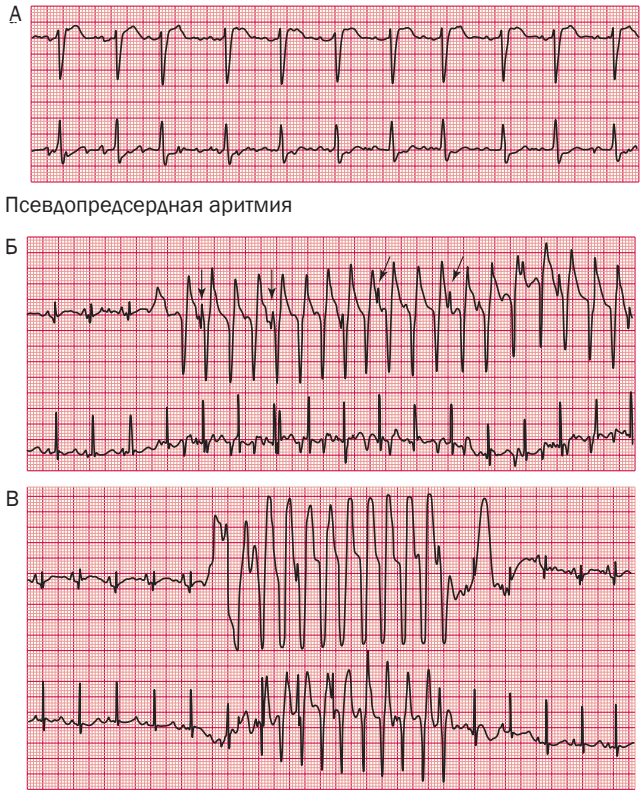


Рис. 3. Примеры ЭКГ-артефактов: А – нижний канал содержит артефакт записи, который может имитировать трепетание/фибрилляцию предсердий. Однако тщательный анализ верхнего канала показывает синусовый ритм с четкими зубцами *P* – наличие неправильного ритма вследствие синусовой аритмии и единичных предсердных экстрасистол усложняет точный диагноз при оценке записи только одного нижнего канала. На рисунках Б и В приведены 2 примера артефактов в одном холтеровском мониторировании, которые могут имитировать желудочковую тахиаритмию. В обоих случаях артефакты более выражены в одном из двух каналов записи при меньшей выраженности в другом, что делает возможной правильную интерпретацию результатов. Нормальные комплексы *QRS* отмечены стрелками на канале с более выраженными артефактами. Воспроизводится с разрешения El-Sherif & Turitto (2015).

проблема значительно чаще наблюдается в госпитальных службах кардиотелеметрии и подчеркивает необходимость улучшения обучения лаборантов и клиницистов, участвующих в работе службы, в области обнаружения и интерпретации АЭКГ (см. раздел 6).

Клинические последствия неправильного толкования результатов АЭКГ могут привести к ошибочным действиям и упущениям. Ошибочные действия включают, но не ограничиваются, назначением неправильного лекарственного препарата или потенциально вредной и ненужной интервенционной процедуры, такой как катетеризация сердца, электрофизиологическое исследование или имплантация водителя ритма [30]. Такие ошибки включают неспособность должного обращения с пациентами с потенциально серьезными аритмиями.

РАЗДЕЛ 2. КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ – ДИАГНОСТИКА

2.1. СИНКОПАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ

Синкопальные состояния (потеря сознания вследствие внезапного или постепенного, но стойкого снижения притока крови к головному мозгу из-за низкого сердечного выброса) могут быть обусловлены первичными нарушениями электрической активности сердца (брадикардия/тахикардия) или нарушениями гемодинамики. Роль АЭКГ заключается в выявлении [47] брадиаритмии [например, прекращение активности синусового узла, периоды атриовентрикулярной (АВ) блокады] или тахиаритмии [например, стойкой желудочковой тахикардией (ЖТ)].

В течение последнего десятилетия был опубликован ряд руководств, оценок и рекомендаций по диагностике и ведению пациентов с синкопе [48–56]. Большинство из них содержат рекомендации о необходимости госпитализации и характере дальнейшего диагностического процесса для выявления или исключения причин синкопе, представляющих высокий риск для пациента. Значительное число пациентов группы низкого риска госпитализируются для проведения излишних исследований, и в качестве альтернативы им может быть предложено амбулаторное использование АЭКГ.

Корреляция клинических проявлений и нарушений ритма – краеугольный камень диагностического процесса при синкопальных состояниях для подтверждения участия электрической активности сердца в развитии синкопе [54]. Выбор способа мониторирования зависит от частоты событий. В некоторых случаях одной поверхностной ЭКГ в 12 отведениях может быть достаточно для установления связи между клиническими проявлениями и ритмом сердца (например, полная блокада сердца); но чаще требуется длительное мониторирование, так как во время исследования причина синкопе остается невыявленной вследствие ее преходящего временного характера [57]. Педиатрические пациенты представляет отдельную проблему, в особенности маленькие дети, которые неспособны описать симптомы заболевания и выполнять сложные инструкции; таким пациентам могут потребоваться более автоматизированные системы регистрации, настраиваемые с учетом индивидуальных особенностей.

2.1.1. Брадиаритмии, которые могут быть обнаружены при АЭКГ

1. Преходящие и пароксизмальные АВ-блокады высокой степени: АЭКГ позволяет выполнять диагностику внезапного нарушения АВ-проводимости без замедления активности синусового узла. Последнее предполагает скорее участие вагусного или нейрокардиогенного механизма, чем первичное поражение электрической проводящей системы сердца (и предполагает возможность избежать имплантации кардиостимулятора).

2. Дисфункция синусового узла [58, 59]: нарушения автоматизма синусового узла включают синоатриальную блокаду, синусовую брадикардию, синдром тахи-/

бради-, остановку синусового узла и асистолию после кардиоверсии [обычно ассоциируется с фибрилляцией предсердий (ФП)]. Настоятельно рекомендуется установить связь между симптомами и частотой сердечного ритма, так как формальные пограничные значения являются произвольными, хотя синусовый ритм с частотой <40 в минуту считается возможной причиной появления у пациентов клинической симптоматики [60]. Целый ряд АЭКГ-регистраторов может распознать ситуацию, когда активность синусового узла неадекватна гемодинамическим потребностям отдельного пациента и может вызвать развитие клинических проявлений. Специфика выбора конкретного монитора зависит от частоты возникновения и природы симптомов.

2.1.2. Тахиаритмии, которые могут быть обнаружены при амбулаторной кардиотелеметрии

1. Суправентрикулярные тахикардии редко бывают причиной синкопальных состояний, за исключением ситуаций, развивающихся на фоне сердечной недостаточности или кардиомиопатии, а также во время остановки синусового узла после кардиоверсии. Они диагностируются по наличию ритма с узкими комплексами *QRS*, напоминающими в большинстве случаев синусовый ритм. Существует множество механизмов аритмии, и часть из них обладает уникальным характером и порядком инициации. У некоторых пациентов суправентрикулярные тахиаритмии вызывают аберрацию комплекса *QRS*, что проявляется как тахикардия с широкими желудочковыми комплексами. Поскольку АЭКГ обычно не имеют полного спектра ЭКГ-отведений, может быть трудно распознать суправентрикулярное происхождение желудочковых комплексов с аберрантным проведением.

2. Желудочковые тахиаритмии включают желудочковые тахикардии (мономорфные и полиморфные), фибрилляцию желудочков и желудочковую тахикардию по типу «пируэт». АЭКГ-мониторирование является только одним из компонентов диагностических исследований и представляет наибольшую ценность при регистрации в момент возникновения симптомов. Многие пациенты со сниженной функцией левого желудочка станут кандидатами на имплантацию кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) в зависимости от величины фракции выброса левого желудочка (ФВЛЖ), а другим пациентам может потребоваться электрофизиологическое исследование с программируемой стимуляцией для выявления ЖТ.

АЭКГ-мониторирование используется у многих пациентов с синкопальными состояниями неясного генеза. Регистрация АЭКГ преследует две цели: (1) выявление серьезных аритмических событий, которые могут объяснить происхождение синкопальных состояний или предполагать возможность развития более серьезных нарушений ритма, или которые сами по себе достаточны для проведения лечения или вмешательства; и (2) установление связи рецидивирующей симптоматики с аритмическими событиями, на основании чего возможно корректировать терапию или, что не менее важно, показать отсутствие аритмии во время развития рецидивирующей симптоматики, эффективно исключая аритмическую природу синкопального состояния. Например, первая цель может быть достигнута, когда удается зарегистрировать АВ-блокаду высокой степени, особенно у пациентов с блокадами ножек пучка Гиса (т.е. тип 2 АВ-блокады II степени, или преходящая блокада III степени).

При реализации второй цели в одном из исследований краткосрочного ХМ было обнаружено, что симптомы коррелирует с документально подтвержденной аритмией в 4% случаев и наблюдаются без аритмии в 17% [54].

Тип регистратора и продолжительность записи должны соответствовать потребностям конкретного пациента, но в целом диагностическая значимость метода ограничена и зависит от частоты клинических симптомов. Большая продолжительность записи может улучшить диагностическую значимость метода. В одном исследовании общая вероятность выявления корреляции между клиническими проявлениями и нарушениями ритма увеличилась с 22% при 48-часовом ХМ до 56% при применении петлевого регистратора ЭКГ в течение 1 мес [61]. В другом исследовании медиана времени записи для установления корреляции клинической симптоматики и нарушений ритма при применении у пациентов петлевого регистратора составила 16 сут, и первая диагностическая стратегия и взаимосвязь клинических проявлений и нарушений ритма была установлена у 87% пациентов в течение 1 мес мониторирования [62]. В некоторых исследованиях более длительный период мониторирования с использованием ИПР мог повысить диагностическую значимость метода при синкопальных состояниях до 85% [63].

Хотя диагностический процесс при стресс-индуцированных аритмиях обычно требует выполнения нагрузочного тредмил-теста, использование АЭКГ также может иметь значение, в особенности у подростков. Это может облегчить запись во время более естественной активности, а также имитировать уровни нагрузки, которые не представляется возможным достигнуть в искусственной среде, увеличивая корреляцию симптомов с нарушениями ритма.

2.2. СЕРДЦЕБИЕНИЕ

Сердцебиение – самое частое показание к проведению АЭКГ и одна из главных причин первоначальной разработки АЭКГ. В до 20% случаев среди амбулаторных пациентов отмечаются жалобы на учащенное сердцебиение, причины которого в большинстве случаев доброкачественные [64]. Хотя подробный анамнез, данные врачебного осмотра и ЭКГ в 12 отведениях достаточны для постановки окончательного диагноза у $^{1}/_{3}$ пациентов с сердцебиениями, у остальных пациентов АЭКГ является наиболее экономически эффективным клиническим методом исследования [65].

Амбулаторное мониторирование ЭКГ для установления связи между клиническими проявлениями и изменениями ЭКГ показано у следующих групп пациентов с сердцебиениями неясного происхождения: (1) когда анамнез, данные физикального врачебного осмотра и ЭКГ в 12 отведениях предполагают наличие аритмии; (2) в услови-

ях диагностированной органической патологии сердца, семейного анамнеза внезапной сердечной смерти (ВСС) или наследственной каналопатии с известным риском развития аритмии; (3) когда пациенты нуждаются в подтверждении и точном объяснении их симптомов; (4) когда симптомы требуют начала терапии и специфика лечения зависит от формального диагноза аритмии (например, абляция, антиаритмическая терапия).

Амбулаторное мониторирование ЭКГ – ключевой инструмент диагностики хорошо переносимых пациентами повторных сердцебиений неясного происхождения. При выборе устройства должны учитываться клиническая картина и частота приступов сердцебиения [2, 66, 67]. Традиционное АЭКГ-мониторирование (24–48 ч) показано пациентам, которые отмечают частые ежедневные сердцебиения или могут достоверно воспроизвести клинические проявления (например, позиционные сердцебиения или сердцебиение при физической нагрузке). Для пациента важно вести дневник сердцебиений. Связь выявляемых спонтанных аритмий с сердцебиениями непостоянна и может быть низкой [68, 69]. Петлевые регистраторы событий и интерактивные приложения для ЭКГ, которые сохраняют и передают ЭКГ только в случае, когда пациент сам активирует монитор, подходят для пациентов с нечастыми и непредсказуемыми сердцебиениями. Такие устройства обеспечивают лучшую связь с симптомами, но требуют, чтобы пациент был внимательным и мог бы своевременно запустить запись. Петлевые регистраторы с постоянной памятью обеспечивают большую диагностическую значимость по сравнению с 24-часовым ХМ и оказались более экономически эффективными [70]. Было показано, что 2-недельное мониторирование ЭКГ обеспечивают наилучшее соотношение между диагностической значимостью исследования и связанными с ним расходами [34]. Диагностическая значимость АЭКГ прямо коррелирует с продолжительностью АЭКГ-мониторирования и зависит от доли «точных репортеров» в изученной популяции. Как правило, диагностика аритмий отражает распространенность аритмий в изучаемых популяциях (табл. 2).

2.3. БОЛЬ В ГРУДИ И КОРОНАРНАЯ ИШЕМИЯ

Амбулаторное мониторирование ЭКГ может использоваться для установления этиологии кардиалгии (ишемической болезни сердца при атеросклерозе и вариантной стенокардии Принцметала), определения эпизодов нетипичных болей в грудной клетке, которые не имеют явных проявлений при поверхностной ЭКГ, и оценки масштабов нагрузки ишемией – произведения продолжительности ишемии и величины депрессии сегмента *ST*. Большинство эпизодов ишемии у амбулаторных пациентов с ишемической болезнью сердца протекает бессимптомно, и поэтому целью ЭКГ мониторирования, такого как АЭКГ, может быть определение степени тяжести ишемии в ходе повседневной активности пациента [71].

Диагностическим критерием ишемии считается депрессия сегмента *ST* не менее чем на 0,5–1,0 мВ (0,5–1,0 мм) продолжительностью не менее 1 мин до возвращения к изолинии [72]. Опубликованные чувствительность (62%) и специфичность (61%) детекции депрессии сегмента *ST* при непрерывной регистрации ЭКГ у пациентов с болями в груди и ангиографически подтвержденной ишемической болезнью сердца сопоставимы с чувствительностью и специфичностью нагрузочного тредмил-теста (67 и 65% соответственно) при аналогичном расположении электродов. При АЭКГ-мониторировании почти у половины пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца регистрируется преходящая депрессия сегмента *ST*, которые, вероятно, представляют собой ишемические эпизоды [73, 74]. Это содержит важную прогностическую информацию, потенциально выходящую за рамки результатов, полученных во время нагрузочной пробы на тредмиле. В одноцентровом исследовании после многофакторной коррекции только депрессия сегмента *ST* во время АЭКГ-мониторирования, но не депрессия сегмента *ST* во время пробы с физической нагрузкой, значимо предсказывала неблагоприятный исход заболевания [75]. У пациентов с нестабильным коронарным синдромом безболевая ишемия может предсказать как краткосрочные, так и отдаленные риски [76–80].

Амбулаторное мониторирование ЭКГ также используется при диагностике и лечении пациентов с редким синдромом вариантной стенокардии Принцметала, но подтверждение адекватной терапевтической профилактики вазоспазма главным образом основываются на провокационных пробах в лаборатории катетеризации сердца [81, 82].

У пациентов с инфарктом миокарда (ИМ) с подъемом сегмента *ST* (ИМСП *ST*) ранняя реперфузия при чрескожном коронарном вмешательстве (ЧКВ) остается критическим лечебным вмешательством. Поскольку ресурсы для проведения ЧКВ имеются только в специализированных учреждениях, диагностика на догоспитальном этапе имеет определенные практические преимущества: направление автомобиля неотложной помощи в специализированный центр, возможность миновать отделение неотложной терапии и подготовить отделение стационара для проведения экстренного ЧКВ и связанного с ним лечения. Автомобиль неотложной помощи должен быть оборудован для записи и передачи в центр обработки ЭКГ в 12 отведениях, что может обеспечить квалифицированную интерпретацию данных. Система здравоохранения Дании официально использует такую систему в течение нескольких лет, обрабатывая около 4000 ЭКГ в год, и отметила, что 81% пациентов с догоспитальным диагнозом ИМСП *ST* подвергаются ЧКВ, что ведет к приемлемо низкому уровню ложноположительных результатов [83]. Эта система быстрой сортировки пациентов ассоциируется со снижением 30-дневной смертности, что подтверждает техническую возможность осуществления программы и предполагает измеримые клинические результаты.

2.4. ОСОБЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ В ОТНОШЕНИИ ПЕДИАТРИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

АЭКГ у педиатрических пациентов требует специального рассмотрения. Показания к проведению исследования аналогичны показаниям у взрослых пациентов, во многом основываются на частоте и продолжительности

симптомов, а также позволяют провести стратификацию риска и оценку эффективности лечения.

Основным симптомом является сердцебиение. Связь с аритмией во время АЭКГ отмечена у 10–15% педиатрических пациентов с сердцебиениями. С другой стороны, синусовая тахикардия выявляется почти у 50% пациентов с такими симптомами [84–87]. На основании опыта применения у 495 педиатрических пациентов в одном клиническом центре трансстелефонное мониторирование событий (ТТМ) привело к получению полезной диагностической информации в 48% [88]. С другой стороны, >50% пациентов в этом исследовании не смогли передать хотя бы одну четкую ЭКГ во время развития у них клинической симптоматики, что подчеркивает ограничения оборудования, активируемого самим пациентом, у педиатрических больных. Это усугубляется соблюдением требований, связанных с возрастом: большинство детей младшего возраста (<5 лет) не способны активировать мониторирование, запускаемое при развитии события. Врачи обходят эту проблему, позволяя родителям, воспитателям или даже учителям выполнять активацию регистратора. Конечно, при кратковременных событиях это не всегда возможно, что остается одним из основных ограничений данного подхода.

Оценка синкопальных состояний создает диагностические проблемы при активируемой пациентом АЭКГ. Временная потеря сознания исключает возможность активации регистратора пациентом. Поэтому клиницисты рекомендуют амбулаторную кардиотелеметрию с постоянной записью независимо от активации пациентом. В некоторых случаях ИПР может обеспечить захват синкопальных событий. Кардиальные причины болей в груди крайне маловероятны в педиатрической популяции. В рамках большого проспективного исследования <5% пациентов имели связанные с сердцем причины болей в груди [89]. Таким образом, АЭКГ имеет низкую диагностическую значимость, но используется для исключения кардиальных или аритмогенных причин развития симптоматики для большего спокойствия пациентов и их родных.

АЭКГ может быть полезна для оценки риска. У пациентов с бессимптомным течением синдрома Вольфа–Паркинсона–Уайта недавние рекомендации отмечают пользу проб с физической нагрузкой для выявления исчезновения преждевременного возбуждения желудочков при анализе отдельных сокращений [90]. Это может быть достигнуто и при АЭКГ, хотя обычно анализ отведений и качество ЭКГ уступает данным, полученным в ходе оценки ритма по 12 отведениям во время проведения нагрузочной пробы. АЭКГ – относительно стандартная часть последовательной оценки педиатрических пациентов с врожденными пороками сердца (ВПС). Например, АЭКГ является рекомендацией класса I у пациентов после коррекции ВПС или у пациентов со значимыми остаточными нарушениями гемодинамики [2]. АЭКГ является рекомендацией класса IIa для мониторирования аритмий и/или нарушений проводимости у взрослых пациентов с ВПС [91, 92]. Выявление неустойчивой желудочковой тахикардии рассматривается как значимый фактор риска внезапной смерти у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП) [93, 94]. Показания к имплантации кардиостимулятора у пациентов с врожденной полной блокадой сердца во многом зависят от наличия длительных пауз, низкой средней частоты сокращений желудочков или групповых желудочковых экстрасистол при ХМ [60].

Несмотря на значительные ограничения у педиатрических пациентов, АЭКГ стала стандартным диагностическим инструментом для оценки сердечного ритма. Поскольку технология продолжает развиваться и устройства становятся все более совместимыми и менее обременительными для нашей «маленькой» популяции (например, пэтч-технологии с непрерывный мониторированием), использование этих устройств и их диагностическая значимость несомненно будут расти.

РАЗДЕЛ 3. КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ – ПРОГНОЗ И СТРАТИФИКАЦИЯ РИСКА

Амбулаторное ЭКГ-выявление преходящих аритмий, нарушений электрической активности и расстройств вегетативной нервной системы использовалось для стратификации риска, хотя его ценность зависит от клинической ситуации. При отсутствии органических и/или электрических изменений со стороны сердца прогностическое значение этих записей в целом небольшое или отсутствует.

3.1. ПАЦИЕНТЫ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА И ПЕРЕНЕСШИЕ ИНФАРКТ МИОКАРДА

Желудочковые экстрасистолы (ЖЭ) и неустойчивая (НУ) ЖТ (НУЖТ) на протяжении длительного времени ассоциируются с повышенным риском у пациентов, перенесших острый ИМ. Подходы к лечению ИМ за последние годы существенно изменилось, поэтому требуются более современные методы анализа для подбора современной терапии. У пациентов с острым коронарным синдромом без подъема *ST* (ОКС без подъема *ST*) развитие НУЖТ (≥3 сокращений, ≥100 сокращений в минуту) позднее первых 48 ч после госпитализации означает наличие повышенного риска летального исхода. Непрерывное 7-дневное мониторирование ЭКГ у пациентов с ОКС без подъема *ST* в клиническом исследовании MERLIN-TIMI 36 (метаболическая эффективность ранолазина в уменьшении ишемии при ОКС без подъема *ST* при тромболизисе, при ИМ) зарегистрировало по меньшей мере один эпизод НУЖТ более чем у половины пациентов в общей когорте. Как короткие, так и более продолжительные эпизоды НУЖТ (4–7 или ≥8 сокращений) повышают риск ВСС в течение года от 2,3 до 2,8 раза, особенно если эти нарушения ассоциированы с ишемией миокарда, независимо от перенесенного ранее ИМ [95]. В то время как короткие эпизоды НУЖТ, наблюдавшиеся в первые 48 ч после госпитализации, не привносили такого риска, подобные эпизоды, наблюдавшиеся позднее 48 ч, ассоциировались со значимым риском (в 2,9–3,7 раза выше) ВСС в течение года. Невозможность связать такие находки при АЭКГ с последующим эффективным терапевтическим вмешательством, вероятно, является ограничением для применения метода в клинической практике.

В позднем подостром периоде ИМ (>24 ч) при нахождении пациента в стационаре обнаружение эпизодов НУЖТ ассоциировалось с более высокой частотой развития стойкой ЖТ с последующим увеличением смертности [96, 97]. У пациентов после перенесенного ИМ после выписки из стационара НУЖТ имеет ограниченное прогностическое значение. Обнаружение НУЖТ у пациентов после перенесенного ИМ имеет небольшое прогностическое значение в отношении последующего летального исхода и не имеет прогностического значения при рассмотрении только аритмических событий [98]. Хотя наличие НУЖТ при 24-часовой записи ЭКГ являлось независимым прогностическим фактором неблагоприятного исхода в клиническом исследовании ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) и привлекло внимание к ХМ для стратификации риска [99], в настоящее время, когда пациенты после ИМ имеют адекватную реперфузию и получают лечение бета-адреноблокаторами, НУЖТ не является независимым предиктором долгосрочной смертности, особенно с учетом других переменных, таких как ФВЛЖ [100–102]. Таким образом, в настоящее время АЭКГ используется нечасто.

После выписки из стационара пациента, перенесшего ИМ, процессы рубцевания и ремоделирования миокарда могут служить подходящим электрофизиологическим субстратом для развития неустойчивых и стойких желудочковых аритмий. Хотя исследования, проведенные у пациентов, перенесших ИМ, в начале 1980-х и 1990-х гг. определили частые желудочковые экстрасистолы и НУЖТ значимыми независимыми предикторами риска аритмий и ВСС у пациентов после ИМ с нарушением сократительной способности левого желудочка [103], в настоящее время независимая прогностическая ценность НУЖТ не установлена [104–108]. Это несоответствие можно объяснить крайней вариабельностью во времени НУЖТ в разных группах пациентов в сочетании с большой вариабельностью длительности ХМ.

С другой стороны, было показано, что НУЖТ является значимым предиктором ВСС у пациентов после ИМ с относительно сохранной фракцией выброса (ФВЛЖ >35%), независимо от наличия сахарного диабета, возраста пациента и ФВЛЖ [106]. НУЖТ, сопровождавшаяся стойкой ЖТ во время проведения программируемой стимуляции желудочков, ассоциировалась с увеличением риска ВСС [109, 110]. В ходе проведения многоцентрового клинического исследования НУЖТ (MUSTT) [109] было показано, что АЭКГ можно применять для выявления НУЖТ у пациентов после ИМ с ФВЛЖ 35–40%, так как имплантация кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) под электрофизиологическим контролем улучшает выживаемость [60, 111].

Таким образом, у пациентов после ИМ, перенесших реперфузионное вмешательство и получающих бета-адреноблокаторы, НУЖТ не является независимым предиктором долгосрочной смертности, когда во внимание принимаются другие факторы, такие как ФВЛЖ. В исследованиях у пациентов с ишемической болезнью сердца и сердечной недостаточностью прогностическая ценность желудочковых нарушений ритма, выявляемых при амбулаторном ХМ, остается спорной. Вместе с тем длительные (>8 в минуту) и частые (>120 в минуту) эпизоды НУЖТ могут оправдать дальнейшую оценку риска ВСС с использованием неинвазивных и даже инвазивных процедур. Обнаружение любой НУЖТ у пациента с пограничными значениями ФВ (например, 35–40%) может потребовать дальнейшей стратификации риска и оценки необходимости имплантации ИКД при электрофизиологическом исследовании (ЭФИ).

3.2. НЕИШЕМИЧЕСКАЯ ДИЛАТАЦИОННАЯ КАРДИОМИОПАТИЯ

Неишемическая дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) может быть следствием целого ряда причин, включая вирусные инфекции и аутоиммунные заболевания, а также интоксикации и метаболические нарушения, наследственные и вызванные тахикардией состояния. Индуцированная тахикардией кардиомиопатия может быть результатом предсердных аритмий с частыми и/или нерегулярными желудочковыми сокращениями или частым эктопическим желудочковым ритмом. В таких случаях АЭКГ-мониторирование является полезным для оценки частоты сердечных сокращений или частоты и сложности эктопических сокращений для установления диагноза и/или показаний для инвазивного лечения, например абляции [112, 113].

