DOI: 10.56871/RBR.2024.76.11.012
УДК 616.12-008.3-073.96+612.172.4+82-5

СУТОЧНОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ ЭКГ (ЛЕКЦИЯ)

© Марина Юрьевна Ерина[1, 2], Ксения Александровна Гафиатулина[2], Линард Юрьевич Артюх[1, 2], Лариса Васильевна Щеглова[1, 2]

[1] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, Литовская ул., 2
[2] Городская Мариинская больница. 191014, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., 56

Контактная информация: Ксения Александровна Гафиатулина — врач функциональной диагностики. E-mail: zgbv00@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6527-3347 SPIN: 4466-9583

Для цитирования: Ерина М.Ю., Гафиатулина К.А., Артюх Л.Ю., Щеглова Л.В. Суточное мониторирование ЭКГ (лекция) // Российские биомедицинские исследования. 2024. Т. 9. № 3. С. 98–109. DOI: https://doi.org/10.56871/RBR.2024.76.11.012

Поступила: 28.06.2024 **Одобрена: 08.08.2024** **Принята к печати: 16.09.2024**

Резюме. Данный лекционный материал создан для ознакомления будущих врачей функциональной диагностики с основами метода холтеровского мониторирования (ХМ) — не только врачей-ординаторов, но и уже опытных докторов других специальностей при прохождении переподготовки. В статье приводится биография основоположника данного метода Нормана Холтера, методика и последовательность проведения обследования. Отмечены такие разделы, как показания к ХМ, основные части анализа суточного мониторинга: частота сердечных сокращений, циркадный индекс, ритм и его нарушения, ишемия миокарда, альтернация зубца *T*, а также интервал *Q–T*. В лекции представлены исторические рисунки и примеры из протоколов по ХМ.

Ключевые слова: холтеровское мониторирование, Норман Холтер, суточное мониторирование ЭКГ

24-HOUR ECG MONITORING (LECTURE)

© Marina Yu. Erina[1, 2], Ksenia A. Gafiatulina[2], Linard Yu. Artyukh[1, 2], Larisa V. Shcheglova[1, 2]

[1] Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation
[2] City Mariinsky Hospital. 56 Liteyny ave., Saint Petersburg 191014 Russian Federation

Contact information: Ksenia A. Gafiatulina — the Medical doctor is a functional diagnostician. E-mail: zgbv00@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6527-3347 SPIN: 4466-9583

For citation: Erina MYu, Gafiatulina KA, Artyukh LYu, Shcheglova LV. 24-hour ECG monitoring (lecture). Russian Biomedical Research. 2024;9(3):98–109. DOI: https://doi.org/10.56871/RBR.2024.76.11.012

Received: 28.06.2024 **Revised: 08.08.2024** **Accepted: 16.09.2024**

Abstract. This lecture material was created to familiarize future functional diagnostic doctors with the basics of the Holter monitoring (HM) method — not only resident doctors, but also experienced doctors of other specialties during retraining. This article provides a biography of the founder of this method, Norman Holter; methodology and sequence of examination; sections such as indications for chemotherapy, the main parts of the analysis of daily monitoring are noted: heart rate, circadian index, rhythm and its disorders, myocardial ischemia, *T* wave alternans, as well as the *Q–T* interval. The lecture also presents historical drawings and examples from HM protocols.

Keywords: Holter monitoring, Norman Holter, 24-hour ECG monitoring

Одна вещь, которую никто не может отнять у вас — это то, что вы знаете.

Надгробная надпись на памятнике Н. Холтеру

Холтеровское мониторирование (ХМ) приобрело широкую популярность в клинической практике — сегодня ХМ используется практически у 100% кардиологических больных и очень широко в других нозологических группах. ХМ является одной из методик электрокардиографии (ЭКГ), однако интерпретация ЭКГ-изменений по результатам ХМ имеет ряд существенных особенностей и лимитов, по сравнению с традиционной 12-канальной ЭКГ покоя, поэтому требует отдельного внимания и лекционного материала для улучшения учебного, а далее и лечебно-профилактического процесса.

БИОГРАФИЯ НОРМАНА ХОЛТЕРА

Норман Холтер был известен как инженер-изобретатель, физик, химик, увлекался фотографией, биотелеметрией, но что самое ценное — внес неоценимый вклад в развитие медицины (рис. 1).

Дедушка и отец Нормана были предпринимателями, владели рудниками. Мать ученого страдала от ревматоидного артрита и часто подолгу путешествовала в поисках эффективного лекарства от своей болезни. Возможно, это подтолкнуло Н. Холтера к развитию его таланта в области медицины.

Рис. 1. Норман Джефф Холтер [1]

Fig. 1. Norman Jeff Holter [1]

Норман Холтер учился в Кэрролльском колледже, в Калифорнийском университете (Лос-Анджелес), где получил степень магистра физики в 1937 г., а в 1938 г., после окончания университета Южной Калифорнии, — степень магистра химии. Перед защитой диссертации его руководитель Эмиль Старз сказал: «Знаю, вы будете делать открытия в выбранной профессии, сознавая тот факт, что наука еще услышит о вас в ближайшие годы. Я желаю вам успеха и стойкости, чтобы окончательно доказать ваши знания». Позднее Холтер закончил Гейдельбергский университет в Германии, Чикагский университет, Окриджский институт ядерных исследований и Орегонскую медицинскую школу. В годы Второй мировой войны Холтер служил старшим физиком в американском флоте, изучая физические особенности океанских волн.

В 1946 г. он возглавлял правительственную исследовательскую группу, тестировавшую атомную бомбу на атолле

Рис. 2. Оригинальный биотелеметрический аппарат Холтера 1947 г. выпуска. Использовался для трансляции электроэнцефалограммы и электрокардиограммы с использованием грубого тяжелого аккумуляторного оборудования весом почти 40 кг [1]

Fig. 2. The original Holter biotelemetric apparatus, manufactured in 1947. It was used to broadcast electroencephalograms and electrocardiograms using coarse heavy battery equipment of almost 40 kg [1]

Рис. 3. Наглядное использование одного из первых приборов ХМ ЭКГ [2]

Fig. 3. Visual use of one of the first XM ECG devices [2]

Бикини. Вернувшись домой, Норман занялся составлением карты радиоактивных осадков — последствий ядерных испытаний США и СССР. Впоследствии Комиссия по атомной энергии привлекла Холтера к исследованиям водородной бомбы на атолле Эниветок.

В 1956 г. началось развитие ядерной медицины — впервые были использованы радиоизотопные методы диагностики. Н. Холтер был одним из первых, кто осознал терапевтические возможности радиации. Он верил в целесообразность применения радиоактивных веществ в медицине, наверное поэтому и решил организовать Общество ядерной медицины Монтаны, откуда берет свое начало ядерная медицина в целом. Холтер был президентом этого общества без малого 13 лет.

В 1939 г. Холтер начал работать с Джозефом Э. Дженгерелли. Суть работы заключалась в возможности вызвать сокращение мышцы без механических или электрических контактов. Ученые воспроизвели мышечное сокращение, воздействуя на нерв переменным электрическим полем. Подтвердив свою идею, они пришли к выводу, что электрическое поле возбуждает нерв, а он сам создает магнитное поле, которое можно зарегистрировать. В 1961 г. появились технические возможности подтверждения их теории. Дж.Э. Дженгерелли и Н. Холтер проводили свои опыты на крысах, стимулируя их мозг на расстоянии: они имплантировали электроды в череп и прикрепили миниатюрный радиоприемник, а затем наблюдали за поведением испытуемых животных при воспроизведении с помощью радио на различных частотах.

Нестандартность мышления привела Холтера к разработке метода длительной регистрации электрокардиограммы с сохранением данных и возможностью их анализа в будущем (рис. 2).

В 1947 г. Норман на собственные средства основал Холтеровский фонд исследований (Holter Research Foundation).

Официальной датой создания ХМ является 1961 г., когда в американском журнале Science была опубликована статья Холтера под названием «Новый метод исследования сердца. Практическое использование длительной электрокардиографии у пациентов в активном периоде». Кассеты и элементы питания, применявшиеся в то время, давали возможность осуществлять непрерывную запись одного канала ЭКГ в течение 10 часов.

В 1962 г. началась совместная работа с доктором Элиотом Кордеем в больнице Cedars-Sinai (Лос-Анджелес), где проводились испытания первого клинического прототипа холтеровского монитора. Прибор был протестирован на 200 пациентах, у которых были выявлены ишемические изменения и экстрасистолия.

Результатом работы явилась классическая публикация в 1965 г. в журнале Американской медицинской ассоциации (JAMA, Journal of the American Medical Association) «Выявление скрытых аритмий и преходящих электрокардиографических нарушений» (рис. 3).

Метод начали активно использовать в клинической практике с 1963 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА И ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

В России используются термины «холтеровское мониторирование» (ХМ) или «суточное мониторирование» (СМ ЭКГ).

В США и Европе методика чаще обозначается как «амбулаторное ЭКГ-мониторирование», «динамическая электрокардиография», «суточное мониторирование ЭКГ», «мониторирование по Холтеру».

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

1. Подготовка монитора к работе (установка аккумуляторов, батареек, проверка их заряда и годности кабеля, профилактика монитора).
2. Подготовка пациента, разъяснения, выбор протокола исследования.
3. Собственно СМ ЭКГ.
4. Прием данных, их обработка, оценка врачом функциональной диагностики, формирование заключения.
5. Архивация данных (в случае необходимости), стирание данных.

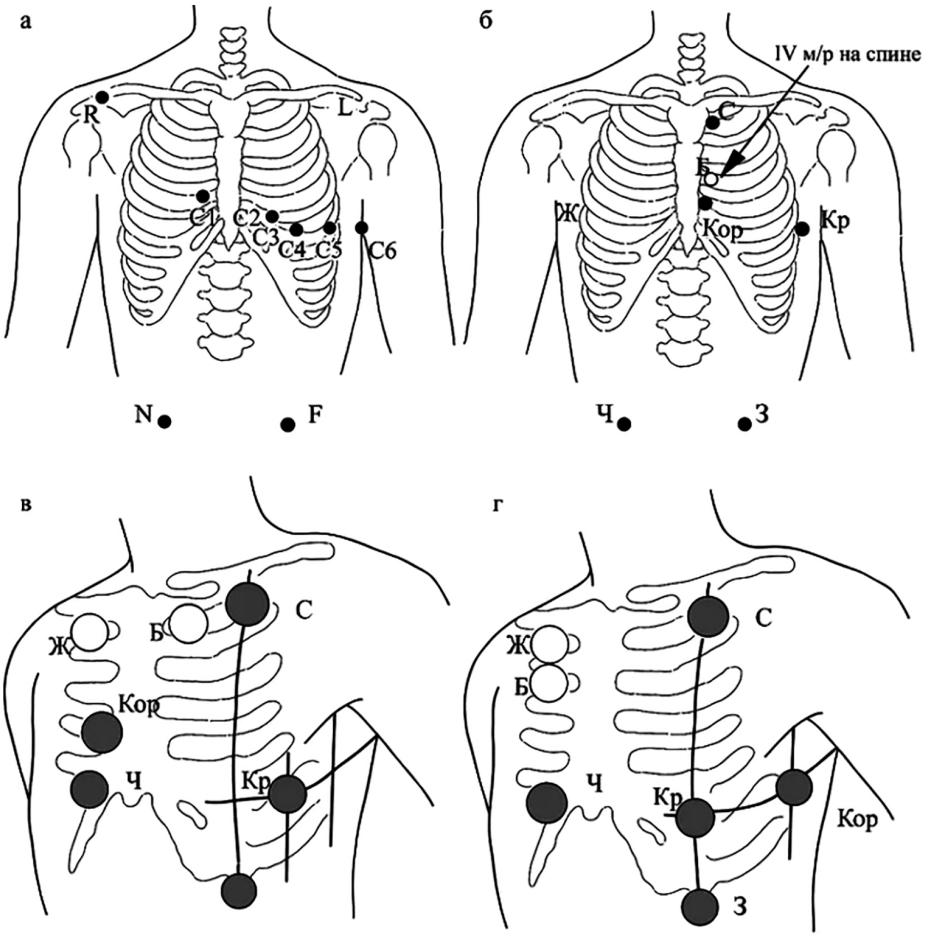

Рис. 4. **Двенадцать стандартных отведений ЭКГ (грудные электроды располагаются в стандартных точках C1–C6, а электроды с конечностей переносятся на окончания ключиц и на гребни подвздошных костей) (А); три ортогональных отведения для регистрации поздних желудочковых потенциалов по Симпсону (Б); система мониторных отведений Vim, V5m, Y, максимально пригодная для диагностики нарушений ритма (В); система V4m, V6m, Y максимально пригодна для диагностики ишемии миокарда (Г). Обозначены цвета электродов: Ж — желтый; Б — белый; Ч — черный; С — синий; З — зеленый; Кор — коричневый; Кр – красный**

Fig. 4. **Twelve standard ECG leads (chest electrodes are located at standard points C1–C6, and electrodes from the limbs are transferred to the ends of the clavicles and to the iliac crests) (A); three orthogonal leads for recording late ventricular potentials according to Simpson (Б); system of monitor leads Vim, V5m, Y, most suitable for diagnosing rhythm disturbances (B); the V4m, V6m, Y system is most suitable for diagnosing myocardial ischemia (D). The colors of the electrodes are indicated: Zh — yellow; B — white; Ch — black; S — blue; Z — green; Core — brown; Kr — red**

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. **Мониторы с постоянной записью**
2. **Мониторы с прерывистой записью** («событийные» регистраторы *event recorder*), в том числе имплантируемые петлевые регистраторы ритма сердца, способные вести многомесячное ЭКГ-мониторирование ритма сердца с беспроводной передачей ее в сервисный центр.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТВЕДЕНИЙ

Двух- или трехканальная запись ЭКГ: два двухполюсных модифицированных отведения VI и V5 либо три отведения типа V5, AVF и II стандартного отведения, что приближено к основным направлениям ортогональных осей сердца.