Пациенты с ДКМП погибают главным образом от ВСС или прогрессирования сердечной недостаточности [114]. Теоретически АЭКГ-мониторирование может рассматриваться как инструмент стратификации риска ВСС для выявления эпизодов НУЖТ и определения других факторов риска на основании данных ХМ. Однако, в отличие от пациентов с ишемической кардиомиопатией, прогностическое значение АЭКГ при ДКМП является довольно низким и остается спорным [115, 116, 113].

Частота НУЖТ у пациентов с ДКМП варьирует от 33 до 79% [103, 102, 114]. Яковелло и соавт. [117] обнаружили, что НУЖТ ассоциируется с троекратным увеличением риска развития аритмических событий во время последующего наблюдения, и что прогностическая значимость НУЖТ увеличивается при сочетании с низкой ФВЛЖ и изменениями динамики интервала *QT*. В марбургском исследовании кардиомиопатии [118] выявление изолированной НУЖТ не было связано с увеличением риска развития аритмических событий; однако при сочетании с низкой ФВЛЖ риск увеличивался в 8 раз. Метаанализ, проведенный де Соуза и соавт. [119], показал, что наличие НУЖТ является статистически значимым предиктором ВСС у пациентов с ДКМП и сниженной ФВЛЖ вне зависимости от величины ФВЛЖ. Более поздний метаанализ Голдбергера и соавт. [116], основанный на результатах 45 исследований более чем у 6000 пациентов, показал, что оценка только НУЖТ является значимым предиктором риска (отношение шансов = 2,92, $p<0,001$) аритмической конечной точки, определяемой как внезапная или аритмическая смерть, остановка сердца, подтвержденная терапия с помощью ИКД

и подтвержденная ЖТ/фибрилляция желудочков (ФЖ). Прогностическое значение отрицательного результата НУЖТ составило 90%; однако прогностическое значение положительного результата составило только 20%. В этом исследовании обобщили прогностические значения ряда факторов стратификации риска и нашли, что наилучшими предикторами неблагоприятного исходя являются альтернация волны *T*, КДО ЛЖ, ЭФИ, сигнал-усредненная ЭКГ, ФВЛЖ, длительность комплекса *QRS* и НУЖТ. Ни один из маркеров вегетативной дисфункции, таких как барорефлекторная чувствительность, ВРС и ТРС, не оказался статистически значимым. В целом данные, касающиеся НУЖТ, являются слабыми и не поддерживают стандартное использование неинвазивного метода в этой группе пациентов.

3.3. ГИПЕРТРОФИЧЕСКАЯ КАРДИОМИОПАТИЯ

Неблагоприятное клиническое течение ГКМП связано с повышенным риском ВСС, прогрессированием сердечной недостаточности и осложнениями, характерными для ФП. ГКМП является наиболее частой причиной ВСС у молодых людей, особенно у спортсменов [120].

Синкопальные состояния и сердцебиения входят в число наиболее частых жалоб пациентов с ГКМП [93, 94, 121, 122]. Синкопальные состояния могут быть следствием нарушений проводимости, пароксизмальных наджелудочковых аритмий с высокой частотой желудочковых сокращений, обструкции выносящего тракта левого желудочка или нейрогенных событий и, что наиболее опасно, потенциально фатальных желудочковых аритмий. До 30% пациентов с ГКМП отмечают эпизоды НУЖТ при ХМ [122, 125]. Их частота связана со степенью фиброза миокарда [124]. Поскольку синкопе считаются фактором риска ВСС у пациентов с ГКМП, необходимы выполнение тщательного обследования, включая ЭКГ, нагрузочные пробы и АЭКГ. В рекомендациях ACCF/AHA, опубликованных в 2011 г., включено 24-часовое АЭКГ, тогда как руководство ESC 2014 г. рекомендует более длительное 48-часовое АЭКГ-мониторирование пациентов при первичном обследовании для выявления предсердных и желудочковых нарушений ритма (класс IB) [93, 94].

Частота пароксизмальных суправентрикулярных аритмий (включая ФП) у пациентов с ГКМП составляет до 38% [93, 94], они плохо переносятся и способствуют развитию синкопальных состояний и сердечной недостаточности. Согласно рекомендациям ESC, пациентам с ГКМП с диаметром левого предсердия ≥45 мм (что рассматривается в качестве предиктора риска ФП и инсульта) каждые 6–12 мес должна проводиться 48-часовая АЭКГ для выявления ФП даже при отсутствии клинических симптомов [93].

Амбулаторное мониторирование ЭКГ – неотъемлемая часть стратификации риска ВСС у пациентов с ГКМП, особенно в молодом возрасте. Тем не менее НУЖТ характеризуется высоким прогностическим значением отрицательного результата (95%), но низким прогностическим значением положительного результата [123]. Недавно опубликованные рекомендации ESC включают оценку вероятности внезапной смерти в течение 5 лет на основании формулы ГКМП риск-ВСС (HCM Risk-SCD) [125]. Этот прогностический индекс объединяет обнаружение НУЖТ с органическими изменениями и семейным анамнезом ВСС, необъяснимыми синкопальными состояниями и возрастом пациентов (класс IB) [93]. 48-часовое мониторирование АЭКГ рассматривается в качестве первой линии обследования для выявления НУЖТ, определяемой как ≥3 преждевременных желудочковых сокращений с частотой ≥120 в минуту, наряду с анамнезом заболевания и данными эхокардиографии. Длительные эпизоды НУЖТ, отмечаемые при АЭКГ до имплантации ИКД, являются предиктором мотивированного срабатывания ИКД во время последующего наблюдения [126]. Индекс тяжести НУЖТ (частота сердечных сокращений ×количество желудочковых сокращений при ЖТ/100 >28) ассоциировался более чем с 5-кратным увеличением риска имплантации ИКД. При применении лекарственной терапии для лечения желудочковых аритмий АЭКГ может выполняться повторно.

Во время последующего наблюдения АЭКГ должна повторяться в случаях развития любых симптомов, предполагающих нарушения ритма, или регулярно каждые 1–2 года для выявления эпизодов НУЖТ (класс IIa) или обнаружения бессимптомных эпизодов ФП (класс IIb) [94]. Руководство ESC [93] рекомендует более длительное мониторирование (48 ч) у всех пациентов и более частое выполнение мониторирования (каждые 6–12 мес) у пациентов с синусовым ритмом и диаметром левого предсердия ≥45 мм.

3.4. АРИТМОГЕННАЯ ДИСПЛАЗИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА/КАРДИОМИОПАТИЯ

Аритмогенная дисплазия правого желудочка/кардиомиопатия (АДПЖ/КМП) ассоциируется с риском ВСС и/или прогрессирования сердечной недостаточности. У пациентов с АДПЖ/КМП могут отсутствовать какие-либо клинические проявления или отмечаться сердцебиение, головокружение или синкопальные состояния, потенциально связанные с частыми эктопическими сокращениями желудочков или эпизодами желудочковой тахикардии. Важно отметить, что ВСС может быть первым проявлением заболевания, особенно у молодых спортсменов [127].

В соответствии с пересмотренными в 2010 г. диагностическими критериями [128] диагноз АДПЖ/КМП ставится с помощью многомерной оценочной шкалы. Большие аритмические критерии для постановки диагноза и стратификации риска включают наличие неустойчивой или стойкой ЖТ с желудочковыми комплексами с морфологией блокады левой ножки пучка Гиса, с отклонением электрической оси сердца влево. Малые диагностические критерии включают неустойчивую или стойкую ЖТ с формой комплексов, напоминающей признаки перегрузки правого желудочка, блокады левой ножки пучка Гиса с отклонением электрической оси сердца вправо или неопределяемым положением оси сердца, и наличие >500 желудочковых экстрасистол в течение 24 ч. Таким образом, первоначальное обследование всех пациентов

с подозрением на АДПЖ/КМП должно включать 24-часовое АЭКГ-мониторирование. Может рассматриваться проведение мониторирования в течение длительного времени для регистрации аритмии. У пациентов с АДПЖ/КМП была отмечена значимая межсуточная вариабельность количества ЖЭ (эктопический индекс), но Кэмм и соавт. [129] сообщили, что 24-часовой АЭКГ достаточно для регистрации диагностически значимого числа ЖЭ, составляющего более 500 ЖЭ, почти в 90% случаев, а увеличение продолжительности мониторирования до 96 ч повышает количество правильных заключений до 95,5%.

АЭКГ имеет значение и у пациентов с ИКД. Количество НУЖТ или ЖЭ >1000/24 ч может предсказывать разряд батареи ИКД, указанное число ЖЭ ассоциируется с более чем троекратным увеличением риска разряда батареи ИКД [130]. Выявление предсердных аритмий имеет большое значение, так как может быть предвестником некорректной ИКД-терапии и ассоциируется с повышением риска трансплантации сердца и смертности от сердечных причин у пациентов с АДПЖ/КМП [131].

АЭКГ должно проводиться при обследовании всех родственников первой степени родства у пациентов с АДПЖ/КМП [128]. Эпизоды ЖТ с желудочковыми комплексами, исходящими из правого желудочка, или с количеством ЖЭ более чем 200/24 ч предполагает семейный характер заболевания. Отсутствуют какие-либо согласованные мнения в отношении частоты повторных обследований пациентов с подозрением на АДПЖ/КМП, но представляются обоснованными ежегодные обследования. Подтвержденные электрические изменения, такие как изменения ЭКГ и/или данных ХМ, могут предшествовать органическим изменениям в течение 4-летнего последующего наблюдения в когорте родственников пациентов с АДПЖ/КМП [132]. Сложные желудочковые аритмии могут наблюдаться даже при нормальной поверхностной ЭКГ [133].

3.5. СИНДРОМ ВОЛЬФА–ПАРКИНСОНА–УАЙТА

Амбулаторное мониторирование ЭКГ потенциально полезно при оценке свойств дополнительных проводящих путей у пациентов с синдромом Вольфа–Паркинсона–Уайта (WPW). Риск внезапной смерти связан с быстрым проведением по дополнительным путям, особенно во время ФП при коротком рефрактерном периоде антероградного проведения. Регистрируемое на АЭКГ периодически возникающее преждевременное возбуждение или внезапное исчезновение преждевременного возбуждения с ускорением синусового ритма связано с «низким риском», например, у пациентов, которые имеют короткий интервал RR до развития преждевременного возбуждения во время ФП >250 мс [134]. АЭКГ также может быть полезна в выявлении пациентов с синдромом WPW, которые имеют неустойчивые пароксизмы ФП [135].

3.6. НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

Сердечные каналопатии представляют собой неоднородную группу наследственных заболеваний, таких как синдромы удлиненного и короткого интервала *QT*, синдром Бругада, катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия (КПЖТ), синдром ранней реполяризации и идиопатическая ФЖ, и часто бывают вызваны мутациями генов, кодирующих ионные каналы или регуляторные белки. Они характеризуются отсутствием явных органических изменений сердца и высоким риском внезапной смерти вследствие желудочковых тахиаритмий [136]. Поверхностная ЭКГ является необходимым этапом диагностики этих состояний и прогнозирования риска внезапной смерти. Фенотипические ЭКГ-проявления каналопатий вариабельны, поэтому АЭКГ-мониторирование может быть полезным в оценке транзиторных электрических изменений, позволяющих предположить заболевание. Однако у пациентов с наследственными первичными электрическими болезнями сердца наиболее важную роль АЭКГ играет в выявлении аритмий и стратификации риска. Следует отметить, что консенсус HRS/EHRA/APHRS по наследственным первичным электрическим болезням сердца [136] подчеркивает роль тщательной оценки природы синкопальных эпизодов у пациентов с каналопатиями. Синкопальные состояния считаются значимым маркером риска ВСС.

3.6.1. Синдром удлиненного интервала *QT*

Синдром удлиненного интервала *QT* (СУИ*QT*) является наследственной каналопатией, которая характеризуется удлинением интервала *QT* и склонностью к синкопальным состояниям, остановке сердца или внезапной смерти, связанных с полиморфной желудочковой тахикардией типа «пируэт», которая может перейти в фибрилляцию желудочков [137]. Недавний пересмотр клинических рекомендаций предполагает, что диагноз СУИ*QT* основывается на наличии риска ≥3 баллов и/или наличия длительного интервала *QTc* ≥480 мс на повторных ЭКГ или выявлении патогенной мутации [111]. Величина риска увеличивается в зависимости от значимого удлинения *QTc*, желудочковых тахикардий по типу «пируэт» и синкопальных состояний. Измерения *QT* основаны на поверхностной ЭКГ; однако АЭКГ может выявить преходящие удлинения интервала *QT* и/или некорректную адаптацию *QT* к частоте сердечных сокращений. Нарушения реполяризации часто связаны с периодами резкого изменения частоты сердечных сокращений. В случае постепенного увеличения или уменьшения интервалов RR длительность интервала *QT* связана линейной корреляцией с частотой сердечных сокращений в физиологических пределах. Однако в случае резких изменений длительности интервала RR *QT* адекватно не изменяется [138]. Также было подтверждено, что изменения RR в форме «короткий–длинный» цикл могут предшествовать развитию ЖТ у пациентов с СУИ*QT* [139]. АЭКГ может быть полезна для иллюстрации изменений зубца *T*, оценки феномена *R* на *T*, регистрации альтернаций зубца *T* (неблагоприятная находка), обнаружения неустойчивой или стойкой ЖТ (в особенности ЖТ по типу «пируэт») помимо выявления увеличения продолжительности интервала *QT*. В то время как у пациентов с *QT*c >500 мс отсутствуют какие-либо сомнения, пациентов с *QT*c <500 мс часто направляют на нагрузочные ЭКГ-тесты и 24-часо-

вое ХМ. Наличие *QTc* >500 мс при частоте сердечных сокращений <100 в минуту во время физической нагрузки или ХМ может указывать на СУИ*QT*, в то время как значения ниже 500 мс находятся в пределах физиологического диапазона [140]. Выявление некорректной адаптации *QT* к частоте сердечных сокращений или даже преходящего увеличения продолжительности интервала *QT* предоставит клинически полезную информацию.

Вопрос о том, требуется ли АЭКГ для постановки диагноза или для помощи в принятии терапевтического решения, такого как имплантация ИКД или увеличение дозы лекарственного препарата, остается нерешенным. Однако золотым стандартом для диагностики остается ЭКГ в 12 отведениях. Во время последующего наблюдения АЭКГ может использоваться для оценки эффективности лекарственной терапии и возможных нежелательных явлений, таких как брадикардия. Что касается неинвазивной ЭКГ стратификации риска, можно рассматривать использование АЭКГ для обнаружения увеличения вариабельности/дисперсии *QT*, которые считаются маркерами электрической нестабильности и поэтому связаны с повышением риска ВСС.

3.6.2. Синдром короткого интервала *QT*

Синдром короткого интервала *QT* диагностируется у пациентов с *QTc* ≥340 мс и представляет собой каналопатию, связанную с последовательным укорочением интервала *QT* и предрасположенностью к ФП и ВСС у пациентов без органических поражений сердца [111]. Клинические проявления синдрома короткого интервала *QT* могут варьировать от полного отсутствия симптомов до ВСС как первого проявления. В крупнейшей базе данных пациентов с синдромом укороченного интервала *QT* синкопальные состояния в анамнезе отмечались у 24% пациентов, а начальные симптомы – у 14%. Сердцебиения присутствовали у 31% пациентов и в большинстве случаев относились к подтвержденной ФП или трепетанию предсердий [141]. АЭКГ при синдроме короткого интервала *QT* полезна в выявлении причины синкопе и сердцебиений, особенно в обнаружении эпизодов ФП, но имеет небольшое значение в постановке диагноза и проведении защитной терапии.

3.6.3. Синдром Бругада

Синдром Бругада представляет собой первичное наследственное изменение электрической активности, которое характеризуется специфическим паттерном реполяризации в правых прекардиальных отведениях ЭКГ и предрасположенностью к жизнеугрожающим желудочковым аритмиям. ЭКГ-диагностика зависит от паттерна элевации точки J на 2 мм со специфическим сводчатым подъемом сегмента *ST* и инверсией зубца *T* в отведениях V_1–V_2, что классифицируется как морфология 1-го типа [136, 111], встречаемая спонтанно или после провокационных проб. ЭКГ пациентов с синдромом Бругада сильно варьирует и может изменяться с течением времени от 1-го типа до других типов или даже нормализоваться, и наоборот. Поэтому некоторые полагают, что АЭКГ в 12-отведениях может быть полезной в выявлении преходящего ЭКГ-паттерна синдрома Бругада у пациентов со скрытым синдромом Бругада. Недавно Серато и соавт. [142] проанализировали распространенность паттерна 1-го типа синдрома Бругада по данным 24-часовой АЭКГ в 12 отведениях в базе данных регистра, включающего 251-го пациента с синдромом Бругада, в том числе 30% пациентов со спонтанным и 70% пациентов с обусловленным действием лекарственных средств. Они обнаружили, что «спонтанный» преходящий ЭКГ-паттерн 1-го типа может быть обнаружен у 20% пациентов, которые изначально были отнесены в группу медикаментозного синдрома. Преходящий паттерн синдрома Бругада наблюдался преимущественно в послеобеденные часы с 12:00 до 18:00. Авторы предположили, что АЭКГ-мониторирование в 12 отведениях может использоваться как скрининговый тест, чтобы избежать проведения провокационных лекарственных проб в качестве первой линии диагностических процедур. Также сообщалось, что ХМ в 12 отведениях с размещением электродов для регистрации V_1–V_2 в третьем межреберье является более чувствительным в обнаружении ЭКГ паттерна типа 1, чем повторные ЭКГ или ХМ в 12 отведениях со стандартным размещением грудных электродов [143]. Кроме того, АЭКГ может использоваться для оценки других аритмий или ЭКГ-паттернов, которые могут подтверждать диагноз «синдром Бругада» у пациентов при отсутствии клинической симптоматики, такой как ФП, альтернации *ST–T*, спонтанная блокада левой ножки пучка Гиса и ЖЭ.

При синдроме Бругада доступна жизнесберегающая терапия, т.е. имплантация ИКД, но, поскольку диагностика очевидна только у явно симптомных у пациентов, длительное АЭКГ-мониторирование со стандартным и измененным размещением электродов должно рассматриваться у пациентов с неясными синкопальными состояниями при подозрении на синдром Бругада [например, на основании семейного анамнеза, характерных провоцирующих факторов (лихорадка, определенные лекарственные препараты)].

3.6.4. Катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия

Катехоламинергическая полиморфная желудочковая тахикардия (КПЖТ) это редкая наследственная каналопатия с высокой летальностью, которая характеризуется сердцебиениями, вызванными физической нагрузкой или эмоциональным напряжением, и/или синкопальными состояниями в раннем подростковом возрасте у пациентов без органических поражений сердца. Риск ВСС при КПЖТ связан с индуцированной адренергическими воздействиями двунаправленной и полиморфной желудочковой тахикардией. Поверхностная ЭКГ в покое неинформативна в диагностике при подозрении на КПЖТ, необходимы дальнейшая электрокардиографическая оценка и проведение провокационных проб. Эти тесты могут включать АЭКГ-мониторирование для оценки наличия желудочковой тахиаритмии во время повседневной активности и эмоционального стресса, прежде всего

пробу с физической нагрузкой для оценки связи желудочковой аритмии с повышенным уровнем катехоламинов. Эктопические желудочковые сокращения обычно появляются при частоте сердечных сокращений 110–130 в минуту и имеют склонность к увеличению числа и сложности с увеличением частоты сердечных сокращений. Часто встречаются предсердные аритмии, вызванные адренергическими воздействиями.

Амбулаторное мониторирование ЭКГ может рекомендоваться для оценки эффективности лекарственной терапии у пациентов с КПЖТ. Предыдущие рекомендации HRS/EHRA/APHRS содержали периодическое проведение АЭКГ-мониторирования и проб с физической нагрузкой для определения частоты сердечных сокращений, при которой происходит развитие желудочковой аритмии, и для оценки эффективности антиаритмической терапии, хотя наличие бессимптомных ЖЭ при ХМ не означает неблагоприятного прогноза [136, 144].

3.6.5. Синдром ранней реполяризации

После публикации Haissaguerre и соавт. [145] все больше внимания уделяется ЭКГ-паттерну ранней реполяризации, который в течение ряда лет рассматривался как доброкачественная ЭКГ-находка. Несколько исследований подтвердили, что элевация J-точки в нижних и/или латеральных отведениях часто наблюдается у пациентов с идиопатической ФЖ. Тем не менее частота такого ЭКГ-паттерна может составлять в общей популяции до 31% [146–148]. В соответствии с рекомендациями HRS/EHRA/APHRS [136] АЭКГ-мониторирование может способствовать подтверждению ЭКГ-паттерна ранней реполяризации, особенно при брадикардии у пациентов, выживших после ФЖ, хотя подавляющее большинство случаев распознается при стандартной ЭКГ. Об увеличении амплитуды элевации J-точки, предшествующем желудочковой аритмии, сообщалось у пациентов с ИКД с электрическим штормом [149].

3.6.6. Идиопатическая фибрилляция желудочков

Идиопатическая фибрилляция желудочков является диагнозом исключения и определяется как состояние после реанимации при остановке сердца, желательно с ЭКГ-документированной ФЖ у пациентов, у которых исключена кардиальная, дыхательная, метаболическая и токсическая этиология. Подробное обследование выживших после остановки сердца должно включать анамнез (в том числе семейный), электрокардиографию (поверхностная ЭКГ, сигнал-усредненная ЭКГ и АЭКГ), методы визуализации для исключения органических поражений сердца, провокационные пробы, электрофизиологическое исследование, биопсию миокарда желудочка и генетическое тестирование. Использование ХМ было предложено при обследовании ближайших родственников жертв идиопатической ФЖ.

3.7. ДИАЛИЗ И ХРОНИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ ПОЧЕК

Распространенность хронической болезни почек растет, и в настоящее время она возникает по меньшей мере у 15% взрослого населения [150]. Терминальная хроническая почечная недостаточность (ТХПН) характеризуется чрезвычайно высокой смертностью (20% в год) и высокой частотой сердечно-сосудистых летальных исходов, которые до 100 раз превышают соответствующие показатели в общей популяции [151]. ВСС является наиболее частой причиной летального исхода у пациентов, находящихся на диализе [152]. Колебания содержания электролитов и жидкости, хронические воспалительные состояния, сохранение систолической функции при гипертрофии левого желудочка с диастолической дисфункцией, безболевая ишемия миокарда и повторные повреждения миокарда при вызванном диализом оглушении миокарда способствуют ВСС [153].

Однако данные о частоте бессимптомной аритмии у пациентов с ТХПН между сеансами диализа ограничены. Предыдущие исследования с 24–48-часовым ХМ показали противоречивые результаты в отношении нагрузки аритмии и наличия ЭКГ-маркеров ВСС во время проведения диализа и после окончания процедуры. Burton, Jefferies, Selby и McIntyre [154] показали, что ЖЭ и ЖТ чаще встречались во время сеанса гемодиализа, чем в последующий период мониторирования, и были связаны с оглушением миокарда.

Безболевая ишемия миокарда диагностировалась при проведении ХМ у 22% пациентов, находящихся на диализе, и прочно ассоциировалась с ЖТ/ФЖ во время и после диализа [155]. Интересно, что безболевая ишемия миокарда не коррелировала со значимой ишемической болезнью сердца и считалась обусловленной микрососудистым поражением и коронарным спазмом. Регистрация ЭКГ в динамике показывала прогрессирующее увеличение вольтажа *QRS* и частоты сердечных сокращений, снижение амплитуды зубца *T* и увеличение частоты развития аритмии во время сеанса диализа [156]. Green и соавт. [157] сообщили, что микровольтная альтернация *T*-волны увеличивается во время сеанса диализа, но не нашли связи между альтернацией *T*-волны и сердечно-сосудистыми исходами в течение 2,6 года последующего наблюдения. Недавно была показана связь между высоким уровнем гемоглобина в сыворотке крови и частотой ЖЭ во время диализа, которая может объяснить неблагоприятное влияние высокого уровня гемоглобина у пациентов, находящихся на гемодиализе [158]. Poulikakos и соавт. [159] показали, что форма зубца *T* претерпевает однотипные изменения, зависящие от ЧСС, во время процедуры диализа, в то время как изменения угла *QRS–T* отличаются от пациента к пациенту и коррелируют с уровнем паратгормона.

Недавно Buiten и соавт. [160] показали, что сама процедура гемодиализа ассоциирована с развитием ФП. У пациентов, находящихся на перитонеальном диализе, отмечалось значимо меньше пароксизмов ФП. Развитие ФП наблюдалось более часто в дни проведения процедуры гемодиализа и непосредственно во время проведения процедуры. Таким образом, АЭКГ-мониторирование во время диализа может помочь в более ранней диагностике ФП у бессимптомных пациентов, у которых может потребоваться проведение соответствующей терапии ФП, включая назначение антикоагулянтов.

3.8. НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ И МЫШЕЧНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

С помощью АЭКГ можно изучать нарушения баланса вегетативной нервной системы, в особенности при анализе ВРС. Снижение ВРС обычно ассоциируется с повышением симпатического тонуса или снижением парасимпатической активности. Активация вегетативной нервной системы может способствовать развитию различных нарушений ритма, включая бради – и тахиаритмии. Была описана тесная связь между эпилепсией и нарушениями ритма сердца. Регистрация ЭКГ во время приступа эпилепсии показывает, что непосредственно перед приступом часто развивается синусовая тахикардия, а также наблюдаются предсердные и желудочковые экстрасистолы. Однако жизнеугрожающие аритмии и внезапная смерть у больных с эпилепсией встречаются редко, с частотой приблизительно 2 случая на тысячу. Вполне возможно, что в основе нарушений ритма сердца и эпилепсии могут лежать одни и те же клеточные механизмы.

Миотоническая дистрофия является прогрессирующим генетическим заболеванием, которое влияет главным образом на скелетные мышцы, но имеет серьезные осложнения со стороны сердца [161]. Были отмечены различные брадиаритмии, включая дисфункцию синусового узла, блокада ножек пучка Гиса и весь спектр АВ-блокад. У пациентов также могут развиваться ФП и стойкая ЖТ. Есть данные о случаях внезапной смерти вследствие асистолии и фибрилляции желудочков, так что у некоторых пациентов может быть полезно применение кардиостимулятора или ИКД. АЭКГ может использоваться для выявления аритмий и выбора стратегии медикаментозного и немедикаментозного лечения, но публикаций по ее конкретному применению в таких ситуациях недостаточно.

3.9. АПНОЭ ВО ВРЕМЯ СНА

Синдром сонного апноэ является частым нарушением дыхания, которое поражает 2–4% популяции, причем мужчины страдают почти в 2 раза чаще, чем женщины [162]. Состояние имеет четко установленную связь с увеличением частоты сердечно-сосудистых осложнений и смертности, развитием аритмий, повышенной сонливостью в дневное время, дорожно-транспортными происшествиями и нейрокогнитивной дисфункцией, но все еще редко диагностируется [163].