1. Наиболее ортогональная система из 7 электродов с формированием трех отведений: типа V_5, AVF и V_3, отражающих три оси — горизонтальную, вертикальную и сагиттальную.

2. Все чаще используют системы из трех отведений ЭКГ, формирующихся семью электродами и наиболее приближены к ортогональной системе Франка.

3. В последние годы практически все производители выпустили на рынок мониторы с возможностью регистрации 12 каналов ЭКГ, тождественных 12 каналам на ЭКГ покоя или стресс-теста (рис. 4) [3].

ПОКАЗАНИЯ К СМ ЭКГ

Показания к проведению СМ ЭКГ следующие [3].

Класс I

1) Пациенты с необъяснимыми синкопальными и пресинкопальными состояниями или эпизодическим головокружением (без выявленной причины некардиологического характера).

2) Пациенты с необъяснимыми рецидивирующими сердцебиениями.

Класс II

1) Пациенты с эпизодическими одышкой, болями в груди или слабостью, не объяснимыми другими причинами.

2) Пациенты с неврологической патологией при подозрении на преходящую фибрилляцию/трепетание предсердий.

3) Пациенты с такими симптомами, как синкопальные и пресинкопальные состояния, эпизодическое головокружение или сердцебиение, у которых определена иная (неаритмическая) причина, но сохраняется симптоматика, несмотря на получаемое этиотропное лечение.

Класс III

1) Пациенты с такими симптомами, как синкопальные и пресинкопальные состояния, эпизодическое головокружение или сердцебиение, у которых определена их иная причина по данным обследования.

2) Пациенты с цереброваскулярными нарушениями без других доказательств наличия аритмии.

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Частота сердечных сокращений (ЧСС) за сутки, в дневное и ночное время, их соотношения.
2. Вариабельность интервалов *R–R* (анализ вегетативной регуляции и адаптационных механизмов регуляции системы кровообращения) и интервала *Q–T*.
3. Нарушения ритма и проводимости (расчет их числа и характеристик).
4. Адекватность проводимой антиаритмической терапии (при снижении на 75% — адекватно), контроль других видов лечения.
5. Изменения реполяризации (ишемические, дистрофические).
6. Оценка эффективности электрокардиостимуляции (ЭКС).
7. Оценка поздних потенциалов желудочков.
8. Оценка толерантности к физической нагрузке.

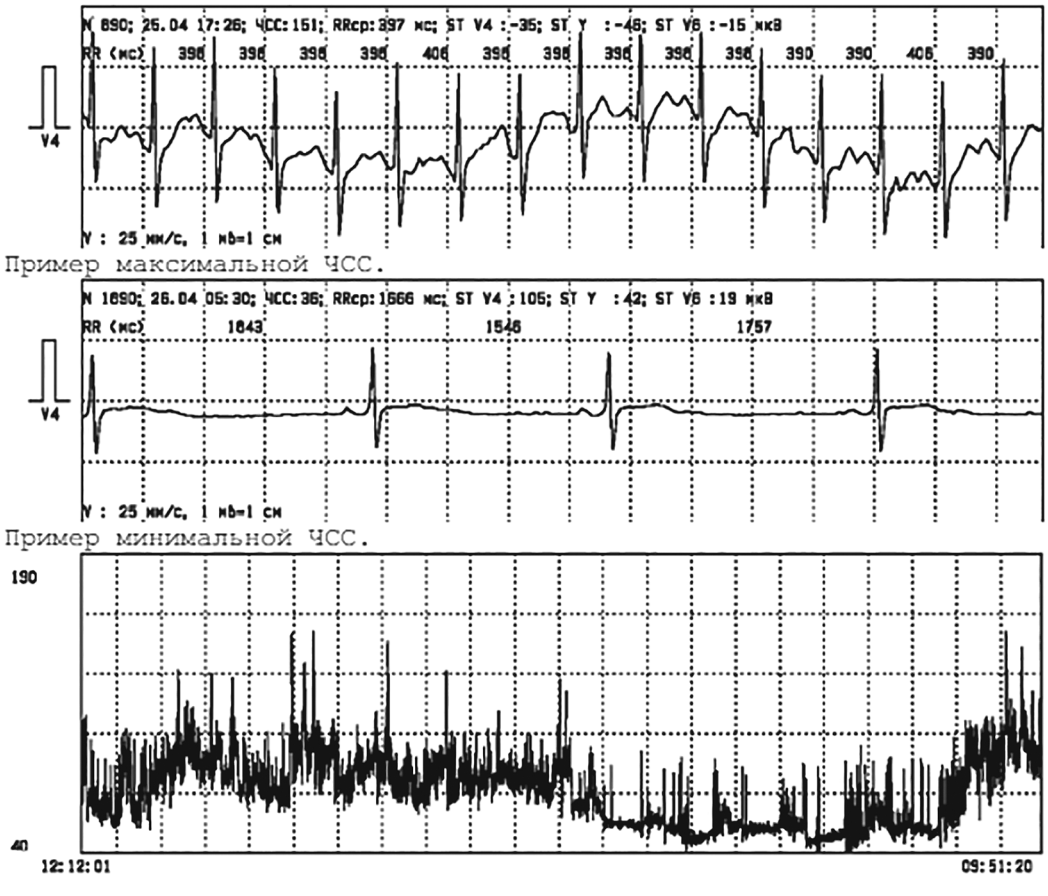

Рис. 5. График значений ЧСС [40]

Fig. 5. Graph of heart rate values [40]

РИТМ И ЕГО НАРУШЕНИЯ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ

Оценка результатов ХМ начинается с оценки ЧСС [3]. Выделяются среднесуточные параметры, а также максимальные и минимальные величины ЧСС за сутки (рис. 5).

Обратите внимание, что ритм при СМ ЭКГ в течение суток отличается от норм стандартной ЭКГ.

Средняя за день ЧСС достигает 70–100 ударов в минуту (у женщин — 83–86, у мужчин — 79–86). Также есть взаимосвязь с возрастом (табл. 1) [4–6].

Средняя за ночь ЧСС варьирует в пределах 55–70 ударов в минуту (64–70 — у женщин, 56–62 —у мужчин), ночная ЧСС отражает «базовый ритм» и мало зависит от возраста.

Таблица 1

Среднесуточные значения процентильного (%) распределения ЧСС (уд./мин) при ХМ у здоровых лиц 20–90 лет [3]

Table 1

The average daily values of the percentile (%) distribution of heart rate (bpm) in XM in healthy individuals aged 20–90 years [3]

Возраст (лет) / Age (years)	ЧСС (уд./мин) / Heart rate (bpm)		
	50%	5%	95%
20–29	79	56	104
30–39	78	55	103
40–49	78	54	102
50–59	76	53	100
60–69	77	52	99
70–79	72	51	98
80–89	73	49	97

ЦИРКАДНЫЙ ИНДЕКС

Циркадный индекс (ЦИ) определяется как отношение дневной ЧСС к ночной.

У здоровых обследуемых нет значимой половозрастной разницы, и этот показатель составляет 1,24–1,44 [7].

Увеличение ЦИ наблюдается при следующих состояниях: выраженная ваготония в вечернее и ночное время, стойкая синусовая тахикардия днем (эмоциональные, физические нагрузки, ваготоническая дисфункция синусового узла). Уменьшение ЦИ: стойкие синусовые тахи-, брадикардии, ригидный ритм (синдром слабости синусового узла (СССУ), диабетическая кардиоваскулярная вегетативная нейропатия, тетраплегия, пересадка сердца и др.).

NB! Врачу функциональной диагностики важно проверить время сна по графику ЧСС.

В зависимости от полученного ЦИ выставляется циркадный профиль пациента. При нормальном циркадном профиле ЦИ соответствует 1,24–1,44. Ригидный циркадный профиль ЧСС (признаки «вегетативной денервации») — ЦИ <1,2. Усиленный циркадный профиль или усиление чувствительности ритма сердца к симпатическим влияниям — ЦИ >1,45 [3].

СИНУСОВАЯ АРИТМИЯ

В отличие от стандартной ЭКГ вариация смежных интервалов *R–R* более высокая. Возможные варианты синусовой аритмии при СМ ЭКГ: слабовыраженная — колебания *RR* до 15% (чаще у пожилых), умеренная — при колебаниях *RR* на 50–100%; выраженная — колебания более 100%, что делает практически невозможным выявление синоаурикулярной блокады.

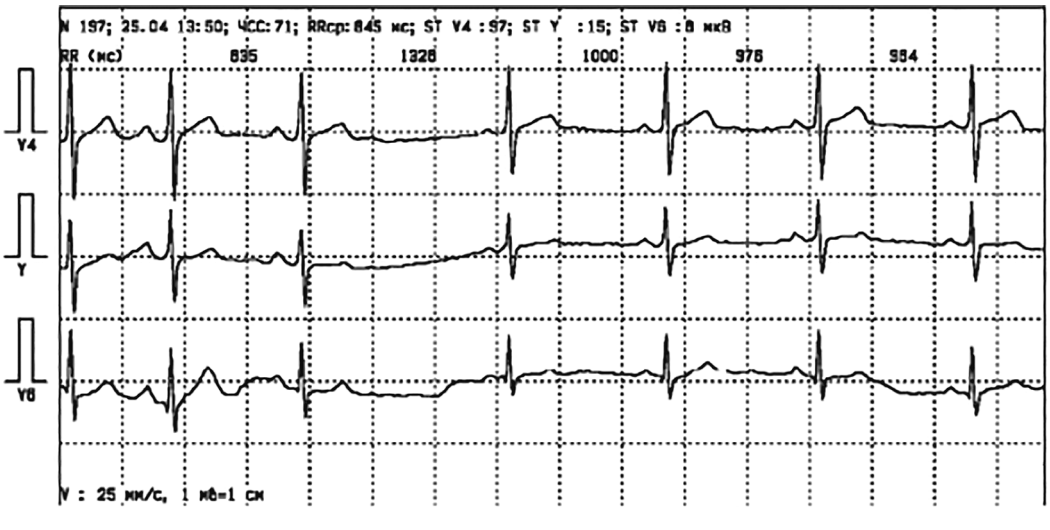

Рис. 6. Миграция водителя ритма [40]

Fig. 6. Migration of the rhythm driver [40]

NB! Правильнее использовать термин «паузы на фоне синусовой аритмии» и учитывать их длительность: до 1,5 с — у 31–68% здоровых людей, 1,5–2 с — у 25% молодых мужчин, свыше 2 с — у 1–2% [3, 7, 8].

При обнаружении продолжительных пауз необходимо отличать клинически значимые от клинически незначимых. Так, паузы свыше 2 с считаются патологическими и требуют дальнейшего дообследования. У пожилых пациентов необходимо настороженное отношение к паузам от 1,5 с.

МИГРАЦИЯ ВОДИТЕЛЯ РИТМА

Миграция водителя ритма по предсердиям выявляется в ночное время у большинства здоровых людей (54%), более характерна для молодых. Миграция водителя ритма до АВ-соединения («узловой» ритм) у здоровых встречается редко — 2–9% и является поводом для дальнейшего обследования (рис. 6) [9, 10, 40] .

АВ-ПРОВЕДЕНИЕ И ЕГО НАРУШЕНИЯ

Нарушения АВ-проведения встречаются у здоровых пациентов в 2–8% случаев, обычно бессимптомны (ночью на фоне брадикардии). Чаще всего — АВ-блокада I степени, реже — II степени типа Мобитц 1.

NB! Увеличение интервала *P–Q* на фоне брадикардии (ЧСС менее 50 в минуту) до 240–260 мс является закономерным и не должно трактоваться как нарушение АВ-проведения.

НАРУШЕНИЯ РИТМА

Специальное программное обеспечение дешифрует сделанную за сутки запись и предлагает врачу суммарное количество комплексов в виде «нормальных», «желудочковых», «артефактных» и «неизвестных» (возможны другие варианты), а также классы аритмий [3]. Все классы аритмий должны быть оценены и подтверждены визуально опытным врачом, знающим особенности оценки аритмий при ХМ. Важно помнить о возможных ложнонегативных и ложнопозитивных детекциях аритмий.

Согласно руководству ACC/AHA выделяются следующие причины подобных идентификаций [11]:

1) неадекватный алгоритм компьютерной детекции и идентификации *QRS*-комплексов;
2) «шумы» и наводки, смещение электродов, артефакты;
3) низкий вольтаж записи;
4) дефекты записи вследствие нарушения скорости записи или записи на другой носитель;
5) физиологическая вариабельность формы и вольтажа *QRS*-комплекса;
6) неполное удаление или стирание предыдущей записи из носителя;
7) неадекватная или некорректная техническая интерпретация в процессе анализа;
8) некорректно маркированное время [3].

Анализ аритмий

По результатам различных исследований, при ХМ у здоровых лиц суправентрикулярная экстрасистолия (СВЭ) регистрируется у взрослых в 56% случаев [3, 12–15]. У здоровых лиц желудочковая экстрасистолия (ЖЭС) в этих же исследованиях при ХМ регистрируется у 70% взрослых пациентов [16, 17]. У здоровых лиц регистрируются также единичные парные экстрасистолы и залпы желудочковой тахикардии не более трех сокращений подряд (рис. 7, 8).

При этом важно учитывать, что групповой экстрасистолией будут считаться не более четырех комплексов подряд. Если комплексов 5 и более, правомерно говорить о пароксизме тахикардии [7]. Необходимо также отметить, что идентификация СВЭ и ЖЭС друг от друга кажется очевидной, однако на практике не так проста, хотя очень важна.