Недавние исследования показали, что нарушения ритма сердца и расстройства проводимости часто возникают у пациентов с апноэ во время сна [163, 164]. Механизмы этой связи включают дисбаланс вегетативной нервной системы, артериальную и легочную гипертензию, преходящую гипоксию и воспаление. Все эти состояния способствуют органическому и электрическому ремоделированию, что считается электрическим субстратом различных аритмий [165].

Краеугольным камнем для диагностики апноэ во время сна является полисомнография, во время которой могут диагностироваться различные нарушения ритма сердца (АВ-блокада, прекращение активности синусового узла, НУЖТ и пароксизмальная ФП) [166]. Поскольку полисомнография не является общедоступным методом и ее выполнение может быть технически сложным, проведение скрининга больших групп риска с помощью менее сложных и дорогостоящих диагностических тестов представляет существенную пользу. Возможно, ХМ может выполнить эту роль. Дополнительная информация, которая при этом необходима (по сравнению с обычным холтеровским мониторированием), заключается в определении пациентом времени его сна. Некоторые коммерческие системы включают алгоритмы анализа апноэ, которые используют: (1) связанные с дыханием изменения синусового ритма, т.е. синусовая аритмия, модулированная вегетативной нервной системой и/или (2) изменения амплитуды зубца *R*, вызванные дыхательными движениями грудной клетки, приводящими к незначительным изменениям расстояния между ЭКГ-электродами. Необходима более тщательная валидация этих методов.

3.10. СПОРТСМЕНЫ И СКРИНИНГ ПЕРЕД ПРОВЕДЕНИЕМ СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

Мониторирование аритмий у спортсменов по ряду параметров является очень специфичным. В редких случаях у спортсменов могут выявляться симптомы, указывающие на наличие аритмии и риска ВСС, и могут свидетельствовать о потенциально серьезном, но курабельном заболевании или нарушении ритма. С другой стороны, чрезмерное ограничение нагрузок при подозрительных, но доброкачественных симптомах может быть необоснованным.

Должен рассматриваться поэтапный подход к обследованию спортсмена. В первую очередь важно понять историю возникновения симптомов и их связь со специфической активностью во время соревнований или с физической нагрузкой. Во-вторых, важно исключить серьезные сердечно-сосудистые заболевания, которые могут протекать параллельно и быть причиной развития аритмий.

ЭКГ и другие неинвазивные тесты выполняются для выявления какого-либо органического заболевания, которое может потребовать ограничений в занятиях спортом. На ЭКГ могут присутствовать явные признаки аритмогенного заболевания. Однако для многих атлетов спорт необходим для проявления симптомов и в особенности аритмии. Поэтому многие симптомы и/или аритмия могут быть трудно воспроизводимыми. Поэтому АЭКГ является одним из последовательных этапов в обследовании пациента-спортсмена с учетом вида спорта, обстоятельств развития симптомов и наличия сопутствующих заболеваний, а также семейного анамнеза.

Амбулаторное мониторирование ЭКГ у спортсменов особенно полезно, когда (1) спортсмен не имеет каких-либо ограничений из-за диагностированного заболевания сердечно-сосудистой системы; (2) не существует другого безопасного метода постановки диагноза или уверенного воспроизведения симптомов, и (3) симптомы связаны с занятиями спортом, и АЭКГ может способствовать установлению диагноза «аритмия». ЭКГ-мониторирование может использоваться для постановки первичного диагноза или как инструмент наблюдения

для мониторинга эффекта лечения. АЭКГ рассматривается для установления связи симптомов (например, синкопе, сердцебиения) с развитием аритмии. Кроме того, она может быть полезной у бессимптомных пациентов, когда первоначальная ЭКГ при скрининге предполагает частые или групповые желудочковые экстрасистолы, для количественной оценки желудочковой аритмии [167]. Очень часто желудочковые экстрасистолы предполагают наличие заболевания сердца [168]. Кроме того, диагностический процесс при некоторых известных заболеваниях сердца (например, врожденный аортальный стеноз, кардиомиопатия с низким риском) и исходных патологических изменениях ЭКГ (например, АВ-блокада, блокада ножки пучка Гиса) может проводиться с использованием АЭКГ [169].

Тип мониторирования зависит от частоты симптомов, тяжести, продолжительности и обстоятельств их развития. Кроме того, тип мониторирования зависит от вида участия в спортивном соревновании, типа аритмии и клинических симптомов. Не существует какого-либо одного наилучшего метода мониторирования, и поэтому необходимы индивидуальные решения.

Нарушения ритма сами по себе не обязательно являются симптомными, и некоторые аритмии могут протекать как с клиническими проявлениями, так и без них. С другой стороны, пациенты могут иметь несколько видов нарушений ритма, и регистрация бессимптомной аритмии не обязательно подразумевает высокий риск.

РАЗДЕЛ 4. МАРКЕРЫ ТОНУСА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И РЕПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ХОЛТЕРОВСКОМ МОНИТОРИРОВАНИИ

Отбор кандидатов для имплантации ИКД нуждается в улучшении. Имплантация устройств в соответствии с действующими рекомендациями приводит к мотивированному лечению лишь у 20% пациентов. Кроме того, имеющиеся показания не учитывают большинства пациентов с относительно сохранной ФВЛЖ и с риском ВСС. Учет многофакторного патогенеза ВСС, включая органическое повреждение, дисфункцию вегетативной нервной системы и изменения реполяризации, может улучшить специфичность при отборе пациентов.

4.1. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА

Вариабельность ритма сердца является одним из старейших инструментов стратификации риска на основе ХМ, а также и наиболее широко используемым. Она определяет тонус вегетативной нервной системы на основании анализа отдельных интервалов *RR*. Исследования показали корреляцию снижения ВРС с риском общей смертности, включая сердечно-сосудистую смерть, но не с риском ВСС [170–172].

Измерение ВРС производится с использованием временного и спектрального методов, а также нелинейных методов. Спектральные доменные параметры требуют стационарной записи данных и обычно используют краткосрочные записи в контролируемых условиях, но также могут быть получены и при 24-часовой регистрации на основании 5-минутных отрезков, усредненных за весь период. Временные доменные параметры измеряют изменения нормальных синусовых интервалов RR и часто основаны на длительной записи, как правило, в течение 18 ч, включая утренние и ночные часы. Стандартное отклонение всех нормальных синусовых интервалов RR (SDNN) является старейшим, самым простым и наиболее часто используемым временным доменным параметром ВРС. Нелинейный анализ ВРС, как полагают, менее зависим от предварительной обработки и лучше выражает комплексные изменения RR [173]. Методология измерения ВРС приводится в отчете специальной комиссии ESC/NASPE и в недавно опубликованном совместном докладе рабочей группы e-Cardiology ESC/EHRA/APHRS [170].

Снижение значений ВРС последовательно отмечалось у пациентов после ИМ и при сердечной недостаточности [174–177, 106]. Клиническое значение отклонений ВРС, а именно увеличение симпатического тонуса и/или снижение активности блуждающего нерва, в качестве предиктора общей смертности было оценено уже в 1980-х гг., когда Клейгер и соавт. [175] впервые сообщили, что SDNN <50 мс ассоциируется с пятикратным увеличением смертности у пациентов после ИМ по сравнению с пациентами с SDNN >50 мс. Большое количество исследований последовательно подтвердили прогностическую значимость ВРС в оценке общей смертности и прогрессировании сердечной недостаточности [176, 177]. Недавние исследования, выполненные на когортах пациентов после ИМ при ранней реперфузии и терапии бета-адреноблокаторами, демонстрируют противоречивые результаты. Исследование REFINE не смогло продемонстрировать значимость SDNN в прогнозировании кардиальной смерти или реанимации при остановке сердца у 322 пациентов в остром периоде ИМ с ФВЛЖ <50% [178]. Напротив, в исследовании CARISMA сообщается, что у 312 пациентов, обследованных через 6 нед после острого ИМ, SDNN, мощность очень низких частот (ОНЧ), мощность высоких частот (ВЧ) и соотношение низко- и высокочастотных компонентов независимо предсказывали смертность от всех причин и аритмических событий, подтвержденных при ИПР [179]. У пациентов с сердечной недостаточностью снижение ВРС было документировано в качестве значимого маркера прогрессирования сердечной недостаточности и выявлении тех, кто нуждается в трансплантации сердца, а также с высоким риском смерти вследствие нарушений сократительной способности миокарда. Дополнительное недавнее холтеровское исследование в рамках исследования GISSI в группе пациентов с сердечной недостаточностью показало, что SDNN, ОНЧ, НЧ и флюктуационный анализ с исключенным трендом были независимыми предикторами риска сердечно-сосудистой смерти, в то время как ОНЧ и НЧ ассоциировались с внезапной смертью или соответствующей разрядкой батареи ИКД [177].

Несмотря на данные, указывающие на связь снижения ВРС и роста смертности, рандомизированные исследования у пациентов, стратифицированных для имплантации ИКД на основании этого параметра, не смогли продемонстрировать полезность ВРС в прогнозировании пользы от применения ИКД [180, 181]. Пациенты с нарушением ВРС в момент включения в исследование имели больше шансов погибнуть от прогрессирования сердечной недостаточности, чем от аритмических причин. Алгоритмы ВРС в настоящее время используются в устройствах для проведения ресинхронизации сердца (CRT) для выявления прогрессирования сердечной недостаточности [182]. Кроме того, исследование DEFINITE показало, что сохранность ВРС, определяемая как SDNN >100 мс, позволяет выявить пациентов без внезапной смерти и разрядов ИКД в течение трехлетнего периода последующего наблюдения [183]. Большинство коммерческих систем для ХМ оснащены программным обеспечением для автоматизированного анализа ВРС с использованием временного и спектрального методов.

4.2. ТУРБУЛЕНТНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА

Турбулентность ритма сердца (ТРС) анализирует опосредованный барорецепторами ответ синусового узла на преждевременные сокращения желудочков, состоящий из раннего ускорения ритма с последующим замедлением и являющийся индикатором чувствительности барорецепторов [184, 185]. Изменения интервала RR после ЖЭ незначительны, и для расчета требуют специального программного обеспечения. Только холтеровская запись с ≥5 ЖЭ считается надежным источником для вычислений ТРС. Подробная методология расчета ТРС приводится по рекомендациям ISHNE [185].

Отклонения параметров ТРС были задокументированы в различных подгруппах пациентов после ИМ, пациентов с сердечной недостаточностью и другими заболеваниями сердца и других органов, таких как сахарный диабет, сонное апноэ и заболевания соединительной ткани [178, 179, 184–187]. Такие клинические и ЭКГ-параметры, как возраст, ФВЛЖ, класс по NYHA, частота сердечных сокращений, количество ЖЭ, проводимая лекарственная терапия и инвазивные лечебные процедуры, влияют на результаты ТРС [185, 188].

Первоначальные доказательства полезности изменений ТРС при стратификации риска смертности от всех причин [184] у пациентов после ИМ были подтверждены у пациентов, получающих лекарственную терапию в соответствии с клиническими рекомендациями и при ранней реваскуляризации при ЧКВ [106, 178, 186]. Исследование FINGER (Постинфарктные пациенты в Финляндии и Германии, FINland and GERmany Postinfarction) показало, что только изменение наклона турбулентности (НТ) и НУЖТ значимо ассоциировались с увеличением риска ВСС; пациенты с изменениями НТ имели почти в 3 раза более высокий риск по сравнению с пациентами с нормальным НТ [106]. Исследование REFINE (Оценка риска после неинвазивной оценки инфаркта, The Risk Estimation Following Infarction Noninvasive Evaluation) отметило, что отклонения в показателях ТРС через 10–14 нед после ИМ служили предиктором первичной конечной точки кардиальной смерти или реанимации по поводу остановки сердца у пациентов после ИМ с ФВЛЖ <50% [178]. Изменения НТ через 6 нед после ИМ позволили выделить пациентов с ФВЛЖ <40%, которые имели риск развития аритмических событий, таких как фибрилляция желудочков или клинически проявляющаяся ЖТ, при 24-месячном последующем наблюдении [179]. Сводный анализ результатов исследований REFINE и CARISMA показал, что у пациентов в остром периоде ИМ отсутствие увеличения НТ ассоциируется с ростом риска развития жизнеугрожающих аритмий в ближайшие 2 года в 7–10 раз [189]. У пациентов с сердечной недостаточностью отклонения показателей ТРС связаны с повышенным риском смертности от всех причин и с риском прогрессирования сердечной недостаточности. Кроме того, в исследованиях MUSIC и GISSI-HF, в которые включались амбулаторные пациенты с легкой и умеренной сердечной недостаточностью, было показано, что отклонения *НТ* являются предиктором не только общей смертности, но и ВСС и/или разрядки батареи ИКД [177, 190]. Отклонения при анализе ТРС представляются особенно полезными в выявлении пациентов группы высокого риска среди пациентов с ФВЛЖ >30% [177, 185, 191] и часто используются в оценочных шкалах, которые сочетают оценку аритмогенного субстрата (низкая ФВЛЖ) нестабильности реполяризации (например, альтернация Т-волны) и изменения тонуса вегетативной нервной системы (ВРС). Исследование REFINE показало, что пациенты с отклонениями от нормы ТРС и альтернацией Т-волны имеют риск развития аритмических событий в 4 раза выше, в то время как исследование MUSIC подтвердило, что сочетание изменений *НТ*, снижения SDNN и ускорение динамики реполяризации (*QT/RR*) ассоциировались с наиболее высоким риском внезапной смерти у пациентов с сердечной недостаточностью и ФВЛЖ >35%. Значение комбинированной стратификации риска, включая ТРС, также отмечалось в исследовании GISSI-HF [177, 178, 191].

4.3. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ И ДИНАМИКА *QT*

Вариабельность интервала *QT* (в*QT*) характеризует различия в продолжительности, а не в морфологии интервала *QT*, для оценки продолжительности реполяризации. Существует около 15 различных методов измерений в*QT*. Технические трудности при оценке в*QT* включают определение окончания зубца *T*, различия между отведениями ЭКГ и влияние амплитуды зубца *T*. Исследования в*QT* проводятся при постоянной частоте сердечных сокращений, чтобы избежать необходимость в их коррекции. Важно, что отсутствует стандартизация, включая технические требования, продолжительность записи, наиболее подходящие для анализа отведения и средства для учета влияния вегетативной нервной системы, дыхания, суточных ритмов и лекарственных препаратов. В исследованиях в*QT* участвовало ~3500 человек. Возможности метода ограничены следующими факторами: (1) нормативные значения в*QT* не были установлены; (2) отсутствуют со-

гласованные пороговые значения, указывающие на повышение риска, (3) исследования в*QT* не предоставили доказательств ее способности модифицировать схему лечения пациентов.

Для оценки долгосрочной зависимости интервала *QT* от частоты сердечных сокращений были предложены различные методологические подходы. Основные и наиболее общепринятые методы заключаются в следующем: (1) суточный профиль интервала *QT*, корригированного по частоте сердечных сокращений (*QT*c); (2) долгосрочная оценка *QT–RR*-соотношения; (3) индекс вариабельности *QT*. Некоторые из этих методов были реализованы в коммерческих системах ХМ и становятся доступными для стандартного клинического использования.

QT–RR-динамика, которая характеризует связь между продолжительностью интервала *QT* и непосредственно предшествующим интервалом *RR*, отражает зависимость продолжительности потенциала действия от длины цикла. Анализ динамики *QT–RR* требует записи ЭКГ при различной частоте сердечных сокращений, что делает 24-часовое ХМ подходящим для этой цели. Динамика *QT–RR* может изменяться у пациентов с ишемической болезнью сердца, врожденным и приобретенным СУИQT, когда паттерн *QT–RR* отличается в зависимости от генотипа, и при синдроме Бругада [190, 192–194]. Пациенты с изменениями динамики *QT* могут иметь более высокую частоту развития злокачественных аритмий [195–197].

Индекс в*QT* измеряет лабильность реполяризации, вычисляя отношение изменчивости реполяризации к ВРС. В частности, он оценивает при каждом сокращении вариабельности продолжительность интервала *QT* и зубца *U* с одновременной оценкой скорректированных по суточному профилю частоты сердечных сокращений в*QT* и изменчивости интервала *RR* [198]. Увеличение индекса в*QT* ассоциируется со смертностью от всех причин и сердечно-сосудистой смертности у пациентов с острым ИМ или СН и после реанимации при остановке сердца [199].

Последние клинические рекомендации ESC по желудочковым аритмиям и ВСС не включают неинвазивную стратификацию риска в раннем постинфарктном периоде [111], учитывая ограниченные чувствительность и прогностическое значение положительного результата различных параметров на основе ХМ для улучшения стратификации риска ВСС, включая количественный анализ альтернации зубца *T* [200–207]. Однако работы в этом направлении продолжаются, так как внезапная смерть случается, главным образом, у пациентов, у которых величина ФВЛЖ оказалась недостаточной для стратификации риска. Предметом постоянного внимания является использование многопараметрического подхода, включающего показатели состояния тонуса ВНС и изменений реполяризации, которые представляются наиболее перспективными. Основной недостаток – отсутствие рандомизированных клинических исследований для оценки возможностей этих параметров в определении терапевтического вмешательства для профилактики ВСС.

РАЗДЕЛ 5. КЛИНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАНИЯ – ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АРИТМИИ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ И НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ В КОНКРЕТНЫХ КЛИНИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

5.1. ЖЕЛУДОЧКОВЫЕ АРИТМИИ

5.1.1. Мониторирование ЖЭ

АЭКГ облегчает выявление, количественную оценку и анализ морфологии при определении общего эктопического индекса ЖЭ как потенциальной причины тахикардиомиопатии [112] и оценку взаимосвязи между клиническими проявлениями и результатами ЭКГ, например, при интенсивной физической нагрузке или эмоциональном стрессе [205, 208]. АЭКГ может быть проанализирована для установления связи между желудочковой аритмией и предшествующей частотой сердечных сокращений и изменений реполяризации (например, преходящее удлинение *QT*) или ишемией [209, 210]. Эти факторы имеют большое значение для определения (и оценки эффективности и безопасности) терапии [102, 113, 208, 211]. Трехканальная АЭКГ подходит для выявления и количественной оценки эктопического индекса желудочковых аритмий. Однако 12-канальные регистраторы более достоверно устанавливают происхождение ЖЭ (и выявляют аберрантное суправентрикулярное проведение импульса как причину расширения комплексов) и полезны при принятии решения относительно катетерной абляции.

5.1.2. Подавление желудочковой аритмии лекарственными препаратами

Лечение желудочковых аритмий иногда применяется для облегчения симптомов и/или подавления частых ЖЭ, которые вызывают нарушение функции ЛЖ [113]. Данные, полученные в 1980-х годах относительно значения ХМ в оценке эффективности антиаритмических препаратов, показали, что подавление аритмии может определяться при уменьшении на 75% числа одиночных или групповых ЖЭ и на 90% эпизодов ЖТ. Однако эти наблюдения были основаны на повторном 24-часовом ХМ. Более новые данные показывают, что мониторирование в течение 24 ч недостаточно достоверно подтверждает подавление аритмии из-за плохой воспроизводимости метода [212].

Большинство антиаритмических препаратов оказывают отрицательное хронотропное и дромотропное действие. Стандартная АЭКГ для обнаружения автоматизма синусового узла и/или нарушений АВ-проводимости до применения лекарственных препаратов или во время последующего наблюдения должна выполняться у пациентов с симптомами, которые позволяют заподозрить наличие синдрома брадикардии-тахикардии, или при клиническом подозрении на развитие побочных эффектов,

связанных с нарушениями автоматизма и проводимости. Значимая брадикардия у пациентов, нуждающихся в препаратах, снижающих ЧСС, может потребовать имплантации искусственного водителя ритма. АЭКГ-мониторирование может быть полезным пациентам, которые получают антиаритмические препараты, для обнаружения преходящего чрезмерного увеличения продолжительности интервала *QT* (особенно после пауз ритма), тревожных паттернов желудочковых экстрасистол (групповых или на пике зубца *T*), а также бессимптомных эпизодов ЖТ по типу «пируэт». В некоторых случаях во время начала терапии лекарственными препаратами рекомендуется госпитализация с непрерывной ЭКГ телеметрией для обнаружения чрезмерного удлинения интервала *QT* [213, 214].

5.1.3. Эффективность процедуры абляции

Катетерная абляция при желудочковых аритмиях стала широко используемым терапевтическим подходом. У симптомных пациентов с частыми ЖЭ катетерная абляция рекомендуется как класс показаний IIa (уровень доказательности B), в особенности у пациентов с нарушением функции ЛЖ при отсутствии других выявленных причин его поражения [211]. Эффективность катетерной абляции при желудочковой аритмии оценивается непосредственно во время и вскоре после выполнения процедуры. EHRA/HRS-руководство по катетерной абляции при желудочковых аритмиях [211] рекомендует мониторинг рецидивов ЖТ после проведения катетерной абляции. У пациентов без ИКД клинически симптомные аритмии должны быть задокументированы при поверхностной ЭКГ в 12 отведениях или при АЭКГ-мониторировании. С целью выявления бессимптомных рецидивов аритмий после абляции рекомендуются каждые 6 мес следующие варианты скрининга: (1) АЭКГ-мониторирование в течение 4 нед в период последующего наблюдения с использованием регистратора, включающегося при развитии симптомов, с еженедельной передачей данных для выявления бессимптомных эпизодов; (2) 24–72-часовое ХМ или (3) 30-суточное мониторирование эпизодов с использованием самозапускающегося регистратора или АЭКГ. Согласно руководству EHRA/HRS, для оценки эффективности абляции требуется динамическое наблюдение как минимум в течение 6–12 мес с регулярным мониторированием нарушений сердечного ритма.

5.2. ФИБРИЛЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ

5.2.1. Методы записи ЭКГ

Поскольку клинические проявления во время пароксизма фибрилляции предсердий (ФП) являются в основном неспецифическими (или отсутствуют), длительное АЭКГ-мониторирование позволяет уточнить необходимость дополнительного вмешательства (такого, как имплантация водителя ритма), помочь успокоить пациента и предсказать долгосрочный прогноз [215]. Кроме того, другие причины аритмических симптомов, такие как трепетание предсердий, предсердная тахикардия, предсердные экстрасистолы и другие, обычно могут быть дифференцированы от ФП, в особенности при записи ЭКГ в нескольких отведениях [11]. В частности пусковым механизмом ФП могут быть другие аритмии, например атриовентрикулярная реципрокная тахикардия или атриовентрикулярная узловая реципрокная тахикардия, особенно у молодых пациентов, что важно задокументировать перед выбором соответствующего лечения [216, 217]. У некоторых пациентов отмечаются предсердные экстрасистолы с очень высокой частотой, которые также могут послужить триггером ФП, и при обнаружении на 24-часовой записи >1000 предсердных экстрасистол пациенты могут быть кандидатами на абляцию этих «локальных триггеров» [216].

Определение ФП включает продолжительность аритмии в течение не менее 30 с [216], но это определение не основано на каком-либо анализе данных длительности ФП и ее исходов у пациентов. В клинической практике это определение может уступить место другому, которое также принимает во внимание частоту ФП, длительность и наличие симптомов. Продолжительность и частота событий сильно различаются среди пациентов с ФП. Следовательно, выбор АЭКГ для детекции эпизода ФП будет определяться продолжительностью и непрерывностью записи [11]. АЭКГ может количественно оценить предсердные и повторные экстрасистолы, наименьшую и наибольшую продолжительность пароксизма ФП, нагрузку ФП, частоту сердечных сокращений во время ФП и ЭКГ-паттерн начала и окончания ФП. Краткосрочное 24–72-часовое ХМ лучше всего подходит для пациентов с очень частыми пароксизмами ФП или с постоянной формой ФП. При менее частых эпизодах могут использоваться активируемые пациентом петлевые регистраторы событий, работающие в течение нескольких недель. Эти устройства особенно полезны для захвата записи ЭКГ во время клинически проявляющихся событий и уточнения аритмической природы необъяснимых или неоднозначных симптомов, особенно если они редки. Самозапускающиеся устройства имеют более высокую диагностическую значимость, чем стандартные 24-часовые холтеровские мониторы и 30-суточные петлевые регистраторы [12]. Хотя эти мониторы могут обнаружить начало аритмии, такой как ФП, алгоритмы их работы не предназначены для отслеживания окончания аритмии. Поэтому информация о нагрузке ФП не может быть точно установлена. Пэтч-мониторы и МКТ предоставляют наиболее полную амбулаторную запись ЭКГ и увеличивают вероятность обнаружения ФП, а также могут обеспечить полное представление о длительности ФП на протяжении всей записи [13, 14, 20, 218, 219].

Учет только клинической симптоматики может привести как к переоценке, так и к недооценке наличия ФП врачом и пациентом [220]. Это имеет важные последствия для оценки эффективности лечения, включая проведение интервенционных процедур [216, 221, 222]. Катетерная абляция может увеличить долю бессимптомных событий ФП, вероятно, путем изменения иннервации сердца [223]. Поскольку большинство пациентов не имеют имплантированных устройств, длительное АЭКГ-мониторирование способствует точной количественной оценке ФП и соответствующего ритма желудочковых сокращений.

5.2.2. Криптогенный инсульт

25% ишемических инсультов остаются необъяснимы после первоначальной тщательной оценки, включая ЭКГ в 12 отведениях и кардиотелеметрию в стационаре с полным неврологическим обследованием, т.е. являются «криптогенными инсультами» [224]. ФП и связанное с ней тромбообразование являются наиболее распространенной причиной кардиоэмболического ишемического инсульта [225]. Поскольку официальный диагноз ФП приводит к эффективному медицинскому вмешательству с хроническим приемом пероральных антикоагулянтов (вместо аспирина), важно выявить ФП у пациентов с криптогенным инсультом [226]. АЭКГ-мониторирование после выписки из стационара пациентов с криптогенным инсультом имеет особое значение [227], хотя обнаружение ФП чувствительно к процессу отбора пациентов, определению ФП и продолжительности мониторирования. Минимальная продолжительность АЭКГ-мониторирования не определена, а 30-суточная регистрация показывает 20% частоту ФП у таких больных [228]. В недавнем рандомизированном клиническом исследовании с участием 572 пациентов сравнили 30-дневное АЭКГ-мониторирование и 24–48-часовое ХМ. Было показано, что 30-дневный мониторинг выявил 16,1% ФП длительностью >30 с (против 3,2% при краткосрочном ХМ), 9,9% ФП длительностью >2,5 мин по сравнению с 2,5% соответственно, что привело к увеличению назначений антикоагулянтной терапии [229]. Поскольку для эффективной детекции аритмий требуется более длительное мониторирование, то возможности АЭКГ могут быть ограничены вследствие низкой приверженности исследованию со стороны пациентов, и тогда более эффективным может быть ИПР, дающий 6-кратное увеличение выявляемости ФП >30 с в течение 6 мес наблюдения, что было показано в исследовании контрольной группы с краткосрочным АЭКГ-мониторированием [230]. Оптимальная стратегия выявления ФП и длительности мониторирования не определена, и окончательные рекомендации будут зависеть от экономической эффективности, восприятия метода пациентами, уточнения определения ФП и демонстрации снижения числа инсультов при особом подходе.

5.2.3. Оценка лечения острого состояния – стратегия «таблетка в кармане»

Альтернативой лечению в отделении неотложной терапии для пациентов с редкими, но снижающими трудоспособность пароксизмами ФП является стратегия «таблетка в кармане» [231]. АЭКГ-мониторирование может предоставить важные данные по эффективности и безопасности лечения у амбулаторных пациентов, подтверждающие развитие ФП и отсутствие спонтанного прекращения приступа до применения антиаритмических препаратов либо после самостоятельного применения препарата, подтверждающие успешное купирование или неудачу терапии, которая может потребовать альтернативной стратегии лечения. Возможные осложнения (например, паузы после купирования) могут быть также зарегистрированы при АЭКГ.

5.2.4. Оценка после проведения лечения – лекарственная терапия

Контроль частоты сердечных сокращений

Эти меры предусматривают облегчение симптомов путем замедления частоты желудочковых сокращений за счет АВ-блокады с целевым диапазоном не выше, чем 80 в минуту в состоянии покоя, и средним показателем <100–110 при ХМ (рекомендации класса IIA и класса IIb соответственно) [232–234]. Проведение дополнительного АЭКГ-мониторирования по индивидуальным показаниям для корреляции частоты сердечных сокращений с остаточной клинической симптоматикой может потребовать длительной регистрации ЭКГ, например, у пациентов с сердечной недостаточностью и/или с вентрикулярной дисфункцией.

Контроль ритма

Цель контроля ритма заключается в подавлении или уменьшении частоты симптомной ФП. Таким образом, может быть разумным выполнение АЭКГ для подтверждения наличия или отсутствия ФП, особенно при неоднозначной клинической картине или неубедительных показателях на ЭКГ покоя.

Безопасность лекарственной терапии

Амбулаторный мониторинг АЭКГ может использоваться в первые дни применения антиаритмических препаратов, назначение которых не требует госпитализации для начала терапии. Препараты 1С класса (например флекаинид, пропафенон) могут перевести ФП в трепетание предсердий с АВ-проведением 1:1 или усугубить существовавшие ранее нарушения проводимости, вызывая расширение комплекса *QRS* или ЭКГ-паттерн АВ-блокады. Антиаритмические препараты III класса повышают риск развития желудочковой тахикардии по типу «пируэт», на который указывают удлинение интервала *QT* (особенно после пауз ритма), наличие выраженного зубца *U*, альтернация *T*-волны и рост частоты желудочковых экстрасистол. Если начало терапии планируется в амбулаторных условиях (не допускается FDA для дофетилида, но не запрещено для соталола), АЭКГ может быть полезна при начале терапии и подборе дозы препарата [235]. Многие антиаритмические препараты (например, амиодарон, дронедарон) могут усиливать дисфункцию синусового узла или АВ-узла. Наличие значимой брадиаритмии и/или корреляции с симптомами может быть подтверждено путем длительной записи ЭКГ.

Оценка после проведения абляции

Многие центры в рамках катамнестического наблюдения рекомендуют проводить ранние ЭКГ-исследования. Мониторинг после проведения процедуры обязателен для оценки ее успешности и определения стратегии дальнейшего лечения. Отсутствие ФП является очень благоприятным признаком. Развитие рецидива в раннем «слепом периоде» может потребовать лечения, например кардиоверсии для предотвращения прогрессирования нежелательного электрического ремоделирования, и способствовать диагностике предсердных тахиаритмий (помимо ФП) или выявлению недиагностированных брадиаритмий, которые могут потребовать коррекции лекарствен-

ной терапии или решения вопроса о постоянной кардиостимуляции. Очень ранние события ФП в течение первых 2 нед могут предсказать долгосрочную неэффективность терапии [221], а ФП во время «слепого» периода может указывать на повышение вероятности проведения дополнительных процедур или лекарственной терапии [236]. Тщательное наблюдение в течение первых недель после абляции может помочь контролировать ожидания пациентов, обеспечить уверенность в отношении ритма сердца при наличии едва заметных нечетких клинических проявлений и помочь в процессе принятия решений для отмены антиаритмических препаратов по завершении «слепого периода». Рекомендации HRS предлагают (1) регистрацию ЭКГ во время всех визитов в клинику, (2) 24-часовое ХМ через 1 год и (3) «регулярную регистрацию событий во время развития клинической симптоматики», непрерывное использование мониторирования с 3-го по 12-й месяц после процедуры абляции по поводу пароксизмов ФП. При постоянной форме ФП этот документ предлагает 24-часовое ХМ каждые 6 мес и ЭКГ-мониторирование в зависимости от наличия аритмических событий. Однако покрытие затрат при длительном или частом ЭКГ-мониторировании может быть проблематичным [216].

5.3. КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ И ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ (ОЦЕНКА ИНТЕРВАЛА *QT* И АРИТМИИ)

Вызванное применением лекарственных препаратов удлинение интервала *QT* рассматривается как побочный эффект многих часто применяемых препаратов. Увеличение продолжительности интервала *QT* предрасполагает к развитию желудочковых тахиаритмий, таких как желудочковая тахикардия по типу «пируэт» и фибрилляция желудочков, которые могут вызвать синкопе, остановку сердца или ВСС [237–239]. Было показано, что лекарственные препараты различных классов вызывают удлинение интервала *QT* обычно путем блокирования калиевого тока IKr. Преобладающее большинство пожилых пациентов принимают несколько препаратов, поэтому взаимодействие двух или большего количества лекарств может повышать риск удлинения интервала *QT* и оказывать проаритмическое действие. В повседневной клинической практике для оценки удлинения интервала *QT* используется стандартная 12-канальная ЭКГ, в то время как кардиотелеметрия, регистраторы событий или ХО используются для оценки аритмий.

Разработка новых лекарственных препаратов в фармацевтической промышленности требует оценки потенциального проаритмического эффекта на ранних стадиях разработки при проведении доклинических и клинических исследований. Клинические исследования I и II фазы (при правильном дизайне с включением ЭКГ-мониторирования) позволяют определить влияние исследуемого препарата на продолжительность интервала *QT*. Во многих случаях требуется тщательное исследование интервала *QT* (International Conference on Harmonisation, 2005) [240], которое включает тщательный мониторинг параметров ЭКГ при использовании терапевтических и повышенных доз исследуемых препаратов, параллельно с использованием моксифлоксацина, антибиотика с известным эффектом удлинения интервала *QT*, в качестве положительного контроля. Препараты, которые вызывают удлинение интервала *QT* в пределах верхней границы доверительного интервала менее 10 мс, не вызывают сомнений в отношении их безопасности, связанной с влиянием на интервал *QT*, тогда как препараты, вызывающие удлинение интервала *QT* более чем на 10 мс и особенно на 20 мс, могут потребовать дополнительных мер безопасности или получить отказ в регистрации. До недавнего времени тщательные исследования интервала *QT* проводились с использованием стандартной записи ЭКГ в 12 отведениях в моменты времени, зависящие от концентрации препаратов и/или продуктов их метаболизма в плазме крови. В настоящее время все чаще применяется цифровая запись с высоким разрешением при АЭКГ в 12 отведениях, позволяя извлекать ЭКГ-сигнал при продолжающейся записи, что в дополнение к отдельным ЭКГ в 12 отведениях обеспечивает непрерывную оценку аритмий [241].

Последние данные в пяти исследованиях интервала *QT* [242] использовали доступ к непрерывной записи ХМ для дополнительного снижения вариабельности измерений интервала *QT* при анализе большого числа сердечных сокращений. Этот подход продемонстрировал, что ХМ в клинических исследованиях I и II фазы может обеспечить эффективную оценку удлинения интервала *QT* при меньшем размере выборки без проведения отдельных и дорогостоящих исследований [243]. Этот подход может быть расширен с оценкой анализа ответа интервала *QT* на воздействия лекарственного препарата при непрерывном ХМ [244].

5.4. АМБУЛАТОРНОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ ЭКГ У ПАЦИЕНТОВ С ИМПЛАНТИРОВАННЫМИ КАРДИАЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

АЭКГ-мониторирование играет важную роль в установлении показаний для имплантации водителя ритма. В некоторых случаях это полезно для оценки работы уже имплантированных устройств, хотя современные устройства (водители ритма, ИКД и CRT) имеют возможность удаленного мониторинга, что позволяет оценивать электрическую активность устройства, а также определять аритмии [245–252]. Тем не менее АЭКГ может быть полезной для анализа аритмии, необходимого для правильного программирования устройства, проведения соответствующей терапии, устранения возможности проведения ненадлежащего вмешательства или для обнаружения неисправности устройства.

5.4.1. Показания к имплантации и оценка состояния перед имплантацией

АЭКГ может рассматриваться у кандидатов для проведения CRT при подозрении на преходящую блокаду левой ножки пучка Гиса. У пациентов с ФП перед запланированной имплантацией CRT требуется тщательный анализ ответа желудочкового ритма для обеспечения эффективности предстоящей электростимуляции обоих желудочков.

У пациентов с плохо контролируемым желудочковым ответом после имплантации CRT может быть рекомендовано проведение абляции АВ-узла [60, 253]. Даже при хорошо контролируемом ритме желудочковых сокращений и высоком проценте захвата бивентрикулярной стимуляции, преходящая потеря захвата стимула ЛЖ или наличие частых сливных или псевдосливных комплексов может конкурировать с водителем ритма и предвещать недостаточный ответ на CRT, как это было показано в тщательном исследовании с ХМ в 12 отведениях [254].

АЭКГ-мониторирование может предоставить ценные рекомендации относительно типа имплантируемого устройства с точки зрения стимуляции одной или двух камер. При синдроме слабости синусового узла предпочтение отдается DDD-стимуляции с алгоритмом минимальной стимуляции желудочков. Обнаружение частых, даже бессимптомных эпизодов предсердных аритмий и/или брадиаритмий у пациентов перед планируемой имплантацией ИКД свидетельствует о том, что предпочтительным является устройство со стимуляцией двух камер, так как эта подгруппа пациентов может потребовать постоянной кардиостимуляции при применении антиаритмических препаратов в период последующего наблюдения или для отслеживания нагрузки тахиаритмией.

5.4.2. Оценка во время последующего наблюдения

Технические достижения и клинический опыт, накопленный за последние десятилетия, указывают, что проведение стандартного ЭКГ-мониторирования после имплантации устройства не является необходимым. Угнетение миопотенциалов, перекрестные помехи и вызванная водителем ритма тахикардия, представляющие собой основные нарушения, регистрируемые при ХМ у пациентов с водителями ритма, встречаются редко и в случае развития могут распознаваться при удаленном мониторинге. Однако АЭКГ может быть полезна для установления связи с симптомами, предполагающими наличие аритмии или неисправности устройства. Например, АЭКГ также может быть полезна у пациентов с имплантированными устройствами для оценки функции водителя ритма при высокой частоте сокращений во время физической нагрузки, при блокаде Венкебаха или АВ-блокаде с проведением 2:1, так что устройство может быть соответствующим образом перепрограммировано.

АЭКГ-мониторирование может быть выполнено у пациентов с симптомами, предполагающими неисправность устройства, такими, как преходящая потеря захвата ритма или нарушения в работе регистрирующего детектора, что может привести к клинически значимым паузам ритма или тахиаритмиям у пациентов, у которых стандартный расспрос не выявляет причин развития клинической картины. Важно отметить, что другие причины синкопальных эпизодов часто отмечаются у пациентов с водителями ритма. В одном сообщении только у 4,9% пациентов были выявлены нарушения работы кардиостимулятора в качестве причины синкопальных состояний [255, 256].

Оценка предсердных и желудочковых аритмий с помощью программного обеспечения устройства и проведение диагностики могут быть неполными [257]. АЭКГ позволяет охарактеризовать и количественно оценить предсердные аритмии для проведения их надлежащего лечения. Пациентам, у которых счетчики нарушений ритма показывают частые ЖЭ, может выполняться процедура абляции, которая может направляться АЭКГ в 12 отведениях для оценки точной морфологии ЖЭ и/или эпизодов ЖТ. Кроме того, только при внешней оценке могут анализироваться эпизоды ЖТ с частотой сокращений ниже порога обнаружения. Даже несмотря на то что результаты рандомизированных клинических исследований обеспечили оптимальное программирование устройств ИКД для первичной профилактики [258, 259], АЭКГ-мониторирование и пробы с физической нагрузкой могут быть полезными в индивидуальной оптимизации параметров ИКД в некоторых сложных случаях.

Польза CRT в основном зависит от результативности электростимуляции обоих желудочков, и программирование должно обеспечить максимальный захват стимулов (>98%) [259]. В соответствии с рекомендациями экспертов EHRA/HRS 2012 г. [260], длительное АЭКГ-мониторирование может рекомендоваться для подтверждения желудочковых или предсердных аритмий, которые могут не выявляться устройством, или для уверенности правильной классификации аритмии. Следует рекомендовать АЭКГ для оценки наличия сливных или псевдосливных комплексов во время стимуляции. Наличие сливных и псевдосливных комплексов может привести к переоценке электростимуляции обоих желудочков устройством CRT [254, 261]. Kamath и соавт. [254] подтвердили, что в небольшой выборке пациентов с CRT и ФП и с захватом более 90% импульсов при стимуляции обоих желудочков по информации, переданной устройством, анализ данных ХМ в 12 отведениях выявил высокую долю пациентов (53%) со сливными и псевдосливными комплексами и менее выраженным ответом на CRT-терапию. Поэтому следует рекомендовать такую оценку, особенно у нереспондеров или у пациентов с первоначальным ответом на CRT-терапию и нарушением его во время последующего наблюдения.

По мере увеличения количества и срока эксплуатации имплантируемых устройств будет расти число пациентов с эксплантированными устройствами вследствие их неисправности и/или развития инфекционных осложнений. Необходимость повторной имплантации должна быть установлена до удаления имплантата, и поэтому рекомендуется мониторирование симптомов и ЭКГ в режиме работы устройства с ритмом стимуляции реже, чем ритм собственных сокращений сердца пациента. Европейские и американские Клинические рекомендации подчеркивают, что после удаления устройства должна быть проведена повторная тщательная оценка показаний к реимплантации на индивидуальной основе для определения соотношения польза/риск процедуры [262, 263].

РАЗДЕЛ 6. ГОСПИТАЛЬНАЯ КАРДИОТЕЛЕМЕТРИЯ И НЕПРЕРЫВНОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ РИТМА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Госпитальная кардиотелеметрия и непрерывное мониторирование ритма сердечных сокращений являются важными ресурсами для выявления и лечения нарушений ритма в стационаре. Несмотря на использование во всем мире, имеется удивительно мало доказательств применения этих методов при формировании группы риска и управления оповещениями, кроме недавнего указания на вред, связанный с неправильным функционированием тревожного сигнала.

6.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Системы для непрерывного мониторирования с использованием проводных электродов включают кабельные соединения с оборудованием, использующим цифровые или аналоговые сигналы для передачи данных. Такие системы применяют в отделениях интенсивной терапии у обездвиженных больных, находящихся в тяжелом состоянии. Кардиотелеметрия подразумевает удаленный мониторинг и беспроводную передачу данных с использованием радиочастотного сигнала, ее обычно применяют в палатах терапевтических и хирургических отделений при активизации пациентов. Госпитальное мониторирование наиболее часто включает регистрацию ЭКГ в трех, пяти или шести отведениях, реже – в 12 отведениях. Меньшее количество отведений упрощает систему соединений и нагрузку на медицинских сестер, уменьшая объем работы, но снижает возможности выявления ишемии миокарда при непрерывном мониторировании сегмента *ST* [264].

При непрерывном мониторировании сердечного ритма требуется компетентность как в афферентной, так и в эфферентной коммуникации. Первым критическим этапом являются подготовка кожи пациента, размещение электродов и подключение оборудования. Неправильное размещение электродов было обнаружено в одном исследовании в 26% регистраций, но ситуация улучшалась после проведения обучения персонала [265], что приводило к немедленному влиянию на качество сигнала (уменьшение артефактов за счет шумов). Распознавание аритмии требует бдительности в отношении поступающих сигналов тревоги от регистрирующих устройств, а также достаточных знаний для различения истинной аритмии и артефактов вследствие шумов. Ложноположительные заключения могут привести к излишним медицинским вмешательствам [28]. Ответственность за выявление аритмии и уведомление/эскалацию проблемы не нормируется и варьирует в различных стационарах от медицинских сестер до лаборантов, а в некоторых случаях – вплоть до неклинического персонала. Эфферентные связи включают в себя специфическое лечение нарушений ритма службой первичной помощи, бригадой быстрого реагирования или специальной командой.

6.2. НЕПРАВИЛЬНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТРЕВОЖНОГО СИГНАЛА

Настройки тревожного сигнала по умолчанию разработаны для обеспечения высокой чувствительности таким образом, чтобы не пропустить клинически важное событие, но при этом могут продемонстрировать низкую специфичность. Неправильное функционирование тревожного сигнала определяется как снижение чувствительности сигнала высокой громкости с низким выявлением клинически значимых событий и имеет потенциально серьезные нежелательные клинические последствия [266]. Истинные события могут быть пропущены, если высокая громкость ложных сигналов систематически снижает реакцию респондеров. Преднамеренными и опасными ответными действиями персонала являются перевод клинической сигнализации в тихий режим, ненадлежащее использование функции выключения тревожного сигнала и корректировки параметров сигнала до неразличимо тихого уровня. Основная проблема в обоих сценариях – то, что от 72 до 99% сигналов в стационаре не имеют неотложного клинического значения [267–271]. Результаты кардиотелеметрии могут содержать мало диагностической информации и изменяют стратегию лечения только в 7% случаев, как было показано в одном исследовании с участием более 2000 пациентов (не в отделениях интенсивной терапии) [272]. С другой стороны, при неправильном функционировании тревожного сигнала наблюдались серьезные нежелательные явления, включая смерть, и количество таких сообщений, скорее всего, сильно занижено [273]. Как признание этого факта в 2014 г. Объединенной комиссией были опубликованы национальные цели безопасности пациентов, которые требуют внедрения в стационарах эффективной системы управления тревожными сигналами к 2016 г. [274]

Решение проблем неправильного функционирования тревожных сигналов может улучшить клинические результаты. Простое улучшение подготовки кожи пациента путем обработки абразивной бумагой и ежедневная замена электродов уменьшают число тревожных сигналов на 46% [265, 275, 276]. Эмпирическая коррекция параметров сердечного ритма, установленных по умолчанию для тревожного сигнала (верхняя граница 130–135 в минуту и нижняя граница 40–45 в минуту), безопасно уменьшает число сигналов в общих терапевтических и хирургических палатах [277].

6.3. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ КАРДИОТЕЛЕМЕТРИЯ

Большое значение имеет отбор пациентов. Мониторирование пациентов группы низкого риска, у которых маловероятно развитие аритмий, может непропорционально увеличить долю ложных сигналов, включая артефакты за счет шумов и нарушения контактов электродов ЭКГ. Например, истинные аритмии представляли только 1,5% сигналов в одном исследовании госпитализированных пациентов группы «низкого риска» с болями в груди и нормальной ЭКГ или неспецифическими изменениями ЭКГ [278]. В практических рекомендациях АНА 2004 г. [3] пропущены многие частые показания к применению

кардиотелеметрии, включая инсульт, гипоксемические дыхательные расстройства, проаритмические нарушения кислотно-основного баланса и воздействие препаратов с проаритмическим действием (дофетилид, соталол) или запрещенных субстанций (кокаин, амфетамины, алкогольная интоксикация) [279]. В одном докладе сообщалось, что среди 9000 пациентов, наблюдаемых в течение длительного времени, 20% остановок сердца случились у немониторированных пациентов вне отделений интенсивной терапии [280]. Неизвестно, приведет ли стандартизация показаний к АЭКГ к безопасному уменьшению тревожных сигналов путем исключения пациентов из популяции низкого риска. Важно отметить, что публикации о частотах кардиальных событий, стратифицированных по показаниям к проведению кардиотелеметрии, отсутствуют, и медицинские учреждения сами задумываются в отношении их диагностической значимости в рамках каждой категории пациентов. Необходимо проведение дальнейших исследований для определения частоты событий, стратифицированных по показаниям к проведению кардиотелеметрии и исходам, связанным со стандартизацией.

6.4. ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ

Выделение «наблюдателей» для осуществления непрерывного мониторирования ритма сердечных сокращений в предыдущих исследованиях ассоциировалось с улучшением качества выявления истинных событий, связанных с ритмом, включая уменьшение событий стойкой желудочковой тахикардии, предположительно вследствие более ранних вмешательств по поводу неустойчивой тахикардии [281–283]. Однако возможности непрерывного наблюдения человека за несколькими экранами мониторов сомнительны и являются высокозатратными, а также отвлекают медицинских сестер от непосредственного ухода за пациентами и от обучения [3]. Автоматические электронные сигналы были многообещающими; однако первичное повышенное к ним внимание привели к невосприимчивости к сигналам тревоги.

Инновационное решение, предложенное Кливлендской клиникой, заключалось в создании специализированного подразделения дистанционного мониторинга (подразделение централизованного мониторинга) для обеспечения непрерывного круглосуточного ежедневного (24/7) мониторирования основной клиники и ключевых региональных стационаров.

Преимущества включают в себя меньшее отвлечение персонала от обычной госпитальной активности, централизацию кадровых и технических ресурсов, доступность и стандартизацию практики мониторирования для многих стационаров. В этой модели один лаборант службы мониторинга обеспечивает непрерывное наблюдение примерно за 48 пациентами, в том числе за состоянием сердца, данными пульсоксиметрии, частотой дыхательных движений, артериального давления и сигнализатором тревоги при вентиляции легких в послеоперационные палатах, а также мониторинг внутричерепного давления для неврологических послеоперационных палат в сочетании с электронной медицинской документацией пациента. Ведущие специалисты (т.е. наблюдатели за наблюдателями) доступны для оказания помощи в интерпретации сложных аритмий в реальном времени и для дальнейшего управления процессами. Связь с медицинскими работниками посредством прямого мобильного телефона или использование кризисного телефона для чрезвычайных ситуаций предотвращают задержки в поступлении тревожных уведомлений или информации об изменении состояния пациента непосредственно к группам быстрого реагирования. Образование лаборанта, осуществляющего мониторирование, обычно включает обучение распознаванию нарушений ритма сердца с сертификатом лаборанта по электрокардиографии или по анализу ритма сердца. Несмотря на анонс, результаты внедрения централизованного мониторинга и его возможности пока не были опубликованы.

Телемониторирование имеет потенциальные преимущества в отделениях интенсивной/неотложной терапии для быстрого реагирования при лечении пациентов с острой декомпенсацией их состояния. Это может снизить частоту ненужных переводов и таким образом уменьшить госпитальные затраты. Может быть облегчено немедленное реагирование на чрезвычайные ситуации, например в момент отсутствия врача у постели пациента. Один щелчок кнопки будет соединять медицинскую сестру и врача. Отмечаются более низкая частота осложнений и смертность со снижением длительности госпитализации в стационарах после внедрения так называемой системы Е-ОИТ. Существует два типа систем Е-ОИТ: централизованные и децентрализованные. Система первого типа состоит из центрального узла с реаниматологом и хорошо обученными реанимации медицинскими сестрами, который подключен к двусторонней аудио – и видеосвязи для проведения инструктажа индивидуальной медицинской сестры. Децентрализованный вариант представляет собой персональный способ подключения к удаленным компьютерам через внешнее интернет-соединение. Например, пациент с циркуляторным шоком может незамедлительно получить результаты интерпретации телеметрии и эхокардиограммы. Е-ОИТ может обеспечить наблюдение за врачами-ординаторами во время проведения ими процедур. В целом Е-ОИТ имеет преимущества для сельских больниц, уменьшает количество переводов пациентов в высокоспециализированные медицинские центры, способствует соблюдению надлежащей клинической практики интенсивной терапии и улучшает результаты лечения пациентов.

РАЗДЕЛ 7. ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ КАРДИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ

Телереабилитация – это способ предоставления квалифицированных реабилитационных услуг пациенту на дому и по месту жительства, потенциально увеличивая доступность и соблюдение программ реабилитации.

Программы реабилитации кардиологических пациентов в домашних условиях появились в начале 1980-х го-

дов и использовали транстелефонное мониторирование ЭКГ; были показаны их эффективность и безопасность [284]. Транстелефонное мониторирование при физических упражнениях было также эффективно, как и стандартные программы реабилитации в стационаре, с точки зрения улучшения функциональных возможностей пациентов [285] и обеспечивало клинически значимое благоприятное воздействие в отношении факторов риска и толерантности к физической нагрузке к концу 4-й недели после перенесенной операции на сердце [286]. Виртуальная программа кардиологической реабилитации включала в себя онлайн формы включения в программу, регулярные индивидуальные сеансы и еженедельные образовательные сессии. Таким образом, комплексная телемедицинская служба, предоставляющая наблюдение за пациентами, обучение, психологическую поддержку и интерактивные мотивационные инструменты, имеет возможность осуществления мониторирования сердечно-сосудистых факторов риска и значимо влияет на частоту осложнений и смертность в широких масштабах [287].

Телеметрическая кардиологическая реабилитация на дому также осуществима и безопасна у пациентов с сердечной недостаточностью [288–290]. После проведения 8-недельной программы наблюдались значительные улучшения в отношении класса по NYHA, пикового потребления кислорода, дистанции шестиминутной ходьбы и показателей качества жизни. Кроме того, не наблюдалось тревожных признаков и симптомов во время участия в программе и не было необходимости срочного прекращения реабилитации у какого-либо пациента. Однако доказательства значения телемедицины в лечении хронической сердечной недостаточности еще не являются окончательными [291]. В то время как обзор и метаанализ, проведенный Кокрановским сотрудничеством, показали, что телемедицина (структурированная телефонная техническая поддержка или телемониторинг) значимо снижает число госпитализаций, связанных с сердечной недостаточностью [292], эти результаты не были подтверждены двумя последующими крупными рандомизированными контролируемыми исследованиями [293, 294].