АНАЛИЗ СЕГМЕНТА *ST* ПРИ ХОЛТЕРОВСКОМ МОНИТОРИРОВАНИИ

При оценке важно, чтобы ритм был синусовым. Исходное смещение сегмента *ST* не должно превышать 0,1 мВ, по

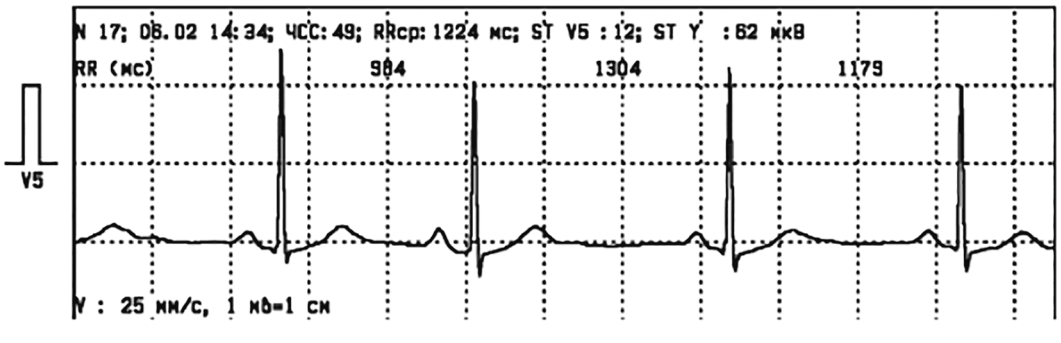

Рис. 7. Единичная суправентрикулярная экстрасистола [40]

Fig. 7. Single supraventricular extrasystole [40]

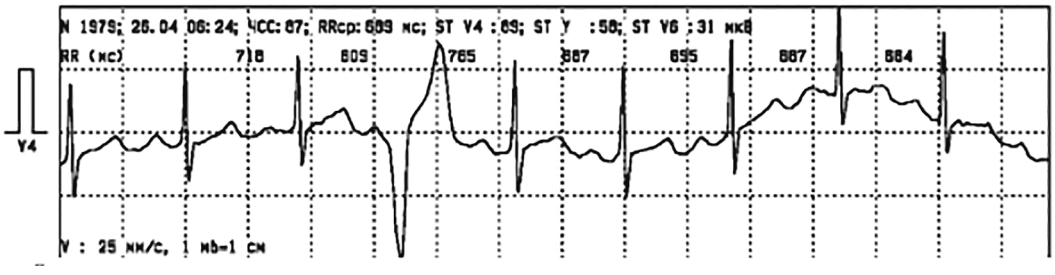

Рис. 8. Единичная желудочковая экстрасистола [40]
Fig. 8. Single ventricular extrasystole [40]

морфологии он должен быть с положительным зубцом *T*. Для адекватной оценки сегмента *ST* высота зубца *R* в мониторируемом отведении должна быть ≥10 мВ. Пациенты, у которых в 12 общепринятых отведениях ЭКГ выявляются признаки гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ), признаки предвозбуждения, блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) или неспецифические нарушения внутрижелудочкового проведения с задержкой ≥0,10 с, не подходят для оценки ишемии миокарда методом ХМ. Отведения, выбираемые для мониторинга ишемии при ХМ, не должны иметь зубцы *Q* длительностью ≥0,04 с и выраженного исходного смещения сегмента *ST*. Необходимо исключить влияние лекарственной терапии на период проведения исследования (сердечные гликозиды, антиаритмики, антидепрессанты).

Ишемия будет идентифицироваться как последовательность следующих изменений ЭКГ: горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента *ST* ≥0,1 мВ с постепенным началом и окончанием, которая длится как минимум 1 минуту.

Основными критериями, которые используются на практике для подтверждения и описания ишемии миокарда при ХМ, являются критерии Кодама [18]:

1. Горизонтальное или нисходящее снижение сегмента *ST* на 0,1 мВ в точке, отстоящей на 80 мс от точки *J* и длящееся не менее 1 минуты. Для мужчин чувствительность критериев составляет 93,3%, специфичность 55,6%, для женщин — 66,7% и 37,5% соответственно.
2. Элевация сегмента *ST* на 0,1 мВ длительностью 80 мс от точки *J*.
3. Эпизоды элевации *ST* и депрессии сегмента ST.
4. Индекс *ST*/ЧСС, равный 1,4 мВ/уд./мин. Чувствительность выявления ишемии — 80%, специфичность — 64,7%.

Используются также критерии Ellestad [19] для описания эпизода ишемии миокарда при ХМ:

1. Горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента *ST*, длящаяся 80 мс после окончания комплекса *QRS*. Снижение точки *J* должно достигать не менее 1 мВ.
2. Косовосходящая медленная депрессия сегмента *ST*, длящаяся не менее 80 мс от точки *J*, сегмент *ST*, удаленный от нее на 80 мс, должен быть снижен не менее чем на 2 мВ.

Сегмент *ST*, так же как и ЧСС, подвергается циркадным влияниям. Так, днем и утром сегмент *ST* при повышенном симпатическом влиянии может иметь косовосходящую форму с депрессией точки *J*. В ночные часы может регистрироваться седловидная приподнятость сегмента *ST* в результате вагусного воздействия [3].

На практике очень важно отличать истинную ишемию миокарда от ложнопозитивной или ложнонегативной. Согласно совместному руководству ACC/AHA (American College of Cardiology / American Heart Association) выделяются следующие причины ложных идентификаций [3]:

1) позиционные изменения сегмента *ST*;
2) гипервентиляция;
3) внезапные значительные изменения сегмента *ST* на высоте физической нагрузки;
4) вазорегуляторные или индуцированные вагусными пробами (Вальсальвы) изменения сегмента *ST*;
5) нарушения внутрижелудочкового проведения;
6) недиагностированная гипертрофия левого желудочка;
7) изменения сегмента *ST* вследствие тахикардии;
8) ложнопозитивные изменения сегмента *ST* на фоне мерцательной аритмии;
9) изменения сегмента *ST* вследствие электролитных нарушений;
10) неадекватное формирование отведений для записи;
11) некорректная калибровка отведений;
12) система записи сигнала, изменяющая сегмент *ST*.

Все эти причины должны учитываться при врачебной расшифровке ХМ. Не допускается слепо полагаться на машинную идентификацию!

При тахикардии абсолютно нормальной является выраженная косовосходящая депрессия *ST* со снижением точки *J* более 1 мВ. А при выраженной брадикардии и синдроме/феномене ранней реполяризации может регистрироваться элевации *ST* более 1 мВ.

Важно помнить, что изменения зубца *T* часто носят неспецифический характер. Интересен феномен визуальной альтернации — чередование положительных и отрицательных зубцов *T*. Этот факт свидетельствует о высокой степени электрической нестабильности миокарда [3]. В Международных рекомендациях по предотвращению внезапной сердечной смерти (ВСС) [20, 21] у групп риска к первому классу показаний относят оценку интервала *Q–T* и визуальной альтернации зубца *T* при ХМ (класс доказательности А).