РАЗДЕЛ 8. УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ, ПОКРЫТИЕ ФИНАНСОВЫХ РАСХОДОВ И ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

8.1. ИНТЕГРАЦИЯ С ЭЛЕКТРОННОЙ ИСТОРИЕЙ БОЛЕЗНИ

Существует растущий интерес к интеграции отчетов системы АЭКГ в электронную медицинскую карту пациента (ЭМК). Для этого требуется наличие интерфейса (предпочтительно двунаправленного интерфейса) на основе стандарта обмена информацией Health Level Seven (HL7), который обеспечивает основу для обмена, интеграции, совместного использования и извлечения информации о состоянии здоровья в электронном виде (рис. 4). Чаще всего создается PDF-файл для отображения данных, полученных системой АЭКГ для конкретного события или в течение предварительно определенного периода мониторирования (например, событие, ежедневно, еженедельно и/или отчет после окончания периода мониторирования). Файл PDF можно вручную присоединить к ЭМК пациента; кроме того, автоматический интерфейс может непосредственно интегрировать PDF-файл в ЭМК. В этом случае врач получает сообщение в рамках ЭМК, что результаты теста доступны для рассмотрения. Доступ к документу PDF можно получить либо непосредственно из сообщения, либо через URL-ссылку, включенную в сообщение.

8.2. ПОКРЫТИЕ ФИНАНСОВЫХ РАСХОДОВ

В США страховщик, с которым заключен договор индивидуального страхования, определяет частоту мониторирования, а также показания для его проведения. ЭКГ исследования включены в список исследований, расходы на которые покрываются на национальном уровне (NCD 20.15) центрами Medicare и Medicaid (CMS); этот документ был принят 10 декабря 2004 г. (*http://www.cms.gov/medicare-coverage-database/details/ncddetails.aspx?NCDId = 17 9&ncdver=1&DocID=20.15&searcgType=Advanced&bc=IAAAAB AABAAA&*). CMS определяет АЭКГ-услуги как «вынесенные в амбулаторные условия на определенный период времени, обычно в то время, когда пациент занимается повседневной деятельностью, включая сон». АЭКГ-устройства предназначены для предоставления врачу подтверждения эпизодов аритмии, которые могут не диагностироваться при проведении стандартной ЭКГ в 12 отведениях. В табл. 4 приведены средние показатели покрытия финансовых расходов на национальном уровне в Соединенных Штатах Америки в 2014 г. для различных типов устройств АЭКГ-мониторирования. Начиная с 2011 г. наблюдается значительное снижение покрытия финансовых расходов для всех видов АЭКГ.

В Европейском союзе (ЕС) существуют значительные различия между странами-членами. В странах северной Европы медицинское страховое покрытие обычно более устойчивое. В системах здравоохранения южных стран существует совместная оплата, но многие полезные исследования не покрываются государственной системой, что приводит к развитию частных медицинских систем, финансируемых путем прямых платежей или системой дополнительного страхования. Примеры моделей покрытия финансовых расходов в Европе представлены в табл. 5.

8.3. ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Имеющиеся в настоящее время самозапускающиеся петлевые регистраторы и амбулаторные кардиотелеметрические системы имеют возможность беспроводной передачи данных через сотовую сеть в независимый диагностический центр. Такой центр должен быть обеспечен постоянным круглосуточным механизмом обработки входного сигнала (24/7/365) для обеспечения гарантии того, что потенциально жизнеугрожающие аритмии будут быстро диагностированы и будет назначено соответствующее лечение. Поскольку однократное мониторирование пациента проводится на протяжении до 1 мес, накапли-

вается большое количество данных ЭКГ для врачебного анализа. Поставщики услуг установили формальные критерии уведомления врача; они часто переоценивают клиническое значение выявленных аритмий и генерируют ненужные звонки врачам и/или в службу экстренной медицинской помощи. Поэтому настоятельно рекомендуется разработка критериев специального уведомления для предупреждения перегрузки практикующего врача вызовами в нерабочее время, связанными с несрочными аритмическими состояниями. В табл. 6 приведен пример использования критериев уведомления, которые были разработаны для сведения к минимуму ненужных вызовов к пациентам и обращений к врачу в нерабочее время и обеспечения, тем не менее, безопасности пациента в случае обнаружения угрожающих жизни аритмий. Остается надеяться, что эти надежные критерии смогут свести к минимуму юридическую ответственность практикующих врачей путем минимизации вероятности того, что они не смогут отреагировать на клинически значимую информацию АЭКГ.

Различия между европейскими странами в отношении юридических норм делают сложным обобщение последствий. В некоторых странах уже имеются правовые решения, но в большинстве стран они находятся в стадии разработки. Зеленая книга ЕС по мобильному здравоохранению mHealth представила план действий электронного здравоохранения eHealth на 2012–2020 гг., который может служить общей платформой [295]. Ее цель заключается в том, чтобы начать консультации с широким участием всех заинтересованных сторон в отношении существующих барьеров и проблем, связанных с развертыванием mHealth и помочь определить правильный путь развития для раскрытия потенциала mHealth для поддержания и улучшения здоровья и благополучия пациентов и расширения их прав и возможностей.

РАЗДЕЛ 9. РАЗВИВАЮЩИЕСЯ ТЕХНОЛОГИИ

9.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАРТФОНОВ ДЛЯ АЭКГ-ЗАПИСИ

Регистрация АЭКГ с использованием смартфона представляет собой революционную технологию, стирая границы между традиционными устройствами и врачебной интерпретацией данных, а также определения пациента и потребителя. Уже более 50 млн американцев носят подключенные устройства для отслеживания своей активности, и это число, как ожидается, возрастет до более чем 160 млн после недавнего появления «умных» часов. Почти все датчики активности включают определение сердечного ритма, а некоторые носимые на груди сенсоры регистрируют ЭКГ. Способность регистрации ЭКГ все чаще рассматривается как важное требование к биометрическому мониторированию у элитных спортсменов.

Для мониторирования сердечного ритма некоторые технологии используют датчики в корпусе смартфона для записи ЭКГ, которая может быть расшифрована самим пациентом или передана врачу. Поэтому устройство функционирует как активируемый пациентом непетлевой прерывистый регистратор АЭКГ. Такие устройства используются при ФП для скрининга и мониторирования ответа на лечение (на момент написания настоящего документа одно такое устройство получило разрешение FDA для применения с этой целью). Они могут быть особенно полезны в педиатрической группе больных. При скрининге у элитных спортсменов было показано, что такая АЭКГ в одном отведении эквивалентна скринингу с ЭКГ в 12 отведениях в выявлении нарушений частоты и ритма сердечных сокращений и оценке интервалов проводимости [24, 296–298]. Новые имплантируемые электронные устройства в кардиологии (например, ИКД) могут ретранслировать

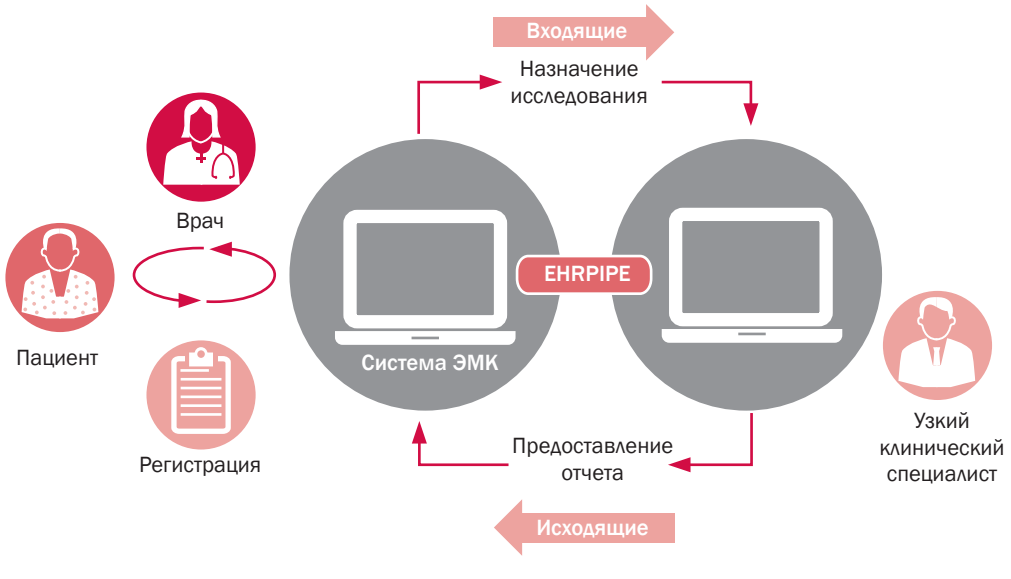


Рис. 4. Процесс интеграции с электронной медицинской картой (ЭМК). ЭМК содержит информацию о пациенте, которая собирается при регистрации. В данном примере для проведения амбулаторного электрокардиографического мониторирования привлекается сторонняя организация. EHRPipe – это интерфейс запроса, который служит для двусторонней связи между поставщиком услуг и системой ЭМК (с разрешения ScottCare, Inc.).

данные непосредственно через приложения, установленные на смартфоне. Это может облегчить дистанционное мониторирование этих устройств, которые были рекомендованы в качестве стандарта последующего наблюдения за пациентами. Это устраняет необходимость использования трансивера, который был традиционным препятствием для реализации идеи удаленного мониторинга из-за несовместимости с телефоном, отсутствия портативности и высокой стоимости.

Учитывая почти повсеместное присутствие смартфонов, загружаемые медицинские приложения имеют возможность широкого использования в течение неограниченного периода времени, с возможностью передачи данных по сетям сотовой связи или Wi-Fi, т.е. ломая традиционную модель АЭКГ-мониторирования.

АЭКГ может использоваться в сочетании с другими датчиками через Bluetooth, например, для регистрации артериального давления или насыщения крови кислородом, а также для мониторинга сопутствующих заболеваний. Вместе с этой универсальностью приходят проблемы, касающиеся валидации записей, увеличения обязанностей врача по интерпретации больших объемов данных (без установленного покрытия финансовых расходов), проблемы хранения и безопасности данных. Однако существуют потенциальные преимущества вовлечения пациентов в процесс охраны своего здоровья, их причастности, выполнения врачебных назначений и лечения в период последующего наблюдения.

9.2. НОСИМЫЙ КАРДИОВЕРТЕР-ДЕФИБРИЛЛЯТОР

Носимый кардиовертер-дефибриллятор (НКД) играет все более важную роль в лечении пациентов как переходная мера или временная замена ИКД. В современных НКД предусмотрена возможность удаленного мониторинга. Эта система удаленного управления позволяет врачам онлайн мониторировать данные, загруженные из НКД пациента. Пациент загружает данные через базовую станцию/зарядное устройство. Устройство подключается к НКД через Bluetooth, затем шифрует и отправляет данные по беспроводной сотовой сети на защищенный веб-сайт, где они помещаются в архив для последующего анализа. После завершения загрузки пациент получает подтверждение на экране. Информация в сети может быть доступна в любое время на странице панели мониторинга, которая позволяет врачу сортировать данные нескольких пациентов на основании настраиваемых параметров. Примеры событий, которые могут вызвать генерацию предупреждающего тревожного сигнала, включают в себя следующее: разряд дефибриллятора, запуск пациентом записи ЭКГ и выявление аритмии без проведения лечения (например, короткие эпизоды желудочковой тахикардии, ЖТ). Важно, что события брадикардии и ФП также могут диагностироваться. Клиницисты могут установить для себя уведомления в момент, когда пациент активирует тревожный сигнал. Запись ЭКГ может запускаться вручную или автоматически при регистрации события (т.е. стойкая ЖТ, НУЖТ, асистолия). 2-канальная ЭКГ может оцениваться онлайн. Некоторые из этих зарегистрированных событий могут подтверждать необходимость имплантации ИКД. Помимо непрерывного мониторирования ритма сердца, система дистанционного мониторинга может построить диаграмму приверженности исследованию (ежедневное время ношения устройства), активности пациента и эпизодов ортопноэ, имеющих потенциально большое значение при лечении сердечной недостаточности [299].

РАЗДЕЛ 10. НЕОБХОДИМОСТЬ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Быстрые темпы развития устройств для АЭКГ, а также изменения в показаниях, продолжительности и интенсивности мониторинга привели к появлению ряда ключевых пробелов в знаниях и неудовлетворенным потребностям.

10.1. ОБУЧЕНИЕ И РЕГУЛЯТОРНЫЙ НАДЗОР ЗА НОСИМЫМИ ПОРТАТИВНЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Мобильные смартфоны как устройства включены в новый класс носимых потребителями контрольных устройств, которые в разговорной речи называют «умной одеждой». С немногими исключениями почти все носимые устройства попали к потребителю или на торговые площадки без медицинского регуляторного надзора или одобрения. Хотя большинство из этих устройств предназначены для измерения частоты сердечных сокращений или пульса, а не ритма сокращений, чувствительность и специфичность при оценке сердечного ритма, не говоря уже об обнаружении аритмии, определены недостаточно хорошо и имеется ограниченная информация о соответствии данных, получаемых с помощью этих устройств, с результатами медицинских исследований с помощью мониторов ЭКГ с проводными электродами [300]. Тем не менее пациенты могут принести эти данные своим врачам, и врачи могут даже полагаться на них или рекомендовать использовать эти устройства для обнаружения пульса как средства для наблюдения за ритмом сердца. Создание нормативной базы этих устройств потребительского класса, используемых в клинических условиях, наряду с обучением врачей в отношении рисков и ограничений, необходимо для того, чтобы избегать случаев, когда люди чрезмерно полагаются на носимые портативные электронные устройства потребительского класса, и для обеспечения использования при необходимости одобренных медицинских устройств для АЭКГ-мониторирования.

10.2. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД (ТОЧНАЯ МЕДИЦИНА)

Поскольку время работы устройств для АЭКГ увеличивается за счет технологических усовершенствований, ожидается пропорциональное увеличение диагностированных аритмий. Например, у пациентов при использовании пэтч ЭКГ-монитора в течение срока до 14 дней,

Таблица 4. Современная врачебная терминология по процедурам (Current procedural terminology), коды 2014 г. для амбулаторного мониторирования ЭКГ, выплаты Medicare и зарегистрированные показания

Метод	CPT	Описание	Покрытие финансовых расходов*	Показания
Холтеровское мониторирование (до 48 ч, до 2 раз на протяжении каждых 6 мес)	93224	Запись ЭКГ наружным устройством до 48 ч с непрерывным режимом записи и хранение информации; включает запись, анализ сканирования данных с отчетом, рассмотрение данных врачом и их интерпретация (общая)	$91,71 (23%)	• Выявление преходящих эпизодов нарушений ритма сердца, позволяющее провести корреляцию этих эпизодов с текущей симптоматикой со стороны сердечно-сосудистой системы. • Выявление нарушений ритма сердца или ЭКГ-изменений, связанных с клиническими проявлениями в виде синкопе, состояний, близких к обмороку, сердцебиений, болей в груди, предполагающих ишемию миокарда, затруднения дыхания при физической нагрузке и рецидивов застойной сердечной недостаточности, причиной которых может являться аритмия. • Оценка аритмий у пациента с подтвержденной ишемической болезнью сердца, включая обследование пациента непосредственно после перенесенного ИМ. • Выявление аритмий (таких как ФП) у пациентов с острым инсультом или транзиторной ишемической атакой. • Обследование пациентов с имплантированными водителями ритма или дефибрилляторами, но только тогда, когда у пациентов имеются симптомы, указывающие на наличие аритмии, не выявленной при стандартной ЭКГ, или записи событий дефибриллятора, или при анализе данных водителя ритма или дефибриллятора. • Мониторирование эффективности антиаритмической терапии
	93225	...запись (в том числе подключение, выполнение записи и отключение)	$26,87 (24%)	
	93226	...анализ сканирования данных с отчетом	$37,97 (27%)	
	93227	...рассмотрение и интерпретация врачом	$26,87 (12%)	
Регистратор эпизодов (до 30 сут, частота проведения процедуры не определена)	93268	Наружная регистрация событий, активируемая пациентом или автоматически при выявлении изменений ритма с петлевой памятью, связанной с моментом появления симптоматики с возможностью удаленной загрузки данных с 24-часовым мониторированием на протяжении до 30 сут; передача данных, их рассмотрение врачом и интерпретация (общая)	$205,26 (34%)	• Определенные рекомендации отсутствуют

Окончание табл. 4

Метод	CPT	Описание	Покрытие финансовых расходов*	Показания
	93270	...запись (в том числе подключение, выполнение записи и отключение)	$9,31 (52%)	
	93271	...передача, загрузка и анализ	$170,52 (36%)	
	93272	...рассмотрение и интерпретация врачом	$25,43 (12%)	
Мобильная кардиотелеметрия (до 30 сут, 1 раз за каждые 6 мес)	92229	Носимое мобильное устройство для кардиотелеметрии с записью ЭКГ, одновременным компьютеризированным анализом данных в реальном времени и доступным >24-часовым хранением данных ЭКГ (извлекаемых по запросу), с запускаемой ЭКГ и по выбору пациента передачей событий в центр дистанционного наблюдения в течение до 30 сут; техническая поддержка подключения и инструктаж пациента по использованию, наблюдение, анализ и передача по указанию врача ежедневных и срочных отчетов	$669,17 (22%)	• Обнаружение, характеристика и документация клинически проявляющихся преходящих аритмий, когда частота проявлений ограничена и маловероятна регистрация аритмии во время 24-часового амбулаторного мониторирования ЭКГ. • Изменение дозы антиаритмических препаратов, при необходимости оценка эффективности лечения. • Обеспечение отсутствия фибрилляции предсердий перед прекращением антикоагуляционной терапии. • Мониторирование пациентов, перенесших хирургическое вмешательство или абляцию по поводу аритмии
	93228	Носимое мобильное устройство для кардиотелеметрии с записью ЭКГ, одновременным компьютеризированным анализом данных в реальном времени и доступным >24-часовым хранением данных ЭКГ (извлекаемых по запросу), с запускаемой ЭКГ и по выбору пациента передачей событий в центр дистанционного наблюдения в течение до 30 сут; рассмотрение и интерпретация врачом с составлением отчета	$26,51 (08%)	

Примечание. *АЭКГ – амбулаторное мониторирование ЭКГ; CPT – современная врачебная терминология по процедурам.*
Адаптировано с разрешения Mittal и соавт. (2011).
**Числа в скобках отражают снижение покрытия финансовых расходов начиная с 2011 г.*

значимость выявления ФП за пределами срока 48 ч (традиционная продолжительность ХМ) является существенной [218, 301]. Наконец, устройства различаются по возможностям определения аритмий, включая ФП и стойкую и неустойчивую ЖТ. Поскольку новые устройства выявляют все более короткие эпизоды аритмии при все более продолжительном периоде мониторирования, клиническое значение этих эпизодов может быть не определено, и клиницисты могут колебаться с принятием решения в отношении лечения таких пациентов антикоагулянтами. Для дополнения справочных руководств для врачей необходимы улучшенные модели принятия решений. Большие объемы данных, собранные в популяциях пациентов с неинвазивным мониторированием и имплантированными устройствами, связанные с клиническими событиями в ЭМК, могут быть полезны для обеспечения более надежной индивидуализированной оценки долгосрочного и краткосрочного риска развития событий и потенциальной пользы и вреда проводимой терапии [292]. Новые аналитические методы, такие как машинное обучение, могут помочь выявить закономерности риска, неочевидные только на основании определения нагрузки аритмии или стандартных методов множественной регрессии, особенно при их использовании в рамках байесовского подхода вместо частотной статистической методологии. Подобные методы также могут быть полезны для помощи врачам в более точном проведении стратификации риска и рассмотрения различных состояний, таких как синкопе, на основе данных госпитальной телеметрии.

10.3. УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ В ЭМК ИЛИ В СМЕЖНЫЕ С ЭМК ПЛАТФОРМЫ

Большинство современных решений мониторинга предоставляют информацию для интерпретации врачам в виде отчета, а не в виде структурированных или необработанных данных. Эти отчеты, представляющие клинически полезную информацию, как правило, являются самостоятельными цифровыми документами, которые отсканированы или импортированы в ЭМК в качестве изображений или медиа-фалов. Эти данные обычно не накладываются на другие структурированные данные ЭМК, такие как основные показатели состояния организма,

Таблица 5. Модели покрытия финансовых расходов в европейских странах

Страна	Модель покрытия финансовых расходов
Германия	Для амбулаторных пациентов система обязательного страхования оплачивает фиксированную сумму на пациента в квартал, в настоящее время приблизительно 64 евро, до тех пор, пока по меньшей мере производятся эхокардиография в дополнение к врачебному осмотру и ЭКГ, независимо от проведения дополнительных амбулаторных исследований или лечения
Италия	Диапазон покрытия финансовых расходов на холтеровское мониторирование составляет 63,02–72,95 евро
Венгрия	Национальная служба здравоохранения Венгрии платит возмещение медицинскому учреждению, которое выполняет ЭКГ. Выделяют следующие категории: 1. ЭКГ в 12 отведениях в покое – 308 баллов (1,54 евро). 2. 24-часовое амбулаторное холтеровское мониторирование – 3120 баллов (15,6 евро). 3.Амбулаторное транстелефонное мониторирование ЭКГ: а) экстренные случаи или послеоперационный мониторинг – 3000 баллов (15 евро); б) плановое мониторирование – 1502 балла (7,51 евро)
Норвегия	Кардиологи, которые имеют контракт с региональной компанией в области здравоохранения, могут также получить контракт с NHS (система медицинского обслуживания населения). Такой контракт позволяет получать плату за каждую консультацию и процедуру, проведенную в соответствии с национальной схемой («Normaltariffen»), которая обсуждается ежегодно. Расходы на АЭКГ покрываются NHS в сумме около 41 евро
Франция	Для большинства видов помощи (за исключением лабораторий, аптек, больниц и амбулаторных учреждений) пациенты производят прямую оплату и затем получают возмещение расходов. Пациентам для получения консультации специалиста не требуется направление от врача общей практики, и они свободно выбирают себе врача. Дополнительное страхование находится на уровне 100%
Польша	Национальная служба здравоохранения платит возмещение медицинскому учреждению, которое выполняет ЭКГ. Выделяют следующие категории: 1. Кардиологическая консультация – 6 баллов (12,72 евро). 2. Кардиологическая консультация с эхокардиографией – 10 баллов (21,2 евро). 3. Кардиологическая консультация с АЭКГ или СМАД – 13 баллов (27,56 евро)
Греция	Стоимость холтеровского мониторирования в амбулаторной клинике со страховым покрытием и без него составляет 6 и 40 Евро соответственно. При поступлении пациента в отделение неотложной терапии и при необходимости проведения дальнейшего обследования холтеровское мониторирование проводится во время госпитализации бесплатно для пациента

лабораторные исследования или лекарственная терапия. В результате синтез данных АЭКГ с другими данными ЭМК должен активно выполняться клинической службой или практикующими врачами, оставляя большой потенциал для ошибок, связанных с человеческим фактором. Поэтому методы импорта структурированных данных амбулаторного ЭКГ-мониторирования в ЭМК являются высокоприоритетными. Существуют решения для имплантируемых устройств (Medtronic, Mounds View, MN; Geneva Health Care, National City, CA) и имеется настоятельная необходимость разработки или расширения подобной технологии для неинвазивного мониторинга, особенно потому, что использование длительного неинвазивного непрерывного мониторинга будет расти и дальше.

РАЗДЕЛ 11. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Точная и своевременная диагностика аритмий имеет решающее значение для проведения терапии, которая может оказать существенное влияние на лечение пациентов и использование ресурсов здравоохранения. Информация в отношении сердечного ритма, полученная с помощью широкого спектра систем регистрации АЭКГ, часто может привести к должным и пациент-ориентированным лекарственным назначениям и интервенционным вмешательствам. Настоящий документ содержит обоснование и возможности применения методов АЭКГ в клинической практике, а также в клинических исследованиях.

Таблица 6. Критерии уведомления врачей при амбулаторной кардиотелеметрии

Неотложные критерии
1. Поставщик услуг всегда будет звонить пациенту для выяснения симптомов и получения последующей записи (независимо от времени суток и метода активации регистрации – автоматическим устройством или вручную пациентом).
2. Это единственная ситуация, когда поставщик услуг будет связываться с пациентом по телефону.
3. Если ЭКГ пациента соответствует критериям срочного уведомления, а врач недоступен, поставщик услуг будет активировать службы скорой медицинской помощи (СМП).
4. Записи ЭКГ, которые отвечают критериям срочного уведомления, могут включать следующее:
а) стойкая тахикардия с широкими желудочковыми комплексами и правильным ритмом ≥160 в минуту;
б) длительная асистолия
Критерии уведомления в течение 24 ч
1. Поставщик услуг будет уведомлять офис врача или врача по вызову, когда пациент передает запись, соответствующую критериям уведомления в течение 24 ч.
2. Записи ЭКГ, которые отвечают критериям уведомления в течение 24 ч, могут включать следующее:
• стойкую тахикардию с широкими желудочковыми комплексами с правильным ритмом <160 в минуту;
• стойкую суправентрикулярную тахикардию с правильным ритмом ≥150 сокращений в минуту, если отмечена пациентом как связанная с клиническими проявлениями (регистрация активирована пациентом вручную), в других случаях – уведомление в рабочее время;
• паузу ритма >4 с, если отмечена пациентом как связанная с клиническими проявлениями (регистрация активирована пациентом вручную), в других случаях – уведомление в рабочее время;
• тип II атриовентрикулярной (АВА) блокады второй или третьей степени с клиническими проявлениями и без них;
• все зарегистрированные эпизоды синкопе;
• все наблюдавшиеся эпизоды неисправности водителя ритма;
• все зарегистрированные или наблюдавшиеся состояния разрядки батареи ИКД;
• стойкая брадикардия (частота сердечных сокращений <30 в минуту), если отмечена пациентом как связанная с клиническими проявлениями (регистрация активирована пациентом вручную), в других случаях – уведомление в рабочее время
Критерии уведомления в течение рабочего времени (09:00–17:00 семь дней в неделю)
1. Поставщик услуг будет уведомлять офис врача в тот же день, если запись произведена в интервале времени с 9 часов утра и до 5 часов вечера, или на следующий день, если запись получена после 5 часов вечера.
2. Записи ЭКГ, которые отвечают критериям уведомления в течение рабочего времени, могут включать следующее:
• фибрилляцию и/или трепетание предсердий:
✓ новый пароксизм (как подтверждено поставщиком услуг) продолжительностью >30 с;
✓ частоту желудочковых сокращений >150 в минуту на протяжении >60 с;
• тахикардию с широкими желудочковыми комплексами с частотой >120 в минуту, длящуюся от 3 сокращений до 30 с и не соответствующую критериям СМП или уведомления в течение 24 ч;
• тип I АВ-блокады II степени

АЭКГ очень широко используется в различных клинических ситуациях, для различных клинических целей и требует участия целого ряда клинических специалистов. Необходимо понимание преимуществ и ограничений метода АЭКГ как такового, а также специфических методов применения для того, чтобы оптимизировать вклад результатов исследования в лечение пациентов. Комитет использовал материалы всех опубликованных исследований и соответствующую неопубликованную информацию, но испытывал трудности в связи с относительным недостатком контролируемых исследований и тех, в которых оценивалась связь диагностики аритмии с долгосрочными исходами. Рекомендации[2], размещенные ниже, представляют собой консенсус авторского коллектива.