Существует два метода оценки МАТ (микровольтной альтернации зубца *T*) — спектральный и временной. Спектральный (Conventional Spectral based method or Cambridge Heart method — традиционный спектральный метод, или метод Кембриджского сердца) метод может быть использован только в условиях стресс-теста и чреспищеводной стимуляции при достижении определенной ЧСС [22] и не пригоден для анализа при ХМ [23]. Временной метод оценки МАТ (Modified Moving Average (MMA) — модифицированной скользящей средней) может быть использован и при ХМ [24]. Согласно проведенным исследованиям [25, 26], было показано, что значение отрезной точки МАТ выше 65 микровольт (μV) ассоциируется с риском высокой смертности во взрослой популяции [23]. В норме у здоровых лиц при ХМ значения МАТ не должны превышать 55 μV во всех возрастных группах [27]. Выявление МАТ при ХМ выше 65 μV у взрослых и 55 μV у детей можно отражать в заключении по ХМ как проявление признаков электрической нестабильности миокарда, может интерпретироваться как фактор риска развития жизнеугрожающих аритмий [3].

ОЦЕНКА ИНТЕРВАЛА *Q–T* ПРИ ХОЛТЕРОВСКОМ МОНИТОРИРОВАНИИ

Оценка интервала *Q–T* — крайне важный элемент анализа ХМ. Согласно международному руководству по предупреждению внезапной сердечной смерти (ВСС) [20], оценка интервала *Q–T* при ХМ является показанием 1А класса к проведению ХМ в группах риска по развитию жизнеугрожающих нарушений ритма [3].

До сих пор остается дискуссионным вопрос о диапазоне нормальных значений интервала *Q–T* при ХМ. Как известно [3], на ЭКГ покоя клиническим стандартом является расчет корригированного интервала *Q–T (Q–Tc)* по формуле Базетта (*Q–T*/корень квадратный из предшествующего RR-интервала) или (намного реже) — формула Фредеричиа (*Q–T*/корень кубический из предшествующего интервала) *R–R* [3]. Однако при ХМ при мануальном анализе может определяться только максимальный абсолютный интервал *Q–T*, измеренный на минимальной ЧСС. По разным данным [3, 28–38] можно сделать вывод, что максимальные значения среднесуточного *Q–Tc* у здоровых лиц при автоматическом расчете в разных системах ХМ не превышают 450 мс у взрослых и 480 мс у детей. Половые различия представлены в таблице 2.

Таблица 2

Половые различия *Q–T* и *Q–Tc* при ХМ [3]

Table 2

Sex differences between *Q–T* and *Q–Tc* in HM [3]

Интервал (мс)	В целом по группе / Total	Женщины / Females (n=28)	Мужчины / Males (n=29)
Q–T	367±18	368±18	367±17
Q–Tc	409±15	417±12	401±13

Динамическая оценка параметров суточной адаптации интервала *Q–T* к ЧСС также заслуживает внимания. Так называемая *QT*-динамика проводится для выявления параметров суточной адаптации интервала *Q–T* к ЧСС, т.е. чем выше показатель slope *QT*/*RR* (slope *QT* — метод мануального подсчета продолжительности интервала *Q–T*), тем сильнее укорачивается интервал *Q–T* на тахикардии и удлиняется на брадикардии, и наоборот [3]. На основании данного подхода была предложена концепция «гипер- и гипоадаптации» *Q–T* к ЧСС, которая определяет «гиперадаптацию» при значениях суточного slope *QT*/*RR* более 0,24 и «гипоадаптацию» при его значениях менее 0,13 [34]. «Гиперадаптация *Q–T*» характерна для больных с сердечной недостаточностью, перенесших инфаркт миокарда и третьим типом синдрома удлинения *Q–T*, «гипоадаптация *Q–T*» — для больных с синдромом Бругада и с первым типом синдрома удлинения *Q–T*.

АНАЛИЗ ПОЗДНИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ЖЕЛУДОЧКОВ

В основе данной методики лежит анализ низкоамплитудных (менее 20 мкВ), высокочастотных (свыше 20–50 Гц) сигналов в конце комплекса *QRS* — поздних потенциалов желудочков (ППЖ), отражающих замедленную, фрагментированную активность, возникающую в неоднородно измененном миокарде. Автоматически программой проводится обработка комплекса *QRS* с помощью временного (time-domain) анализа, на основании последнего делается заключение о наличии или отсутствии признаков ППЖ. Необходимо сказать, что метод предполагалось использовать в ХМ для комплексного анализа ритма сердца. Однако определенное количество технических сложностей, таких как наличие артефактов и изменчивость адгезии, не позволяют внедрить методику в стандартные программы при ХМ. Даже сейчас, по нашему опыту, качественный анализ ППЖ возможен лишь при использовании самых современных компьютерных алгоритмов дешифраторов в условиях коммерческих систем ХМ.

Итак, по автоматическому анализу ППЖ при ХМ можно выделить две группы пациентов: с наличием и отсутствием поздних потенциалов [39]. Критерием наличия поздних потенциалов при ХМ явились следующие параметры:

1) totQRS (длительность фильтрованного комплекса *QRS*, он же QRS duration) ≥120 мс;
2) rMS40 (среднеквадратичная амплитуда последних 40 мс фильтрованного комплекса *QRS* — amplitude of last 40 ms) ≤25 мкВ;
3) LAS40 (длительность фильтрованного комплекса *QRS* на уровне 40 мкВ (duration <40mV) ≥39 мс. У больных с инфарктом миокарда был выявлен циркадный ритм регистрации ППЖ [3].

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Основная задача врача функциональной диагностики — предоставить лечащему врачу максимально объективный

документ с обязательным отражением всех параметров ритма сердца, способных в той или иной мере повлиять на тактику лечения и прогноз больного. В заключении необходимо отразить:

1) регистрируемый за время наблюдения ритм, смену ритма (в часах и минутах);
2) динамику ЧСС (по ЦИ), max и min ЧСС днем и ночью;
3) показатели вариабельности ритма сердца (отражение активности ВНС);
4) выявленные нарушения ритма и проводимости (количественная и качественная оценка) не только в самом заключении, но и в графике аритмий (распределение за сутки), а также в самом протоколе с наглядными примерами;
5) изменения сегмента *ST* (по ишемическому, дисметаболическому, смешанному типу);
6) оценку вариабельности интервала *Q–T*, ППЖ (при возможности);
7) оценку толерантности к физической нагрузке.