	Класс рекомендации	Уровень доказательности
A. Выбор АЭКГ		
Проведение 24–48-часового ХМ рекомендуется, когда ожидается, что частые события, сопровождающиеся клиническими проявлениями, происходят в течение периода записи	Класс I	B-NR
Длительное АЭКГ-мониторирование (например, 15–30 сут) рекомендуется при частоте событий, сопровождающихся клиническими проявлениями, ниже ежедневной или неопределенной	Класс I	B-R
ХМ в 12 отведениях рекомендуется для количественного анализа морфологии комплекса *QRS* (например, ЖЭ, CRT), паттерна сегмента *ST* (синдром Бругада, ишемия) и оценки динамики *QT*	Класс I	C
Непрерывное мониторирование (1–14 сут) показано для облегчения количественной оценки и тенденции нагрузки аритмии и ее паттерна (например, желудочковая экстрасистолия, синусовая тахикардия)	Класс I	B-NR
B. Специфические состояния		
Стратегия АЭКГ-мониторирования рекомендуется при необъяснимых синкопальных состояниях, когда подозревается или должна быть исключена их связь с тахикардией или брадикардией	Класс I	B-R
Стратегия АЭКГ-мониторирования рекомендуется при необъяснимых сердцебиениях	Класс I	B-R
Стратегия АЭКГ-мониторирования показана для оценки свойств дополнительных проводящих путей у пациентов с синдромом Вольфа–Паркинсона–Уайта и для мониторинга пароксизмов фибрилляции предсердий	Класс I	B-NR
Стратегия АЭКГ-мониторирования полезна для выявления и количественной оценки фибрилляции предсердий и связанного с ней ритма желудочковых сокращений, триггерных аритмий (предсердные экстрасистолы, стойкая ЖТ, трепетание предсердий и брадикардия), и пауз ритма после кардиоверсии	Класс IIa	B-NR
Стратегия длительного АЭКГ-мониторирования рекомендуется у пациентов с криптогенным инсультом для выявления недиагностированной ФП	Класс I	B-R
Стратегия АЭКГ-мониторирования рекомендуется у пациентов с впервые диагностированной неишемической кардиомиопатией при подозрении на нарушение функции желудочка, вызванное аритмией	Класс I	B-NR
C. Оценка риска		
Стратегия АЭКГ-мониторирования является обоснованной для оценки эффективности подавления аритмии лекарственными препаратами или при интервенционном вмешательстве	Класс IIa	B-NR
Может рассматриваться использование АЭКГ-мониторирования для характеристики прогноза и стратификации риска у пациентов с неишемической кардиомиопатией	Класс IIb	B-NR

[2] Рекомендации консенсуса в настоящем документе используют широко распространенное разделение на классы I, IIa, IIb и III, а также соответствующие формулировки согласно с недавним заявлением ACC. Класс I является настоятельной рекомендацией, обозначающей, что польза значительно превышает риск. Класса IIa является несколько более слабой рекомендацией, обозначающей что выгода, вероятно, превышает риск, а класс IIb означает выгоду, эквивалентную риску или, возможно, превышающую риск. Класс III является рекомендацией против специфического лечения, потому что чистая выгода либо отсутствует (польза уравновешивает риск), либо имеется чистый вред (риск перевешивает пользу). Уровень доказательности A обозначает самый высокий уровень доказательств, обычно полученных в нескольких клинических исследованиях с реестрами или без них. Уровень доказательности B соответствует умеренному уровню, полученному либо в рандомизированных исследованиях (B-R), либо в хорошо выполненных нерандомизированных исследованиях (B-NR). Уровень доказательности C основан на данных слабых исследований со значительными ограничениями (например, рандомизированные или нерандомизированные наблюдательные исследования или реестры; исследования с ограничениями дизайна или проведения; метаанализы таких исследований; физиологические или механистические исследования у людей), и уровень доказательности E является просто консенсусом мнений экспертов на основании клинического опыта, когда доказательства недостаточны, туманны или противоречивы.

Стратегия 24–48-часового ХМ полезна у пациентов после ИМ с пограничными значениями ФВ 35–40% для выявления НУЖТ и определения необходимости для дальнейшей стратификации риска при ЭФИ и имплантации ИКД	Класс IIa	B-R
Стратегия 24–48-часового ХМ может рассматриваться после острого ИМ для обнаружения НУЖТ для прогнозирования увеличения риска ВСС, особенно у пациентов со снижением ФВ	Класс IIb	B-NR
Стратегия АЭКГ-мониторирования рекомендуется для выявления НУЖТ у пациентов с ГКМП для стратификации риска ВСС	Класс I	B-NR
Стратегия АЭКГ-мониторирования рекомендуется для количественной оценки желудочковых экстрасистол и выявления НУЖТ при АДПЖ/КМП для диагностики и стратификации риска	Класс I	B-NR
Стратегия АЭКГ-мониторирования рекомендуется при амбулаторном начале применения ряда антиаритмических препаратов для обнаружения проаритмических нежелательных реакций	Класс I	C
АЭКГ может быть полезной у пациентов с имплантированными кардиоваскулярными электронными устройствами, когда симптомы предполагают неисправность устройства, если опрос устройства не дает определенной информации	Класс IIa	B-NR

Конфликт интересов

Author	Institution	Consultant/ Advisory Board/ Honoraria	Speakers' Bureau	Research Grant	Fellowship Support	Stock Options/ Partner	Board Mbs/ Other
Jonathan S. Steinberg, MD, (Co-Chair)	University of Rochester School of Medicine, Summit Medical Group, Short Hills, NJ, USA	Medtronic, Biosense Webster, Boston Scientific, AliveCor, National Cardiac, Janssen, Ablative Solutions	None	National Institutes of Health, AliveCor, Medtronic	None	National Cardiac, AliveCor	None
Niraj Varma, MD, PhD (Co-Chair)	Cardiac Pacing & Electrophysiology, Department of Cardiovascular Medicine, Cleveland Clinic, OH, USA	Medtronic, Boston Scientific, Biotronik, Sorin, St Jude Medical	None	Medtronic, Boston Scientific, Biotronik, Sorin, St Jude Medical	None	None	None
Iwona Cygankiewicz, MD, PhD (Co-Chair)	Department of Electrocardiology, Medical University of Lodz, Poland	None	None	None	None	None	None
Pawel Balsam, MD	1st Department of Cardiology, Medical University of Warsaw, Poland	None	Adamed, KRKA	None	None	None	None
Adrian Baranchuk, MD	Heart Rhythm Service, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada	Medtronic, Bayer, Pfizer, Boeringher Ingelheim, St Jude Medical	None	Medtronic, Bayer	St Jude Medical	None	None

Daniel J. Cantillon, MD	Cardiac Pacing & Electrophysiology, Department of Cardiovascular Medicine, Cleveland Clinic, OH, USA	St Jude Medical Boston Scientific	None	None	None	None	None
Polychronis Dilaveris, MD, PhD	1st Department of Cardiology, University of Athens Medical School, Hippokration Hospital, Athens, Greece	None	None	None	None	None	None
Sergio J. Dubner, MD	Arrhythmias and Electrophysiology Service, Clinica y Maternidad Suizo Argentina and De Los Arcos Sanatorio, Buenos Aires, Argentina	Boeringher Ingelheim	None	None	St Jude Medical	None	None
Nabil El-Sheriff, MD	SUNY Downstate Medical Center, Brooklyn, NY	None	Janssen Pharma-ceutical, Johnson & Johnson	Narrows Institute for Biomedical Research	None	None	None
Jaroslaw Krol, MD	Department of Cardiology, Hypertension and Internal Medicine, 2nd Medical Faculty, Medical University of Warsaw, Poland	None	None	None	None	None	None
Malgorzata Kurpesa, MD, PhD	Department of Cardiology, Bieganski Hospital, Medical University of Lodz, Poland	None	None	None	None	None	None
Maria Teresa La Rovere, MD	Department of Cardiology, IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Montescano, Pavia, Italy	None	None	None	None	None	None
Suave S. Lobodzinski, PhD, DrSc	California State University, Long Beach, CA	None	None	None	None	None	None
Emanuela T. Locati, MD, PhD	Cardiovascular Department, Cardiology, Electrophysiology, Ospedale Niguarda, Milan, Italy	Nuubo	None	None	None	None	None
Suneet Mittal, MD	Electrophysiology Valley Hospital, Ridgewood, NJ	Boston Scientific, Medtronic, Sorin, St Jude Medical	None	None	None	None	None
Brian Olshansky, MD	University of Iowa Carver College of Medicine, IA	Daiichi Sankyo Lundbeck Biotronik, Amgen, Boehringer Ingelheim, Amarin, On-X	Daiichi Sankyo, Lundbeck	None	None	None	None

Ewa Piotrowicz, MD, PhD	Telecardiology Center, Institute of Cardiology, Warsaw, Poland	None	None	None	None	None	None
Leslie Saxon, MD, FACC, FAHA	University of Southern California, CA, USA	None	None	None	None	None	None
Peter H. Stone, MD, FACC, FACA	Harvard Medical School, Cardiovascular Division, Brigham & Women's Hospital, Boston, MA, USA	None	None	National Institutes of Health, Astra Zeneca, Boston Scientific	None	None	None
Larisa Tereshenko, MD, PhD	Knight Cardiovascular Institute, Oregon Health & Science University, Portland, OR, USA	Gilead Sciences	None	Boston Scientific; Medtronic; Gilead Sciences	None	None	None
Gioia Turitto, MD	Weill Cornell Medical College, Electrophysiology Services, New York Methodist Hospital, Brooklyn, NY, USA	None	None	None	Biotronik, Boston Scientific, Medtronic, St Jude Medical	None	None
Neil J. Wimmer	Harvard Medical School, Cardiovascular Division, Brigham & Women's Hospital, Boston, MA, USA	None	None	None	None	None	None
Richard L. Verrier, PhD	Harvard Medical School, Beth Israel Deaconess Medical Center, Division of Cardiovascular Medicine, Harvard- Thorndike Electrophysiology Institute, Boston, MA, USA	Medtronic, Inc.	None	Gilead Sciences, LivaNova	None	None	Royalty from GE Healthcare
Wojciech Zareba, MD, PhD	Heart Research Followup Program, University of Rochester Medical Center, NY, USA	None	None	Zoll, Boston Scientific	None	None	None
Ryszard Piotrowicz, MD, PhD (Chair)	Department of Cardiac Rehabilitation and Noninvasive Electrophysiology, National Institute of Cardiology, Warsaw, Poland	None	None	None	None	None	None
Mintu Turakhia	Stanford University; VA Palo Alto Health Care System	Medtronic AliveCor Precision Health Economics iBeat Cardiva Medical iRhythm	None	Janssen Medtronic AstraZeneca Boehringer-Ingelheim Cardiva Medical	None	AliveCor Zipline Medical iBeat	None

ЛИТЕРАТУРА

1. Brignole M., Vardas P., Hoffman E., Huikuri H., et al. Indications for the use of diagnostic implantable and external ECG loop recorders. Europace. 2009; 11: 671–87.
2. Crawford M.H., Bernstein S.J., Deedwania P.C., DiMarco J.P., et al. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the Guidelines for Ambulatory Electrocardiography). Developed in collaboration with the North American Society for Pacing and Electrophysiology. J Am Coll Cardiol. 1999; 34: 912–48.
3. Drew B.J., Califf R.M., Funk M., Kaufman E.S., et al. American Heart Association; Councils on Cardiovascular Nursing, Clinical Cardiology, and Cardiovascular Disease in the Young. AHA Scientific Statement: Practice standards for electrocardiographic monitoring in hospital settings. Circulation. 2004; 110: 2721–46.
4. Kadish A.H., Buxton A.E., Kennedy H.L., Knight B.P., et al. American College of Cardiology/ American Heart Association/ American College of Physicians-American Society of Internal Medicine Task Force; International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. ACC/AHA clinical competence statement on electrocardiography and ambulatory electrocardiography. A report of the ACC/AHA/ACP-ASIM Task Force on Clinical Competence (ACC/AHA Committee to Develop a Clinical Competence Statement on Electrocardiography and Ambulatory Electrocardiography). J Am Coll Cardiol. 2001; 38: 2091–2100.
5. Jacobs A.K., Anderson J.L., Halperin J.L. The evolution and future of ACC/AHA clinical practice guidelines: a 30-year journey: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014; 64: 1373–1384.
6. Del Mar B. The history of clinical Holter monitoring. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2005; 10: 226–230.
7. Kennedy H.L. The history, science and innovation of Holter technology. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2006; 11: 85–94.
8. Charitos E.I., Stierle U., Ziegler P., Baldewig M., et al. A comprehensive evaluation of rhythm monitoring strategies for the detection of atrial fibrillation recurrence: Insights from 647 continuously monitored patients and implications for monitoring after therapeutic interventions. Circulation. 2012; 126: 806–814.
9. Hanke T., Charitos E.I., Stierle U., Karluss A., et al. Twenty-four-hour Holter monitor follow-up does not provide accurate heart rhythm status after surgical atrial fibrillation ablation therapy: up to 12 months experience with a novel permanently implantable heart rhythm monitor device. Circulation. 2009; 120: S177–S184.
10. Locati E.T., Moya A., Oliveira M., Tanner H., et al. External prolonged electrocardiogram monitoring in unexplained syncope and palpitations: Results of the SYNARR-Flash study. Europace. 2016; 18: 1265–1272.
11. Mittal S., Movsowitz C., Steinberg J.S. Ambulatory external electrocardiographic monitoring: focus on atrial fibrillation. J Am Coll Cardiol. 2011; 58: 1741–1749.
12. Reiffel J., Schwarzberg R., Murry M. Comparison of autotriggered memory loop recorders versus standard loop recorders versus 24-hour Holter monitors for arrhythmia detection. Am J Cardiol. 2005; 95: 1055–1059.
13. Rosenberg M.A., Samuel M., Thosani A., Zimetbaum P.J. Use of a noninvasive continuous monitoring device in the management of atrial fibrillation: a pilot study. Pacing Clin Electrophysiol. 2013; 36: 328–333.
14. Rothman S., Laughlin J., Seltzer J., Walia J., et al. The diagnosis of cardiac arrhythmias: a prospective multicenter randomized study comparing mobile cardiac outpatient telemetry versus standard loop event monitoring. J Cardiovasc Electrophysiol. 2007; 18: 241–247.
15. Vasamreddy C.R., Dalal D., Dong J., Cheng A., et al. Symptomatic and asymptomatic atrial fibrillation in patients undergoing radiofrequency catheter ablation. J Cardiovasc Electrophysiol. 2006; 17: 134–139.
16. Soundarapandian K., Berarducci M. Analog front-end design for ECG systems using delta-sigma ADCs, 2009. URL: http://www. ti.com/lit/an/sbaa160a/sbaa160a.pdf.
17. Locati E.T. Advances in modern electrocardiographic equipment for long-term ambulatory monitoring. Card Electrophysiol Rev. 2002; 6: 185–189.
18. Lobodzinski S.S. ECG patch monitors for assessment of cardiac rhythm abnormalities. Prog Cardiovasc Dis. 2013; 56: 224–229.
19. Lobodzinski S.S., Laks M.M. New devices for very long-term ECG monitoring. Cardiol J. 2012; 19: 210–214.
20. Turakhia M.P., Hoang D.D., Zimetbaum P., Miller J.D., et al. Diagnostic utility of a novel leadless arrhythmia monitoring device. Am J Cardiol. 2013; 112: 520–524.
21. Ajami S., Teimouri F. Features and application of wearable biosensors in medical care. J Res Med Sci. 2015; 20: 1208–1215.
22. Lobodzinski S.S., Laks M.M. Comfortable textile-based electrocardiogram systems for very long-term monitoring. Cardiol J. 2008; 15: 477–480.
23. Perez de Isla L., Lennie V., Quezada M., Guinea J., et al. New generation dynamic, wireless and remote cardiac monitorization platform: a feasibility study. Int J Cardiol. 2011; 153: 83–85.
24. Haberman Z.C., Jahn R.T., Bose R., Tun H., et al. Wireless smartphone ECG enables large-scale screening in diverse populations. J Cardiovasc Electrophysiol. 2015; 26: 520–526.
25. Tsang J.P., Mohan S. Benefits of monitoring patients with mobile cardiac telemetry (MCT) compared with the Event or Holter monitors. Med Devices (Auckl). 2013; 7: 1–5.
26. Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. Class II special controls guidance document: electrocardiograph electrodes, 2011. URL: http://www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm071256.htm.
27. Keller K.B., Lemberg L. Electrocardiographic artifacts. Am J Crit Care. 2007; 16: 90–92.
28. Knight B.P., Pelosi F., Michaud G.F., Strickberger S.A., et al. Clinical consequences of electrocardiographic artifact mimicking ventricular tachycardia. N Engl J Med. 1999; 341: 1270–1274.
29. Knight B.P., Pelosi F., Michaud G.F., Strickberger S.A., et al. Physician interpretation of electrocardiographic artifact that mimics ventricular tachycardia. Am J Med. 2001; 110: 335–338.
30. Krasnow A.Z., Bloomfield D.K. Artifacts in portable electrocardiographic monitoring. Am Heart J. 1976; 91: 349–357.

31. Marquez M.F., Colin L., Guevara M., Iturralde P., et al. Common electrocardiographic artifacts mimicking arrhythmias in ambulatory monitoring. Am Heart J. 2002; 144: 187–197.
32. Ackermans P.A., Solosko T.A., Spencer E.C., Gehman S.E., et al. A user-friendly integrated monitor-adhesive patch for long-term ambulatory electrocardiogram monitoring. J Electrocardiol. 2012; 45: 148–153.
33. Zimetbaum P., Goldman A. Ambulatory arrhythmia monitoring: choosing the right device. Circulation. 2010; 122: 1629–1636.
34. Zimetbaum P.J., Kim K.Y., Josephson M.E., Goldberger A.L., et al. Diagnostic yield and optimal duration of continuous-loop event monitoring for the diagnosis of palpitations. A cost-effectiveness analysis. Ann Intern Med. 1998; 128: 890–895.
35. Kligfield P., Gettes L.S., Bailey J.J., Childers R., et al. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram. Part I: The electrocardiogram and its technology. A scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Heart Rhythm. 2007; 4: 394–412.
36. Drew B.J., Finlay D.D. Standardization of reduced and optimal lead sets for continuous electrocardiogram monitoring: where do we stand? J Electrocardiol. 2008; 41: 458–465.
37. Welinder A., Wagner G.S., Maynard C., Pahlm O. Differences in QRS axis measurements, classification of inferior myocardial infarction, and noise tolerance for 12-lead electrocardiograms acquired from monitoring electrode positions compared to standard locations. Am J Cardiol. 2010; 106: 581–586.
38. Papouchado M., Walker P.R., James M.A., Clarke L.M. Fundamental differences between the standard 12-lead electrocardiograph and the modified (Mason-Likar) exercise lead system. Eur Heart J. 1987; 8: 725–733.
39. Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. Class II Special controls guidance document: arrhythmia detector and alarm, 2003. URL: http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm072673.pdf.
40. Winter B.B., Webster J.G. Driven-right-leg circuit design. IEEE Trans Biomed Eng. 1983; 30: 62–66.
41. Engel J.M., Chakravarthy N., Katra R.P., Mazar S., et al. Estimation of patient compliance in application of adherent mobile cardiac telemetry device. Conference Proceedings IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 2011; 1536–1539.
42. George B.M., Roger G.M. The impact of the MIT-BIH arrhythmia database. IEEE Eng Med Biol Mag. 2001; 20: 45–50.
43. Hoefman E., Van Weert H.C., Reitsma J.B., Koster R.W., et al. Diagnostic yield of patient-activated loop recorders for detecting heart rhythm abnormalities in general practice: a randomized clinical trial. Fam Pract. 2005; 22: 478–484.
44. Joshi A.K., Kowey P.R., Prystowsky E.N., Benditt D.G., et al. First experience with a Mobile Cardiac Outpatient Telemetry (MCT) system for the diagnosis and management of cardiac arrhythmia. Am J Cardiol. 2005; 95: 878–881.
45. Salleh S.H., Hussain H.S., Swee T.T., et al. Acoustic cardiac signals analysis: a Kalman filter-based approach. Int J Nanomed. 2017; 7: 2873–2881.
46. El-Sherif N., Turitto G. Ambulatory electrocardiographic monitoring between artifacts and misinterpretation, management errors of commission and errors of omission. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2015; 20: 282–289.
47. Watanabe E., Tanabe T., Osaka M., Chishaki A., et al. Sudden cardiac arrest recorded during Holter monitoring: prevalence, antecedent electrical events and outcomes. Heart Rhythm. 2014; 11: 1418–1425.
48. Ammirati F., Colivicchi F., Santini M. Diagnosing syncope in the clinical practice. Implementation of a simplified diagnostic algorithm in a multicentre prospective trial – the OESIL 2 Study (Osservatorio Epidemioologico dell Sincope nel Lazio). Eur Heart J. 2000; 21: 935–940.
49. Baranchuk A., Morgan S., Krahn A., Bentley C., et al. Registry on the evaluation of syncope assessment strategy in the emergency room (RESASTER Study). Heart Rhythm. 2005; 2 (1): 265.
50. Brignole M., Alboni P., Benditt D., Bergfeldt L., et al. Task force on syncope, European Society of Cardiology. Guidelines on management (diagnosis and treatment) of syncope. Eur Heart J. 2001; 22: 1256–1306.
51. Cerrone M., Priori P.G. Routine electrocardiogram and medical history in syncope: a simple approach can identify most high-risk patients. Europace. 2009; 11: 1411–1412.
52. Colivicci F., Ammirati F., Melina D., Guido V., et al. OESIL (Osservatorio Epidemiologico sulla Sincope nel Lazio) Study Investigators. Development and prospective validation of a risk stratification system for patients with syncope in the emergency department: the OESIL risk score. Eur Heart J. 2003; 24: 811–819.
53. Locati E.T., Vecchi A.M., Vargiu S., Cattafi G., et al. Role of extended external loop recorders for the diagnosis of unexplained syncope, pre-syncope, and sustained palpitations. Europace. 2014; 16: 914–922.
54. Morillo C.A., Baranchuk A. Current management of syncope: alternatives of treatment. Curr Treat. Options Cardiovasc Med. 2004; 6: 371–383.
55. Moya A., Sutton R., Ammirati F., Blanc J.J., et al. Guidelines for the diagnosis and management of syncope (version 2009). Eur Heart J. 2009; 30: 2631–2671.
56. Sheldon R., Rose S., Connolly S., Ritchie D., et al. Diagnostic criteria for vasovagal syncope based on a quantitative history. Eur Heart J. 2006; 27: 344–350.
57. Baron-Esquivias G., Martfnez-Alday J., Martin A., Moya A., et al. Epidemiological char acteristics and diagnostic approach in patients admitted to the emergency room for transient loss of consciousness: Group for Syncope Study in the Emergency Room (GESINUR) study. Europace. 2010; 12: 869–876.
58. Dubrowski A., Piotrowicz R. Circadian rhythm of sinoatrial conduction time. A new approach to the study of the sinoatrial node. Cardiovasc World Rep. 1988; 1: 155–157.
59. Makowski K., Kramarz E. Holter monitoring, sinoatrial conduction time, prognosis. Cardiol J. 2013; 20: 539–544.
60. Epstein A.E., DiMarco J.P., Ellenbogen K.A., Estes 3rd N.A., et al. Heart Rhythm Society. 2012 ACCF/AHA/HRS focused update incorporated into the ACCF/AHA/HRS 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. J Am Coll Cardiol. 2013; 61: e6–e75.
61. Sivakumaran S., Krahn A.D., Klein G.J., Finan J., et al. A prospective randomized comparison of loop recorders versus Holter monitors in patients with syncope or presyncope. Am J Med. 2003; 115: 1–5.

62. Bass E.B., Curtis E.I., Arena V.C., Hanusa B.H., et al. The duration of Holter monitoring in patients with syncope. Is 24 hours enough? Arch Intern Med. 1990; 150: 1073–1078.
63. Cotter P.E., Martin P.J., Ring L., Warburton E.A., et al. Incidence of atrial fibrillation detected by implantable loop recorders in unexplained stroke. Neurology. 2013; 80: 1546–1550.
64. Kroenke K., Arrington M.E., Mangelsdorff A.D. The prevalence of symptoms in medical outpatients and the adequacy of therapy. Arch Intern Med. 1990; 150: 1685–1689.
65. Weber B.E., Kapoor W.N. Evaluation and outcomes of patients with palpitations. Am J Med. 1996; 100: 138–148.
66. Mittal S. The evaluation of the patient with unexplained palpitations: maximizing diagnostic yield while minimizing unnecessary frustration. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2015; 20: 515–517.
67. Raviele A., Giada F., Bergfeldt L., Blanc J.J., et al. European Heart Rhythm Association. Management of patients with palpitation: a position paper from the European Heart Rhythm Association . Europace. 2011; 13: 920–934.
68. Lok N.S., Lau C.P. Prevalence of palpitations, cardiac arrhythmias and their associated risk factors in ambulant elderly. Int J Cardiol. 1996; 54: 231–236.
69. Zeldis S.M., Levine B.J., Michelson E.L., Morganroth J. Cardiovascular complaints. Correlation with cardiac arrhythmias on 24-hour electrocardiographic monitoring. Chest. 1980; 78: 456–461.
70. Fogel R.I., Evans J.J., Prystowsky E.N. Utility and cost of event recorders in the diagnosis of palpitations, presyncope, and syncope. Am J Cardiol. 1997; 79: 207–208.
71. Birnbaum Y., Nikus K., Kligfield P., Fiol M., et al. The role of the ECG in diagnosis, risk estimation, and catheterization laboratory activation in patients with acute coronary syndromes: a consensus document. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2014; 19: 412–425.
72. Conti C.R., Bavry A.A., Petersen J.W. Silent ischemia: clinical relevance. J Am Coll. Cardiol. 2012; 59: 435–441.
73. Pepine C.J., Geller N.L., Knatterud G.L., Bourassa M.G., et al. The Asymptomatic Cardiac Ischemia Pilot (ACIP) study: design of a randomized clinical trial, baseline data and implications for a long-term outcome trial. J Am Coll Cardiol. 1994; 24: 1–10.
74. Smith Jr S.C., Amsterdam E., Balady G.J., Bonow R.O., et al. Prevention Conference V: beyond secondary prevention: identifying the high-risk patient for primary prevention: tests for silent and inducible ischemia: Writing Group 11. Circulation. 2000; 101: E12–E16.
75. Rocco M.B., Nabel E.G., Campbell S., Goldman L., et al. Prognostic importance of myocardial ischemia detected by ambulatory monitoring in patients with stable coronary artery disease . Circulation. 1988; 78: 877–884.
76. Gibson C.M., Pride Y.B., Buros J.L., Ciaglo L.N., et al. Timing and duration of myocardial ischemia on Holter monitoring following percutaneous coronary intervention and their association with clinical outcomes (a protect-timi 30 substudy analysis). Am J Cardiol. 2009; 104: 36–40.
77. Gottlieb S.O., Weisfeldt M.L., Ouyang P., Mellits E.D., et al. Silent ischemia predicts infarction and death during 2 year follow-up of unstable angina. J Am Coll Cardiol. 1987; 10: 756–760.
78. Langer A., Singh N., Freeman M.R., Tibshirani R., et al. Detection of silent ischemia adds to the prognostic value of coronary anatomy and left ventricular function in predicting outcome in unstable angina patients. Can J Cardiol. 1995; 11: 117–122.
79. Patel D.J., Knight C.J., Holdright D.R., Mulcahy D., et al. Pathophysiology of transient myocardial ischemia in acute coronary syndromes. Characterization by continuous ST-segment monitoring. Circulation. 1997; 95: 1185–1192.
80. Scirica B.M., Morrow D.A., Budaj A., Dalby A.J., et al. Ischemia detected on continuous electrocardiography after acute coronary syndrome: observations from the MERLIN-TIMI 36 (metabolic efficiency with ranolazine for less ischemia in non-ST-elevation acute coronary syndrome-thrombolysis in myocardial infarction 36) trial. J Am Coll Cardiol. 2009; 53: 1411–1421.
81. Bayes de Luna A., Cygankiewicz I., Baranchuk A., Fiol M. et al. Prinzmetal angina: ECG changes and clinical considerations: a consensus paper. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2014; 19: 442–453.
82. Waters D.D., Szlachcic J., Theroux P., Dauwe F., et al. Ergonovine testing to detect spontaneous remissions of variant angina during long-term treatment with calcium antagonist drugs. Am J Cardiol. 1981; 47: 179–184.
83. Clemmensen P., Schoos M.M., Lindholm M.G., Rasmussen L.S., et al. Pre-hospital diagnosis and transfer of patients with acute myocardial infarction – a decade long experience from one of Europe's largest STEMI networks. J Electrocardiol. 2013; 46: 546–552.
84. Dick 2nd M., McFadden D., Crowley D., Rosenthal A. Diagnosis and management of cardiac rhythm disorders by transtelephonic electrocardiography in infants and children. J Pediatr. 1979; 94: 612–615.
85. Fyfe D.A., Holmes Jr D.R., Neubauer S.A., Feldt R.H. Transtelephonic monitoring in pediatric patients with clinically suspected arrhythmias. Clin Pediatr (Phila). 1984; 23: 139–143.
86. Goldstein M.A., Hesslein P., Dunnigan A. Efficacy of transtelephonic electrocardiographic monitoring in pediatric patients. Am J Dis Child. 1990; 144: 178–182.
87. Karpawich P.P., Cavitt D.L., Sugalski J.S. Ambulatory arrhythmia screening in symptomatic children and young adults: Comparative effectiveness of Holter and telephone event recordings. Pediatr Cardiol. 1993; 14: 147–150.
88. Saarel E.V., Stefanelli C.B., Fischbach P.S., Serwer G.A., et al. Transtelephonic electrocardiographic monitors for evaluation of children and adolescents with suspected arrhythmias. Pediatrics. 2004; 113: 248–251.
89. Selbst S.M., Ruddy R.M., Clark B.J., Henretig F.M., et al. Pediatric chest pain: a prospective study. Pediatrics. 1988; 82: 319–323.
90. Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES), Heart Rhythm Society (HRS), American College of Cardiology Foundation (ACCF), American Heart Association (AHA), American Academy of Pediatrics (AAP), Canadian Heart Rhythm Society (CHRS); Tanel R.E. PACES/HRS expert consensus statement on the management of the asymptomatic young patient with a Wolff-Parkinson-White (WPW, ventricular preexcitation) electrocardiographic pattern: Developed in partnership between the Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES) and the Heart Rhythm Society (HRS). Endorsed by the governing bodies of PACES, HRS, the American College of Cardiology Foundation (ACCF), the American Heart Association (AHA), the American Academy of Pediatrics (AAP), and the Canadian Heart Rhythm Society (CHRS). Heart Rhythm. 2012; 9: 1006–1024.

91. Baumgartner H., Bonhoeffer P., De Groot N.M., de Haan F. et al.; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). Eur Heart J. 2010; 31: 2915–2957.
92. Khairy P., Van Hare G.F., Balaji S. Berul C.I., et al. PACES/HRS Expert Consensus Statement on the Recognition and Management of Arrhythmias in Adult Congenital Heart Disease: developed in partnership between the Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES) and the Heart Rhythm Society (HRS). Endorsed by the governing bodies of PACES, HRS, the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association (AHA), the European Heart Rhythm Association (EHRA), the Canadian Heart Rhythm Society (CHRS), and the International Society for Adult Congenital Heart Disease (ISACHD). Heart Rhythm. 2014; 11: e102–e165.
93. Elliott P.M., Anastasakis A., Borger M.A., Borggrefe M., et al. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J. 2014; 35: 2733–2779.
94. Gersh B.J., Maron B.J., Bonow R.O., Dearani J.A. et al.; American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2011 ACCF/ AHA Guideline for the Diagnosis and Treatment of Hypertrophic Cardiomyopathy: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol. 2011; 58: e212–e260.
95. Scirica B.M., Braunwald E., Belardinelli L., Hedgepeth C.M., et al. Relationship between nonsustained ventricular tachycardia after non-ST-elevation acute coronary syndrome and sudden cardiac death: Observations from the metabolic efficiency with ranolazine for less ischemia in non-ST-elevation acute coronary syndrome-thrombolysis in myocardial infarction 36 (MERLIN-TIMI 36) randomized controlled trial. Circulation. 2010; 122: 455–462.
96. Cheema A.N., Sheu K., Parker M., Kadish A.H., et al. Nonsustained ventricular tachycardia in the setting of acute myocardial infarction: Tachycardia characteristics and their prognostic implications. Circulation. 1998; 98: 2030–2036.
97. Pires L.A., Lehmann M.H., Buxton A.E., Hafley G.E., et al.; Multicenter Unsustained Tachycardia Trial Investigators. Differences in inducibility and prognosis of in-hospital versus out-of-hospital identified nonsustained ventricular tachycardia in patients with coronary artery disease: Clinical and trial design implications. J Am Coll Cardiol. 2001; 38: 1156–1162.
98. Hohnloser S.H., Klingenheben T., Zabel M., Schopperl M., et al. Prevalence, characteristics and prognostic value during long-term follow-up of nonsustained ventricular tachycardia after myocardial infarction in the thrombolytic era. J Am Coll Cardiol. 1999; 33: 1895–1902.
99. La Rovere M.T., Pinna G.D., Hohnloser S.H., Marcus F.I., et al.; ATRAMI Investigators. Autonomic tone and reflexes after myocardial infarction. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the identification of patients at risk for life- threatening arrhythmias: implications for clinical trials. Circulation. 2001; 103: 2072–2077.
100. Bloch Thomsen P.E., Jons C., Raatikainen M.J., Moerch Joergensen R., et al.; Cardiac Arrhythmias and Risk Stratification After Acute Myocardial Infarction (CARISMA) Study Group. Long-term recording of cardiac arrhythmias with an implantable cardiac monitor in patients with reduced ejection fraction after acute myocardial infarction: The Cardiac Arrhythmias and Risk Stratification After Acute Myocardial Infarction (CARISMA) study. Circulation. 2010; 122: 1258–1264.
101. Hofsten D.E., Wachtell K., Lund B., Molgaard H., et al. Prevalence and prognostic implications of non-sustained ventricular tachycardia in ST-segment elevation myocardial infarction after revascularization with either fibrinolysis or primary angioplasty. Eur Heart J. 2007; 28: 407–414.
102. Katritsis D.G., Siontis G.C., Camm A.J. Prognostic significance of ambulatory ECG monitoring for ventricular arrhythmias. Prog Cardiovasc Dis. 2013; 56: 133–142.
103. Doval H.C., Nul D.R., Grancelli H.O., Varini S.D., et al. Nonsustained ventricular tachycardia in severe heart failure. Independent marker of increased mortality due to sudden death. GESICA-GEMA Investigators. Circulation. 1996; 94: 3198–3203.
104. Buxton A.E., Lee K.L., Hafley G.E., Pires L.A., et al. MUSTT Investigators. Limitations of ejection fraction for prediction of sudden death risk in patients with coronary artery disease: Lessons from the MUSTT study. J Am Coll Cardiol. 2007; 50: 1150–1157.
105. Maggioni A.P., Zuanetti G., Franzosi M.G., Rovelli F., et al. Prevalence and prognostic significance of ventricular arrhythmias after acute myocardial infarction in the fibrinolytic era. GISSI-2 results. Circulation. 1993; 87: 312–322.
106. Makikallio T.H., Barthel P., Schneider R., Bauer A., et al. Prediction of sudden cardiac death after acute myocardial infarction: role of Holter monitoring in the modern treatment era. Eur Heart J. 2005; 26: 762–769.
107. Singh S.N., Fisher S.G., Carson P.E., Fletcher R.D. Prevalence and significance of nonsustained ventricular tachycardia in patients with premature ventricular contractions and heart failure treated with vasodilator therapy. Department of Veterans Affairs CHF STAT Investigators. J Am Coll. Cardiol. 1998; 32: 942–947.
108. Teerlink J.R., Jalaluddin M., Anderson S., Kukin M.L., et al. Ambulatory ventricular arrhythmias in patients with heart failure do not specifically predict an increased risk of sudden death. PROMISE (Prospective Randomized Milrinone Survival Evaluation) Investigators. Circulation. 2000; 101: 40–46.
109. Buxton A.E., Lee K.L., Fisher J.D., Josephson M.E., et al. A randomized study of the prevention of sudden death in patients with coronary artery disease. Multicenter Unsustained Tachycardia Trial Investigators. N Engl J Med. 1999; 341: 1882–1890.
110. Moss A.J., Hall W.J., Cannom D.S., Daubert J.P., et al. Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial Investigators. N Engl J Med. 1996; 335: 1933–1940.
111. Priori S.G., Blomstrom-Lundqvist C., Mazzanti A., Blom N., et al. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: 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: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). Eur Heart J. 2015; 36: 2793–2867.

112. Baman T.S., Lange D.C., Ilg K.J., Gupta S.K., et al. Relationship between burden of premature ventricular complexes and left ventricular function. Heart Rhythm. 2010; 7: 865–869.

113. Pedersen C.T., Kay G.N., Kalman J., Borggrefe M., et al. EP-Europace, UK. EHRA/HRS/ APHRS expert consensus on ventricular arrhythmias. Heart Rhythm. 2014; 11: e166–e196.

114. Okutucu S., Oto A. Risk stratification in nonischemic dilated cardiomyopathy: current perspectives. Cardiol J. 2010; 17: 219–229.

115. Goldberger J.J., Cain M.E., Hohnloser S.H., Kadish A.H., et al.; Heart Rhythm Society. American Heart Association/American College of Cardiology Foundation/Heart Rhythm Society scientific statement on noninvasive risk stratification techniques for identifying patients at risk for sudden cardiac death. A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology Committee on Electrocardiography and Arrhythmias and Council on Epidemiology and Prevention. J Am Coll Cardiol. 2007; 50: 225.

116. Goldberger J.J., Subacius H., Patel T., Cunnane R., et al. Sudden cardiac death risk stratification in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol. 2014; 63: 1879–1889.

117. Iacoviello M., Forleo C., Guida P., Romito R., et al. Ventricular repolarization dynamicity provides independent prognostic information toward major arrhythmic events in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol. 2007; 50: 225–231.

118. Grimm W., Christ M., Bach J., Muller H.H., et al. Noninvasive arrhythmia risk stratification in idiopathic dilated cardiomyopathy: results of the Marburg Cardiomyopathy Study. Circulation. 2003; 108: 2883–2891.

119. Sousa de M.R., Morillo C.A., Rabelo F.T., Nogueira Filho A.M., et al. Non-sustained ventricular tachycardia as a predictor of sudden cardiac death in patients with left ventricular dysfunction: a meta-analysis. Eur J Heart Fail. 2008; 10: 1007–1014.

120. Maron B.J., Ommen S.R., Semsarian C., Spirito P., et al. Hypertrophic cardiomyopathy: present and future, with translation into contemporary cardiovascular medicine. J Am Coll Cardiol. 2014; 64: 83–99. Erratum in: J Am Coll Cardiol. 2014; 64: 1188.

121. Finocchiaro G., Pinamonti B., Merlo M., Brun F., et al. Prognostic role of clinical presentation in symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy. J Cardiovasc Med. 2012; 13: 810–818.

122. Monserrat L., Elliott P.M., Gimeno J.R., Sharma S., et al. Non-sustained ventricular tachycardia in hypertrophic cardiomyopathy: an independent marker of sudden death risk in young patients. J Am Coll Cardiol. 2002; 42: 873–879.

123. Adabag A.S., Casey S.A., Kuskowski M.A., Zenovich A.G., et al. Spectrum and prognostic significance of arrhythmias on ambulatory Holter electrocardiogram in hypertrophic cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol. 2005; 45: 697–704.

124. Adabag A.S., Maron B.J., Appelbaum E., Harrigan C.J., et al. Occurrence and frequency of arrhythmias in hypertrophic cardiomyopathy in relation to delayed enhancement on cardiovascular magnetic resonance. J Am Coll Cardiol. 2008; 51: 1369–1374.

125. O'Mahony C., Jichi F., Pavlou M., Monserrat L., et al. Hypertrophic Cardiomyopathy Outcomes Investigators. A novel clinical risk prediction model for sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy (HCM risk-SCD). Eur Heart J. 2014; 35: 2010–2020.

126. Francia P., Santini D., Musumeci B., Semprini L., et al. Clinical impact of nonsustained ventricular tachycardia recorded by the implantable cardioverter-defibrillator in patients with hypertrophic cardiomyopathy. J Cardiovasc Electrophysiol. 2014; 25: 1180–1187.

127. Corrado D., Basso C., Schiavon M., Pelliccia A., et al. Preparticipation screening of young competitive athletes for prevention of sudden cardiac death. J Am Coll Cardiol. 2008; 52: 1981–1989.

128. Marcus F.I., McKenna W.J., Sherrill D., Basso C., et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/ dysplasia: proposed modification of the Task Force criteria. Circulation. 2010; 121: 1533–1541.

129. Camm C.F., Tichnell C., James C.A., Murray B., et al. Premature ventricular contraction variability in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. J Cardiovasc Electrophysiol. 2015; 26: 53–57.

130. Bhonsale A., James C.A., Tichnell C., Murray B., et al. Incidence and predictors of implantable cardioverter-defibrillator therapy in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy undergoing implantable cardioverter-defibrillator implantation for primary prevention. J Am Coll Cardiol. 2011; 58: 1485–1496.

131. Saguner A.M., Ganahl S., Kraus A., Baldinger S.H., et al. Clinical role of atrial arrhythmias in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia. Circ J. 2014; 78: 2854–2861.

132. te Riele A.S., James C.A., Bhonsale A., Groeneweg J.A., et al. Malignant arrhythmogenic right ven tricular dysplasia/ cardiomyopathy with a normal 12-lead electrocardiogram: a rare but underrecognized clinical entity. Heart Rhythm. 2013; 10: 1484–1491.

133. te Riele A.S., James C.A., Rastegar N., Bhonsale A., et al. Yield of serial evaluation in at-risk family members of patients with ARVD/C. J Am Coll Cardiol. 2014; 64: 293–301.

134. Skanes A.C., Obeyesekere M., Klein G.J. Electrophysiology testing and catheter ablation are helpful when evaluating asymptomatic patients with Wolff-Parkinson-White pattern. Card Electrophysiol Clin. 2015; 7: 377–383.

135. Santinelli V., Radinovic A., Manguso F., Vicedomini G., et al. The natural history of asymptomatic ventricular pre-excitation a long-term prospective follow-up study of 184 asymptomatic children. J Am Coll Cardiol. 2009; 53: 275–280.

136. Priori S.G., Wilde A.A., Horie M., Cho Y., et al. HRS/EHRA/ APHRS expert consensus statement on the diagnosis and management of patients with inherited primary arrhythmia syndromes: document endorsed by HRS, EHRA, and APHRS in May 2013 and by ACCF, AHA, PACES, and AEPC in June 2013. Heart Rhythm. 2013; 10: 1932–1963.

137. Zareba W., Cygankiewicz I. Long QT syndrome and short QT syndrome. Prog Cardiovasc Dis. 2008; 51: 264–278.

138. Merri M., Moss A.J., Benhorin J., Locati E.H., et al. Relationship between ventricular repolarization and cardiac cycle length during 24-hour electrocardiographic (Holter) recordings: findings in normals and patients with long QT syndrome. Circulation. 1992; 85: 1816–1821.

139. Locati E.H., Maison-Blanche P., Dejode P., Cauchemez B., et al. Spontaneous sequences of onset of torsade de pointes in patients with prolonged repolarization: quantitative analysis of Holter recordings. J Am Coll Cardiol. 1995; 25: 1564–1575.

140. Molnar J., Zhang F., Weiss J., Ehlert F.A., et al. Diurnal pattern of QTc interval: how long is prolonged? Possible relation to circadian triggers of cardiovascular events. J Am Coll Cardiol. 1996; 27: 76–83.
141. Giustetto C., Di Monte F., Wolpert C., Borggrefe M., et al. Short QT syndrome: Clinical findings and diagnostic-therapeutic implications. Eur Heart J. 2006; 27: 2440–2447.
142. Cerrato N., Giustetto C., Gribaudo E., Richiardi E., et al. Prevalence of type 1 Brugada electrocardiographic pattern evaluated by twelve- lead twenty-four-hour Holter monitoring. Am J Cardiol. 2015; 115: 52–56.
143. Shimeno K., Takagi M., Maeda K., Tatsumi H., et al. Usefulness of multichannel Holter ECG recording in the third intercostal space for detecting type 1 Brugada ECG: Comparison with repeated 12-lead ECGs. J Cardiovasc Electrophysiol. 2009; 20: 1026–1031.
144. Hayashi M., Denjoy I., Extramiana F., Maltret A., et al. Incidence and risk factors of arrhythmic events in catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. Circulation. 2009; 119: 2426–2434.
145. Haissaguerre M., Derval N., Sacher F., Jesel L., et al. Sudden cardiac arrest associated with early repolarization. N Engl J Med. 2008; 358: 2016–2023.
146. Macfarlane P.W., Antzelevitch C., Haissaguerre M., Huikuri H.V., et al. The early repolarization pattern: a consensus paper. J Am Coll Cardiol. 2015; 66: 470–477.
147. Maury P., Rollin A. Prevalence of early repolarisation/J wave patterns in the normal population. J Electrocardiol. 2013; 46: 411–416.
148. Rosso R., Kogan E., Belhassen B., Rozovski U., et al. J-point elevation in survivors of primary ventricular fibrillation and matched control subjects: incidence and clinical significance. J Am Coll Cardiol. 2008; 52: 1231–1238.
149. Nam G.B., Ko K.H., Kim J., Park K.M., et al. Mode of onset of ventricular fibrillation in patients with early repolarization pattern vs Brugada syndrome. Eur Heart J. 2010; 31: 330–339.
150. Coresh J., Astor B.C., Greene T., Eknoyan G., et al. Prevalence of chronic kidney disease and decreased kidney function in the adult US population: Third National Health and Nutrition Examination Survey. Am J Kidney Dis. 2003; 41: 1–12.
151. Foley R.N. Clinical epidemiology of cardiac disease in dialysis patients: left ventricular hypertrophy, ischemic heart disease, and cardiac failure. Semin Dial. 2003; 16: 111–117.
152. Cheung A.K., Sarnak M.J., Yan G., Berkoben M., et al. Cardiac diseases in maintenance hemodialysis patients: results of the HEMO Study. Kidney Int. 2004; 65: 2380–2389.
153. Bleyer A.J., Hartman J., Brannon P.C., Reeves-Daniel A., et al. Characteristics of sudden death in hemodialysis patients. Kidney Int. 2006; 69: 2268–2273.
154. Burton J.O., Jefferies H.J., Selby N.M., McIntyre C.W. Hemodialysis-induced cardiac injury: determinants and associated outcomes. Clin J Am Soc Nephrol. 2009; 4: 914–920.
155. Mohi-ud-din K., Bali H.K., Banerjee S., Sakhuja V., et al. Silent myocardial ischemia and high-grade ventricular arrhythmias in patients on maintenance hemodialysis. Ren Fail. 2005; 27: 171–175.
156. Rodriguez-Fernandez R., Infante O., Perez-Grovas H., Hernandez E., et al. Visual three-dimensional representation of beat-to-beat Electrocardiogram Traces During Hemodiafiltration. Artif Organs. 2012; 36: 543–551.
157. Green D., Batchvarov V., Wijesekara C., Kalra P.A., et al. Dialysis-dependent changes in ventricular repolarization. Pacing Clin Electrophysiol. 2012; 35: 703–710.
158. Saygi S., Asci G., Dheir H., Duman S., et al. Ventricular arrhythmia in dialysis patients: a link with higher hemoglobin levels? Hemodialys Int. 2011; 15: 250–255.
159. Poulikakos D., Banerjee D., Malik M. T wave morphology changes during hemodialysis. J Electrocardiol. 2013; 46: 492–496.
160. Buiten M.S., de Bie M.K., Rotmans J.I., Gabreels B.A., et al. The dialysis procedure as a trigger for atrial fibrillation: new insights in the development of atrial fibrillation in dialysis patients. Heart. 2014; 100: 685–690.
161. Groh W.J., Groh M.R., Saha C., Kincaid J.C., et al. Electrocardiographic abnormalities and sudden death in myotonic dystrophy type I. N Engl J Med. 2008; 358: 2688–2697.
162. Baranchuk A., Simpson C.S., Redfearn D.P., Fitzpatrick M. It's time to wake up! Sleep apnea and cardiac arrhythmias. Europace. 2008; 10: 666–667.
163. Hersi A.S. Obstructive sleep apnea and cardiac arrhythmias. Ann Thorac Med. 2010; 6: 10–17.
164. Todd K., McIntyre W.F., Baranchuk A. Obstructive sleep apnea and atrial fibrillation. Nat Sci Sleep. 2010; 2: 39–45.
165. Baranchuk A. Sleep apnea, cardiac arrhythmias and conduction disorders. J Electrocardiol. 2012; 45: 508–512.
166. Monahan K., Storfer-Isser A., Mehra R., Shahar E., et al. Triggering of nocturnal arrhythmias by sleep-disordered breathing events. J Am Coll Cardiol. 2009; 54: 1797–1804.
167. Zipes D.P., Link M.S., Ackerman M.J., Kovacs R.J., et al. The American College of Cardiology. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 9: arrhythmias and conduction defects: a Scientific Statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. Circulation. 2015; 132: e315–e325.
168. Biffi A., Pelliccia A., Verdile L., Fernando F., et al. Long-term clinical significance of frequent and complex ventricular tachyarrhythmias in trained athletes. J Am Coll Cardiol. 2002; 40: 446–452.
169. Pelliccia A., Fagard R., Bjornstad H.H., Anastassakis A., et al. Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. Eur Heart J. 2005; 26: 1422–1445.
170. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. 1996; 93: 1043–1065.
171. Sassi R., Cerutti S., Lombardi F., Malik M., et al. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. Europace. 2015; 17: 1341–1353.
172. Wellens H.J., Schwartz P.J., Lindemans F.W., Buxton A.E., et al. Risk stratification for sudden cardiac death: current status and challenges for the future. Eur. Heart J. 2014; 35: 1642–1651.