NB! Цель заключения — связать между собой эти показатели, соотнести их с субъективными ощущениями пациента по записям в его дневнике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная лекция содержит в себе основы, необходимые для анализа результатов холтеровского мониторирования ЭКГ. Длительное наблюдение дает информацию, которую невозможно получить, анализируя запись электрокардиограммы длиною в несколько секунд. Это гибкий и информативный инструмент в талантливых и профессиональных руках.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Corday L. Historical vignette celebrating the 30th anniversary of diagnostic ambulatory electrocardiographic monitoring and data reduction systems. J Am Coll Cardiol. 1991;17(1):286–292. DOI: 10.1016/0735-1097(91)90740-Z.
2. Holter N.J. New method for heart studies: continuous electrocardiography of active subects over long periods is now practical. Science. 1961;134:1214–1220.
3. Макаров Л.М., Тихоненко В.М., Туров А.Н., Шубик Ю.В. и др. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике. Российский кардиологический журнал. 2014;(2):6–71. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71.
4. Umetani K., Singer D., McCarty R. et al. 24 Hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and cender over nine decades. JACC 1997;31(3):593–601.
5. Brodsky M., Wu D., Penes P. et al. Arrhythmias documented by 24 hour continuous electrocardiographic monitoring in 50 male medical students without apparent heart diseases. Am J Cardiology. 1977;39:390–395.
6. Stein Ph., Kleiger R., Rottman J. Differing effects of age on heart rate variabiliy in men and women. Amer J Cardiol. 1997;80(3):302–305.
7. Шубик Ю.В. Суточное мониторирование ЭКГ при нарушениях ритма и проводимости сердца. СПб.: Инкарт; 2001.
8. Тимофеев Е.В., Малев Э.Г., Земцовский Э.В. Малые аномалии сердца как кардиальные проявления наследственных нарушений соединительной ткани. Педиатр. 2020;11(5):5–12. DOI: 10.17816/PED1155-12.
9. Глущенко В.А., Ирклиенко Е.К. Сердечно-сосудистая заболеваемость — одна из важнейших проблем здравоохранения. Медицина и организация здравоохранения. 2019;4(1):56–63. EDN: KNGYDV.
10. Бондарев С.А., Смирнов В.В., Шаповалова А.Б., Худякова Н.В. Медикаментозная коррекция метаболических нарушений в миокарде при стрессорной кардиомиопатии вследствие хронического психоэмоционального перенапряжения. Медицина: теория и практика. 2017;2(1):3–7.
11. DiMarco J.P., Philbrick J.T. Use of ambulatory electrocardiographic (Holter) monitoring. Ann Intern Med. 1990;113:53–68.
12. Southall D., Johnston F., Shinebourne E., Johnston P. 24-hour electrocardiographic study of heart rate and rhythm patterns in population of healthy children. Brit Heart J. 1981;45:281–291.
13. Dickinson P., Scott O. Ambulatory electrocardiographie monitoring in 100 healthy teenage boys. Br Heart J. 1984;51:171–183.
14. Nagashima H., Masushima M., Oqawa A., Ohsuga A., Kaneko T., Yazaki T., Okajiama M. Cardiac arrhythmias in healthy children revelated by 24-hour ambulatory ECG monitoring. Ped Cardiology. 1987;8:103–110.
15. Kugler J. Sinus node dysfunction In: Gilette P., Garsoan A. (eds). Pediatric Arrhythmia. Electrophysiology and pacing. Philadelphia: WB Saunders Co;1990;250–300.
16. Oral Y., Veerreddy S. Prevalence of asymptomatic recurrences of atrial fibrillation after sussessful radiofreguency catheter ablation. J Cardiovascular Electrophysiol. 2004;15:920–924.

17. Тимофеев Е.В., Абдалиева Ч.А., Земцовский Э.В. Интернет-ЭКГ в дифференциальной диагностике кардиалгий на догоспитальном этапе. Университетский терапевтический вестник. 2020;2(2):18–24.
18. Kodama Y. Evalution of myocardial ischemia using Holter monitoring. Fukuoka-Igaku-Zasshi. 1995;86(7):304–316.
19. Ellestad M.H., Lerman S., Thomas L.V. The limitations of the diagnostic power of exercise testing. Am J Noninvasc Cardiol. 1989;3:139–146.
20. Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Беленков Ю.Н., Ардашев А.В. Национальные рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти. Архивъ внутренней медицины. 2013;(4):5–15. DOI: 10.20514/2226-6704-2013-0-4-5-15.
21. Zipes D., Camm J., Borggrefe M. et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for Management of Patients WithVentricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias.
22. Smith J.M., Clancy E.A., Valeri CR. et al. Electrical alternans and cardiac electrical instability. Circulation. 1988;77 (1):110–121.
23. Rosenbaum D.S., Jackson L.E., Smith JM. et al. Electrical alternans and vulnerability to ventricular arrhythmias. N Engl J Med. 1994;330(4):235–241.
24. Verrier R.L., Nearing B.D., La Rovere M.T., et al. Ambulatory electrocardiogram-based tracking of T wave alternans in postmyocardial infarction patients to assess risk of cardiac arrest or arrhythmic events. J Cardiovasc Electrophysiol. 2003;14:705–711.
25. Exner D.V., Kavanagh K.M., Slawnych M.P. et al.; REFINE Investigators. Noninvasiverisk assessment early after a myocardial infarction: the REFINE study. J Am Coll Cardiol. 2007;50:2275–2284.
26. Stein P.K., Sanghavi D., Domitrovich P.P. et al. Ambulatory ECG-based T-wave alternan predicts sudden cardiac death in high-risk post-MI patients with left ventricular dysfunction in the EPHESUS study. J Cardiovasc Electrophysiol 2008;19:1037–1042.
27. Makarov L., Komoliatova V., Zevald S. et al. QT dynamicity, microvolt T-wave alternans, and heart rate variability during 24-hour ambulatory electrocardiogram monitoring in the healthy newborn of first to fourth day of life. J Electrocardiol. 2010;43:8–14.
28. Vitasalo M, Oikarinen L. Differention between LQT1 and LQT2. Patients and Unaffected subjects using 24-hour electrocardiographic recordings. Am J Cardiol. 2002;89:679–685.
29. Merri V. Dynamic analysis ov ventricular rapolarisation duration from 24 hour Holterrecording. IEE Trans Biomed Eng. 1993;40:1219–1225.
30. Merri M., Moss A., Benhorin J. et al. Relation between ventricular repolarisation duration and cardiac cycle length during 24-hour Holter recordings: findings in normal patients and patients with long QT syndrome. Circulation 1992;85:1816–1821.
31. Camm A., Malik M., Yap Y. Acquired Long QT syndrome. Blacwell Futura; 2004.
32. McLaughlin N.B., Campbell R.W.F., Murray A. Comparision of automatic QT measurement techniques in the normal 12 lead electrocardiogarm. Br Heart Journal. 1995;74:84–89.
33. McLaughlin N.B., Campbell R.W.F., Murray A. Accuracy of four automatic QT measurement techniques in cardiac patients and healthy subjects. Heart 1996;76:422–426.
34. Osterhues H., Hombach V. QT-variability: Clinical results and prognostic significance. In: Advances in noninvasive electrocardiographic monitoring technigues. 2000;143–153.
35. Stramba-Badiale M., Locati E.H., Martinelli A. et al. Gender and the relationship between ventricular repolarisation and cardiac cycle length during 24-h Holter recordings. European Heart Journal. 1997;18:1000–1006.
36. Molnar J., Zhang F., Weiss J. et al. Diurnal pattern of QTc interval: how long is prolonged? Possible relation to circadian triggers of cardiovascular events. J Am Coll Cardiol. 1996;28(3):799–801.
37. Ellaway C.J., Sholler G., Leonard H. et al. Prolonged QT interval in Rett syndrom. Arh Dis Child. 1999;80:470–472.
38. Макаров Л.М., Комолятова В.Н. Холтеровское мониторирование в обследовании больных с нарушениями ритма сердца. В кн.: Ардашев А.В. (ред.). Клиническая аритмология. М.: Медпрактика-М; 2009: 119–156.
39. Sosnowski M., Czyz Z., Petelenz T., Tendera M. Circadian variability of ventricular late potential after myocardial infarction. In: Electrocardiology 96: From cell to the body surface. World Scientific Publ. Co. J. Liebman (ed). 1997 USA: 407–410.
40. Тихоненко В.М. Формирование клинического заключения по данным холтеровского мониторирования. Санкт-Петербург; 2000.