173. Perkiomaki J.S., Makikallio T.H., Huikuri H.V. Nonlinear analysis of heart rate variability: fractal and complexity measures of heart rate behavior. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2000; 5: 179–187.
174. Bigger Jr J.T., Fleiss J.L., Steinman R.C., Rolnitzky L.M., et al. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. Circulation. 1992; 85: 164–171.
175. Kleiger R.E., Miller J.P., Bigger J.T., Moss A.J. The Multicenter PostInfarction Research Group. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. Am J Cardiol. 1987; 59: 256–262.
176. La Rovere M.T., Pinna G.D., Maestri R., Mortara A., et al. Short-term heart rate variability strongly predicts sudden death in chronic heart failure. Circulation. 2003; 107: 565–570.
177. La Rovere M.T., Pinna G.D., Maestri R., Barlera S., et al. GISSI-HF Investigators. Autonomic markers and cardiovascular and arrhythmic events in heart failure patients: still a place in prognostication? Data from the GISSI-HF trial. Eur J Heart Fail. 2012; 14: 1410–1419.
178. Exner D.V., Kavanagh K.M., Slawnych M.P., Mitchell L.B., et al. REFINE Investigators. Noninvasive risk assessment early after a myocardial infarction the REFINE study. J Am Coll Cardiol. 2007; 50: 2275–2284.
179. Huikuri H.V., Raatikainen M.J., Moerch-Joergensen R., Hartikainen J., et al. Cardiac Arrhythmias and Risk Stratification after Acute Myocardial Infarction Study Group. Prediction of fatal or near-fatal cardiac arrhythmia events in patients with depressed left ventricular function after an acute myocardial infarction. Eur Heart J. 2009; 30: 689–698.
180. Hohnloser S.H., Kuck K.H., Dorian P., Roberts R.S., et al. DINAMIT Investigators. Prophylactic use of an implantable cardioverter-defibrillator after acute myocardial infarction. N Engl J Med. 2004; 351: 2481–2488.
181. Steinbeck G., Andresen D., Seidl K., Brachmann J., et al. IRIS Investigators. Defibrillator implantation early after myocardial infarction. N Engl J Med. 2009; 361: 1427–1436.
182. Landolina M., Gasparini M., Lunati M., Santini M., et al. InSync/InSync ICD Italian Registry Investigators. Heart rate variability monitored by the implanted device predicts response to CRT and long-term clinical outcome in patients with advanced heart failure. Eur J Heart Fail. 2008; 10: 1073–1079.
183. Rashba E.J., Estes N.A., Wang P., Schaechter A., et al. Preserved heart rate variability identifies low-risk patients with nonischemic dilated cardiomyopathy: results from the DEFINITE trial. Heart Rhythm. 2006; 3: 281–286.
184. Schmidt G., Malik M., Barthel P., Schneider R., et al. Heart rate turbulence after ventricular premature beats as a predictor of mortality after myocardial infarction. Lancet. 1999; 353: 1360–1396.
185. Bauer A., Malik M., Schmidt G., Barthel P., et al. Heart rate turbulence: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: International Society for Holter and Noninvasive Electrophysiology Consensus. J Am Coll Cardiol. 2008; 52: 1353–1365.
186. Barthel P., Schneider R., Bauer A., Ulm K., et al. Risk stratification after acute myocardial infarction by heart rate turbulence. Circulation. 2003; 108: 1221–1226.
187. Cygankiewicz I., Zareba W., Vazquez R., Vallverdu M., et al. Muerte Subita en Insuficiencia Cardiaca Investigators. Heart rate turbulence predicts all-cause mortality and sudden death in congestive heart failure patients. Heart Rhythm. 2008; 5: 1095–1102.
188. Cygankiewicz I. Heart rate turbulence. Prog Cardiovasc Dis. 2013; 56: 160–171.
189. Huikuri H.V., Exner D.V., Kavanagh K.M., Aggarwal S.G., et al. CARISMA and REFINE Investigators. Attenuated recovery of heart rate turbulence early after myocardial infarction identifies patients at high risk for fatal or near-fatal arrhythmic events. Heart Rhythm. 2010; 7: 229–235.
190. Cygankiewicz I., Zareba W., Vazquez R., Almendral J., et al. MUSIC Investigators. Prognostic value of QT/RR slope in predicting mortality in patients with congestive heart failure. J Cardiovasc Electrophysiol. 2008; 19: 1066–1072.
191. Cygankiewicz I., Zareba W., Vazquez R., Bayes-Genis A., et al. MUSIC Investigators. Risk stratification of mortality in patients with heart failure and left ventricular ejection fraction >35%. Am J Cardiol. 2009; 103: 1003–1010.
192. Chevalier P., Burri H., Adeleine P., Kirkorian G., et al. QT dynamicity and sudden death after myocardial infarction: results of long term follow up study. J Cardiovasc Electrophysiol. 2002; 14: 227–233.
193. Fujiki A., Sugao M., Nishida K., Sakabe M., et al. Repolarization abnormality in idiopathic ventricular fibrillation: assessment using 24-hour QT-RR and QaT-RR relationships. J Cardiovasc Electrophysiol. 2004; 15: 59–63.
194. Jensen B.T., Abildstrom S.Z., Larroude C.E., Agner E., et al. QT dynamics in risk stratification after myocardial infarction. Heart Rhythm. 2005; 2: 357–364.
195. Jackman W.M., Friday K.J., Anderson J.L., Aliot E.M., et al. The long QT syndromes: a critical review, new clinical observations and a unifying hypothesis. Prog Cardiovasc Dis. 1988; 31: 115–172.
196. Moss A.J., Schwarz P.J. Delayed repolarization (QT or QTU prolongation) and malignant ventricular arrhythmias. Mod Concepts Cardiovasc Dis. 1982; 51: 85–92.
197. Roden D. The long QT syndrome and torsades de pointes: basic and clinical aspects. Cardiac Pacing and Electrophysiology / eds N. El-Sherif, P. Samet. Philadelphia : W.B. Saunders. 1991: 265-283.
198. Berger R.D., Kasper E.K., Baughman K.L., Marban E., et al. Beat-to-beat QT interval variability. Novel evidence for repolarization lability in ischemic and nonischemic dilated cardiomyopathy. Circulation. 1997; 96: 1557–1565.
199. Dobson C.P., Kim A., Haigney M. QT variability index. Prog Cardiovasc Dis. 2013; 56: 186–194.
200. Gold M.R., Ip J.H., Costantini O., Poole J.E., et al. Role of microvolt T-wave alternans in assessment of arrhythmia vulnerability among patients with heart failure and systolic dysfunction: primary results from the T-wave alternans sudden cardiac death in heart failure trial substudy. Circulation. 2008; 118: 2022–2028.
201. Kentta T., Tulppo M.P., Nearing B.D., Karjalainen J.J., et al. Effects of exercise rehabilitation on cardiac electrical instability assessed by T-wave alternans during ambulatory electrocardiogram monitoring in coronary artery disease patients without versus with diabetes mellitus. Am J Cardiol. 2014; 114: 832–837.
202. Verrier R.L., Klingenheben T., Malik M., El-Sherif N., et al. Microvolt T-wave alternans: physiological basis, methods of measurement, and clinical utility-Consensus guideline by the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology. J Am Coll Cardiol. 2011; 58: 1309–1324.
203. Verrier R.L., Ikeda T. Ambulatory ECG-based T-wave alternans monitoring for risk assessment and guiding medical therapy: mechanisms and clinical applications. Prog Cardiovasc Dis. 2013; 56: 172–185.
204. Chow T., Kereiakes D.J., Onufer J., Woelfel A., et al. Does microvolt T-wave alternans testing predict ventricular tachyarrhythmias in patients with ischemic cardiomyopathy and prophylactic defibrillators? The MASTER trial. J Am Coll Cardiol. 2008; 52: 1607–1615.

205. Zipes D.P., Camm A.J., Borggrefe M., Buxton A.E., et al. Heart Rhythm Society. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. Circulation. 2006; 114: e385–e484.
206. Nieminen T., Scirica B., Pegler J.R.M., Tavares C., et al. Relation of T-wave alternans to mortality and nonsustained ventricular tachycardia in patients with non-ST segment elevation acute coronary syndrome from the MERLIN-TIMI 36 trial of ranolazine versus placebo. Am J Cardiol. 2014; 114: 1723.
207. Uchimura-Makita Y., Nakano Y., Tokuyama T., Fujiwara M., et al. Time-domain T-wave alternans is strongly associated with a history of ventricular fibrillation in patients with Brugada Syndrome. J Cardiovasc Electrophysiol. 2014; 25: 1021–1027.
208. Cantillon D.J. Evaluation and management of premature ventricular complexes. Cleve Clin J Med. 2013; 80: 377–387.
209. Diem B.H., Stellbrink C., Michel M., Schauerte P., et al. Temporary disturbances of the QT interval precede the onset of ventricular tachyarrhythmias in patients with structural heart diseases. Pacing Clin Electrophysiol. 2002; 25: 1413–1418.
210. Lewis B.H., Antman E.M., Graboys T.B. Detailed analysis of 24 hour ambulatory electrocardiographic recordings during ventricular fibrillation or torsade de pointes. J Am Coll Cardiol. 1983; 2: 426–436.
211. Aliot E.M., Stevenson W.G., Almendral-Garrote J.M., Bogun F., et al. American Heart Association (AHA). EHRA/HRS Expert Consensus on Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias: Developed in a partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA), a Registered Branch of the European Society of Cardiology (ESC), and the Heart Rhythm Society (HRS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC) and the American Heart Association (AHA). Heart Rhythm. 2009; 6: 886–933.
212. Reis Mdo C., Silva N.C., de Paola A.A., Filho B.L. Ventricular arrhythmias are not a short-term reproducible phenomenon – why long recording monitoring is necessary. J Electrocardiol. 2014; 47: 335–341.
213. Drew B.J., Ackerman M.J., Funk M., Gibler W.B., et al. The American College of Cardiology Foundation. Prevention of torsade de pointes in hospital settings: a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology Foundation. Circulation. 2012; 121: 1047–1060. Erratum in: Circulation. 2010; 122: e440.
214. Moss A.J., Zareba W., Benhorin J., Couderc J.P., et al. ISHNE guidelines for electrocardiographic evaluation of drug-related QT prolongation and other alterations in ventricular repolarization: task force summary. A report of the Task Force of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology (ISHNE), Committee on Ventricular Repolarization. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2001; 6: 333–341.
215. Kennedy H.L. Silent atrial fibrillation: Definition, clarification, and unanswered issues. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2015; 20: 518–525.
216. Calkins H., Kuck K., Cappato R., Brugada J., et al. Heart Rhythm Society Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation. 2012 HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: Recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. Heart Rhythm. 2012; 9: 632–696.
217. Sauer W.H., Alonso C., Zado E., Cooper J.M., et al. Atrioventricular nodal reentrant tachycardia in patients referred for atrial fibrillation ablation: response to ablation that incorporates slow-pathway modification. Circulation. 2006; 114: 191–195.
218. Barrett P.M., Komatireddy R., Haaser S., Topol S., et al. Comparison of 24-hour Holter monitoring with 14-day novel adhesive patch electrocardiographic monitoring. Am J Med 2014; 27: 95e11–95e17.
219. Schreiber D., Sattar A., Drigalla D., Higgins S. Ambulatory cardiac monitoring for discharged emergency department patients with possible cardiac arrhythmias. West J Emerg Med. 2014; 15: 194–198.
220. Charitos E.I., Purerfellner H., Glotzer T.V., Ziegler P.D. Clinical classifications of atrial fibrillation poorly reflect its temporal persistence: Insights from 1,195 patients continuously monitored with implantable devices. J Am Coll Cardiol. 2014; 63: 2840–2848.
221. Joshi S., Choi A., Kamath G., Raiszadeh F., et al. Prevalence, predictors and prognosis of atrial fibrillation early after pulmonary vein isolation: findings from 3 months of continuous automatic ECG loop recordings. J Cardiovasc Electrophysiol. 2009; 20: 1089–1094.
222. Steinberg J.S., Palekar R., Sichrovsky T., Arshad A., et al. Very long-term outcome after initially successful catheter ablation of atrial fibrillation. Heart Rhythm. 2014; 11: 771–776.
223. Hindricks G., Piorkowski C., Tanner H., Kobza R., et al. Perception of atrial fibrillation before and after radiofrequency catheter ablation: Relevance of asymptomatic arrhythmia recurrence. Circulation. 2005; 112: 307–313.
224. Wolf P., Abbott R., Kannel W. Atrial fibrillation: a major contributor to stroke in the elderly. Arch Intern Med. 1987; 147: 1561–1564.
225. Liao J., Khalid Z., Scallan C., Morillo C., et al. Noninvasive cardiac monitoring for detecting paroxysmal atrial fibrillation or flutter after acute ischemic stroke: a systemic review. Stroke. 2007; 38: 2935–4290.
226. Hart R., Halperin J. Atrial fibrillation and stroke. Stroke. 2001; 32: 803–808.
227. Marini C., De Santis F., Sacco S., Russo T., et al. Contribution of atrial fibrillation to incidence and outcome of ischemic stroke: results from a population-based study. Stroke. 2005; 36: 1115–1119.
228. Kishore A., Vail A., Majid A., Dawson J., et al. Detection of atrial fibrillation after ischemic stroke or transient ischemic attack. Stroke. 2014; 45: 520–526.
229. Gladstone D.J., Spring M., Dorian P., Panzov V., et al. EMBRACE Investigators and Coordinators. Atrial fibrillation in patients with cryptogenic stroke. N Engl J Med. 2014; 370: 2467–2477.
230. Sanna T., Diener H., Passman R., Di Lazzaro V., et al. Cryptogenic stroke and underlying atrial fibrillation. N Engl J Med. 2014; 370: 2478–2486.
231. Alboni P., Botto G., Baldi N., Luzi M., et al. Outpatient treatment of recent-onset atrial fibrillation with the «Pill-in-the-Pocket» approach. N Engl J Med. 2004; 351: 2383–2391.
232. January C.T., Wann L.S., Alpert J.S., Calkins H., et al. American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2014 HA/ACC/HRS guideline for the management of patients with atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. J Am Coll Cardiol. 2014; 64: e1–e76.
233. Wyse D., Waldo A., DiMarco J., Domanski M., et al. Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management (AFFIRM) Investigators. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation. N Engl J Med. 2002; 347: 1825–1833.
234. Van Gelder I.C., Groenveld H.F., Crijns H.J., Tuininga Y.S., et al. RACE II Investigators. Lenient versus strict rate control in patients with atrial fibrillation. N Engl J Med. 2010; 362: 1363–1373.

235. Zimetbaum P. Antiarrhythmic drug therapy for atrial fibrillation. Circulation. 2012; 125: 381–389.
236. Arya A., Hindricks G., Sommer P., Huo Y., et al. Long term results and the predictors of outcome of catheter ablation of atrial fibrillation using steerable sheath catheter navigation after single procedure in 674 patients. Europace. 2010; 12: 173–180.
237. Haverkamp W., Breithardt G., Camm A.J., Janse M.J., et al. The potential for QT prolongation and proarrhythmia by non-antiarrhythmic drugs. Clinical and regulatory implications. Cardiovasc Res. 2000; 47: 219–223.
238. Moss A.J. The QT interval and torsades de pointes. Drug Saf. 1999; 21 (1): 5–10.
239. Zareba W., Moss A.J., le Cessie S. Risk of cardiac events in family members of patients with long QT syndrome. J Am Coll Cardiol. 1995; 26: 1685–1691.
240. International Conference on Harmonisation. Guidance on E14 Clinical Evaluation of QT/QTc interval prolongation and proarrhythmic potential for non-antiarrhythmic drugs; availability. Fed Regist. 2005; 70 (61): 134–35.
241. Sarapa N., Morganroth J., Couderc J.P., Francom S.F., et al. Electrocardiographic identification of drug-induced QT prolongation: assessment by different recording and measurement method. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2004; 9: 48–57.
242. Ferber G., Zhou M., Darpo B. Detection of QTc effects in small studies – implications for replacing the thorough QT study. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2015; 20: 368–377.
243. Darpo B., Benson C., Dota C., Stoltz R.R., et al. Results from the IQ-CSRC prospective study support replacement of the thorough QT study by QT assessment in the early clinical phase. Clin Pharmacol Ther. 2015; 97: 326–335.
244. Darpo B., Garnett C., Keirns J., Stockbridge N. Implications of the IQ-CSRC Prospective Study: time to revise ICH E14. Drug Saf. 2015; 38: 773–780.
245. Andrikopoulos G., Tzeis S., Theodorakis G., Vardas P. Monitoring capabilities of cardiac rhythm management devices. Europace. 2010: 12: 17–23.
246. Barold S.S. Usefulness of Holter recordings in the evaluation of pacemaker function: Standard techniques and intracardiac recordings. Ann Noninvasive Electrocardiol. 1998; 3: 345–379.
247. Dubner S., Auricchio A., Steinberg J.S., Vardas P., et al. ISHNE/EHRA expert consensus on remote monitoring of cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs). Ann Noninvasive Electrocardiol. 2012; 17: 36–56.
248. Mittal S., Movsowitz C., Varma N. The modern EP practice: EHR and remote monitoring. Cardiol Clin. 2014; 32: 239–252.
249. Mittal S., Steinberg J.S. (eds.). Remote Patient Monitoring in Cardiology: a Case-Based Guide. 1st ed. New York: Demos Medical, 2012.
250. Ritter P. Holter in monitoring of cardiac pacing. Prog Cardiovasc Dis. 2013; 56: 211–223.
251. Varma N., Auricchio A. Recommendations for post-implant monitoring of patients with cardiovascular implantable electronic devices: where do we stand today? Europace. 2013; 15 (1): i11–i13.
252. Varma N., Ricci R.P. Telemedicine and cardiac implants: what is the benefit? Eur Heart J. 2013; 34: 1885–1895.
253. Brignole M., Auricchio A., Baron-Esquivias G., Bordachar P., et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and resynchronization therapy. The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). Eur Heart J. 2013; 34: 2281–2329.
254. Kamath G.S., Cotiga D., Koneru J.N., Arshad A., et al. The utility of 12-lead Holter monitoring in patients with permanent atrial fibrillation for the identification of nonresponders after cardiac resynchronization therapy. J Am Coll Cardiol. 2009; 53: 1050–1055.
255. DeCicco A.E., Finkel J.B., Greenspon A.J., Frisch D.R. Clinical significance of atrial fibrillation detected by cardiac implantable electronic devices. Heart Rhythm. 2014; 11: 719–724.
256. Ofman P., Rahilly-Tierney C., Djousse L., Peralta A., et al. Pacing system malfunction is a rare cause of hospital admission for syncope in patients with a permanent pacemaker. Pacing Clin Electrophysiol. 2013; 36: 109–112.
257. Kumor M., Baranowski R., Kozluk E., Walczak F. Is the diagnostic function of pacemakers a reliable source of information about ventricular arrhythmias? Cardiol J. 2010; 17: 495–502.
258. Moss A.J., Schuger C., Beck C.A., Brown M.W., et al. MADIT-RIT Trial Investigators. Reduction in inappropriate therapy and mortality through ICD programming. N Engl J Med. 2012; 367: 2275–2283.
259. Wilkoff B.L., Love C.J., Byrd C.L., Bongiorni M.G., et al. American Heart Association. 2015 HRS/EHRA/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on optimal implantable cardioverter-defibrillator programming and testing. Heart Rhythm. 2016; 13: e50–e86.
260. Daubert J.C., Saxon L., Adamson P.B., Auricchio A., et al. 2012 EHRA/HRS expert consensus statement on cardiac resynchronization therapy in heart failure: Implant and follow-up recommendations and management. Heart Rhythm. 2012; 9: 1524–1576.
261. Pyszno-Prokopowicz D., Baranowski R., Bodalski R., Madej M., et al. R/S ratio variability in lead V1 observed between selected four-one-minute ECG fragments of 24-h ECG as a predictor of incomplete resynchronization during full 24-hECG – pilot study. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2016; 21: 397–403.
262. Habib G., Hoen B., Tornos P., Thuny F., et al. ESC Committee for Practice Guidelines. Guidelines on the prevention, diagnosis, and treatment of infective endocarditis (new version 2009): the Task Force on the Prevention, Diagnosis, and Treatment of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) and the International Society of Chemotherapy (ISC) for Infection and Cancer. Eur Heart J. 2009; 30: 2369–2413.
263. Wilkoff B.L., Love C.J., Byrd C.L., Bongiorni M.G., et al. Heart Rhythm Society; American Heart Association. Transvenous lead extraction: Heart Rhythm Society expert consensus on facilities, training, indications, and patient management: this document was endorsed by the American Heart Association (AHA). Heart Rhythm. 2009; 6: 1085–1104.
264. Drew B.J., Krucoff M.W. The ST-Segment Monitoring Practice Guideline International Working Group. Multilead ST-segment monitoring in patients with acute coronary syndromes: a consensus statement for healthcare professionals. Am J Crit Care. 1999; 8: 372–388.
265. Pettersen T.R., Falun N., Norekvai T.M. Improvement of inhospital telemetry monitoring in coronary care units: an intervention study for achieving optimal electrode placement and attachment, hygiene and delivery of critical information to patients. Eur J Cardiovasc Nurs. 2014; 13: 515–523.
266. Sendelbach S., Funk M. Alarm fatigue: a patient safety concern. AACN Adv Crit Care. 2013; 24: 378–386.

267. Atzema C., Schull M.J., Borgundvaag B., Slaughter G.R., et al. ALARMED: adverse events in low risk patients with chest pain receiving continuous electrocardiographic monitoring in the emergency department: a pilot study. Am J Emerg Med. 2006; 24: 62–67.
268. Chambrin M.C., Ravaux P., Calvelo-Aros D., Jaborska A., et al. Multicenter study of monitoring alarms in the adult intensive care unit: a descriptive analysis. Intensive Care Med. 1999; 25: 1360–1366.
269. Lawless S.T. Crying wolf: False alarms in a pediatric intensive care unit. Crit Care Med. 1994; 22: 981–985.
270. Siebig S., Kuhls S., Imhoff M., Gather U., et al. Intensive care unit alarms: how many do we need? Crit Care Med. 2010; 38: 451–456.
271. Tsien C.L., Fackler J.C. Poor prognosis for existing monitors in the intensive care unit. Crit Care Med. 1997; 25: 614–619.
272. Estrada C.A., Rosman H.S., Prasad N.K., Battilana G., et al. Role of telemetry monitoring in the non-intensive care unit. Am J Cardiol. 1995; 76: 960–965.
273. Pennsylvania Patient Safety Authority (ed.) Alarm Interventions during Medical Telemetry Monitoring: a Failure Mode and Effects Analysis. Suppl. rev ed. Pennsylvania, PA: Pennsylvania Patient Safety Advisory, 2008.
274. The Joint Commission. NPSG.06.01.01 on clinical alarm safety for hospitals, 2014. URL: http://www.jointcommission.org/assets/1/18/ JCP0713_Announce_New_NSPG.pdf.
275. Clochesy J.M., Cifani L., Howe K. Electrode site preparation techniques: a follow-up study. Heart Lung. 1991; 20: 27–30.
276. Cvach M.M., Biggs M., Rothwell K.J., Charles-Hudson C. Daily electrode change and effect on cardiac monitor alarms: an evidence- based practice approach. J Nurs Care Qual. 2012; 28: 265–271.
277. Burgess L.P.A. Alarm limit settings for early warning systems to identify at risk patients. J Adv Nurs. 2009; 65: 1844–1852.
278. Hollander J.E., Valentine S.M., McCuskey C.F., Brogan Jr G.X. Are monitored telemetry beds necessary for patients with nontraumatic chest pain and normal or nonspecific electrocardiograms? Am J Cardiol. 1997; 79: 1110–1111.
279. Henriques-Forsythe M.N., Ivoneye C.C., Kamuguisha L.K.K., Jamched U., et al. Is telemetry overused? Is it as helpful as thought? Cleve Clin J Med. 2009; 76: 368–372.
280. Schull M.J., Redelmeier D.A. Continuous electrocardiographic monitoring and cardiac arrest outcomes in 8,932 telemetry war patients. Acad Emerg Med. 2000; 7: 647–652.
281. Cantillon D.J., Loy M., Burkle A., Pengel S., et al. Association between off-site central monitoring using standardized cardiac telemetry and clinical outcomes among non-critically ill patients. JAMA. 2016; 316: 519–524.
282. Funk M., Parkosewich J.A., Johnson C.R., Stukshis I. Effect of dedicated monitor watchers on patients' outcomes. Am J Crit Care. 1997; 6: 318–323.
283. Stukshis I., Funk M., Johnson C.R., Parkosewich J.A. Accuracy of detection of clinically important dysrhythmias with and without a dedicated monitor watcher. Am J Crit Care. 1997; 6: 312–317.
284. Fletcher G.F., Chiaramida A.J., LeMay M.R., Johnston B.L., et al. Telephonically-monitored home exercise early after coronary artery bypass surgery. Chest. 1984; 86: 198–202.
285. Shaw D.K., Sparks K.E., Jennings 3rd H.S. Transtelephonic exercise monitoring: a review. J Cardiopulm Rehabil. 1998; 18: 263–270.
286. Zutz A., Ignaszewski A., Bates J., Lear S.A. Utilization of the internet to deliver cardiac rehabilitation at a distance: a pilot study. Telemed J e-Health. 2007; 13: 323–330.
287. Piotrowicz E., Piotrowicz R. Cardiac telerehabilitation: current situation and future challenges. Eur J Prev Cardiol. 2013: 20 (2): 12–16.
288. Kouidi E., Farmakiotis A., Kouidis N., Deligiannis A. Transtelephonic electrocardiographic monitoring of an outpatient cardiac rehabilitation programme. Clin. Rehabil. 2006; 20: 1100–1104.
289. Piotrowicz E., Baranowski R., Bilinska M., Stepnowska M., et al. A new model of home-based telemonitored cardiac rehabilitation in patients with heart failure: effectiveness, quality of life, and adherence. Eur J Heart Fail. 2010; 12: 164–171.
290. Smart N., Haluska B., Jeffriess L., Marwick T.H. Predictors of a sustained response to exercise training in patients with chronic heart failure: a telemonitoring study. Am Heart J. 2005; 150: 1240–1247.
291. Wootton R. Twenty years of medicine in chronic disease management: an evidence synthesis. J Telemed Telecare. 2012; 18: 211–220.
292. Inglis S.C., Clark R.A., McAlister F.A., Stewart S., et al. Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: Abridged Cochrane Review. Eur J Heart Fail. 2011; 13: 1028–1040.
293. Chaudhry S.I., Mattera J.A., Curtis J.P., Spertus J.A., et al. Telemonitoring in patients with heart failure. N Engl J Med. 2010; 363: 2301–2309.
294. Koehler F., Winkler S., Schieber M., Sechtem U., et al. Telemedical Interventional Monitoring in Heart Failure Investigators. Impact of remote telemedical management on mortality and hospitalizations in ambulatory patients with chronic heart failure: the telemedical interventional monitoring in heart failure study. Circulation. 2011; 123: 1873–1880.
295. European Commission. GREEN PAPER on mobile Health («mHealth»), 2014. URL: http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/green-paper-mobile-health-mhealth
296. Lowres N., Neubeck L., Salkeld G., Krass I., et al. Feasibility and cost-effectiveness of stroke prevention through community screening for atrial fibrillation using iPhone ECG in pharmacies. The SEARCH-AF study. J Thromb Haemost. 2014; 111: 1167–1176.
297. Nguyen H.H., Van Hare G.F., Rudokas M., Bowman T., et al. SPEAR Trial: Smartphone Pediatric ElectrocARdiogram Trial. PLoS One. 2015; 10: Article ID e0136256.
298. Tarakji K.G., Wazni O.M., Callahan T., Kanj M., et al. Using a novel wireless system for monitoring patients after the atrial fibrillation ablation procedure: the iTransmit study. Heart Rhythml. 2015; 12: 554–559.
299. Kutyifa V., Moss A.J., Klein H., Biton Y., et al. Use of the wearable cardioverter defibrillator in high-risk cardiac patients: Data from the Prospective Registry of Patients Using the Wearable Cardioverter Defibrillator (WEARIT-II Registry). Circulation. 2015; 132: 1613–1619.
300. Parak J., Korhonen I. Evaluation of wearable consumer heart rate monitors based on photopletysmography. Conference Proceedings IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 2014: 3670–3673.
301. Turakhia M.P., Ziegler P.D., Schmitt S.K., Chang Y., et al. Atrial fibrillation burden and short-term risk of stroke: a case-crossover analysis of continuously recorded heart rhythm from cardiac electronic implanted devices. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2015; 8: 1040–1047.