REFERENCES

1. Corday L. Historical vignette celebrating the 30th anniversary of diagnostic ambulatory electrocardiographic monitoring and data reduction systems. J Am Coll Cardiol. 1991;17(1):286–292. DOI: 10.1016/0735-1097(91)90740-Z.
2. Holter N.J. New method for heart studies: continuous electrocardiography of active subects over long periods is now practical. Science. 1961;134:1214–1220.
3. Makarov L.M., Tikhonenko V.M., Turov A.N., Shubik Yu.V. et al. National Russian recommendations for the use of Holter monitoring in clinical practice. Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal. 2014;(2):6–71. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71. (In Russian).
4. Umetani K., Singer D., McCarty R. et al. 24 Hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and cender over nine decades. JACC 1997;31(3):593–601.
5. Brodsky M., Wu D., Penes P. et al. Arrhythmias documented by 24 hour continuous electrocardiographic monitoring in 50 male medical students without apparent heart diseases. Am J Cardiology. 1977;39:390–395.
6. Stein Ph., Kleiger R., Rottman J. Differing effects of age on heart rate variabiliy in men and women. Amer J Cardiol. 1997;80(3):302–305.
7. Shubik Yu.V. Daily ECG monitoring for cardiac rhythm and conduction disorders. Saint Petersburg: Inkart; 2001. (In Russian).
8. Timofeev E.V., Malev E.G., Zemtsovsky E.V. Minor anomalies of the heart as cardiac manifestations of hereditary disorders of connective tissue. Pediatr. 2020;11(5):5–12. DOI: 10.17816/PED1155-12. (In Russian).

9. Glushchenko V.A., Irklienko E.K. Cardiovascular morbidity is one of the most important problems of health care. Medicine and Health Care Organization. 2019;4(1):56–63. EDN: KNGYDV. (In Russian).
10. Bondarev S.A., Smirnov V.V., Shapovalova A.B., Khudyakova N.V. Drug correction of metabolic disorders in the myocardium in stress cardiomyopathy due to chronic psychoemotional overstrain. Medicine: Theory and Practice. 2017;2(1):3–7. (In Russian).
11. DiMarco J.P., Philbrick J.T. Use of ambulatory electrocardiographic (Holter) monitoring. Ann Intern Med. 1990;113:53–68.
12. Southall D., Johnston F., Shinebourne E., Johnston P. 24-hour electrocardiographic study of heart rate and rhythm patterns in population of healthy children. Brit Heart J. 1981;45:281–291.
13. Dickinson P., Scott O. Ambulatory electrocardiographie monitoring in 100 healthy teenage boys. Br Heart J. 1984;51:171–183.
14. Nagashima H., Masushima M., Oqawa A., Ohsuga A., Kaneko T., Yazaki T., Okajiama M. Cardiac arrhythmias in healthy children revelated by 24-hour ambulatory ECG monitoring. Ped Cardiology. 1987;8:103–110.
15. Kugler J. Sinus node dysfunction In: Gilette P., Garsoan A. (eds). Pediatric Arrhythmia. Electrophysiology and pacing. Philadelphia: WB Saunders Co;1990;250–300.
16. Oral Y., Veerreddy S. Prevalence of asymptomatic recurrences of atrial fibrillation after sussessful radiofreguency catheter ablation. J Cardiovascular Electrophysiol. 2004;15:920–924.
17. Timofeev E.V., Abdalieva Ch.A., Zemtsovsky E.V. Internet ECG in differential diagnostics of cardialgia at the prehospital stage. University Therapeutic Journal. 2020;2(2):18–24. (In Russian).
18. Kodama Y. Evalution of myocardial ischemia using Holter monitoring. Fukuoka-Igaku-Zasshi. 1995;86(7):304–316.
19. Ellestad M.H., Lerman S., Thomas L.V. The limitations of the diagnostic power of exercise testing. Am J Noninvasc Cardiol. 1989;3:139–146.
20. Shlyakhto E.V., Arutyunov G.P., Belenkov Yu.N., Ardashev A.V. National recommendations for determining the risk and preventing sudden cardiac death. Arkhiv" vnutrenney meditsiny. 2013;(4):5–15. DOI: 10.20514/2226-6704-2013-0-4-5-15. (In Russian).
21. Zipes D., Camm J., Borggrefe M. et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for Management of Patients WithVentricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias.
22. Smith J.M., Clancy E.A., Valeri CR. et al. Electrical alternans and cardiac electrical instability. Circulation. 1988;77 (1):110–121.
23. Rosenbaum D.S., Jackson L.E., Smith JM. et al. Electrical alternans and vulnerability to ventricular arrhythmias. N Engl J Med. 1994;330(4):235–241.
24. Verrier R.L., Nearing B.D., La Rovere M.T., et al. Ambulatory electrocardiogram-based tracking of T wave alternans in postmyocardial infarction patients to assess risk of cardiac arrest or arrhythmic events. J Cardiovasc Electrophysiol. 2003;14:705–711.
25. Exner D.V., Kavanagh K.M., Slawnych M.P. et al.; REFINE Investigators. Noninvasiverisk assessment early after a myocardial infarction: the REFINE study. J Am Coll Cardiol. 2007;50:2275–2284.
26. Stein P.K., Sanghavi D., Domitrovich P.P. et al. Ambulatory ECG-based T-wave alternan predicts sudden cardiac death in high-risk post-MI patients with left ventricular dysfunction in the EPHESUS study. J Cardiovasc Electrophysiol 2008;19:1037–1042.
27. Makarov L., Komoliatova V., Zevald S. et al. QT dynamicity, microvolt T-wave alternans, and heart rate variability during 24-hour ambulatory electrocardiogram monitoring in the healthy newborn of first to fourth day of life. J Electrocardiol. 2010;43:8–14. (In Russian).
28. Vitasalo M, Oikarinen L. Differention between LQT1 and LQT2. Patients and Unaffected subjects using 24-hour electrocardiographic recordings. Am J Cardiol. 2002;89:679–685.
29. Merri V. Dynamic analysis ov ventricular rapolarisation duration from 24 hour Holterrecording. IEE Trans Biomed Eng. 1993;40:1219–1225.
30. Merri M., Moss A., Benhorin J. et al. Relation between ventricular repolarisation duration and cardiac cycle length during 24-hour Holter recordings: findings in normal patients and patients with long QT syndrome. Circulation 1992;85:1816–1821.
31. Camm A., Malik M., Yap Y. Acquired Long QT syndrome. Blacwell Futura; 2004.
32. McLaughlin N.B., Campbell R.W.F., Murray A. Comparision of automatic QT measurement techniques in the normal 12 lead electrocardiogarm. Br Heart Journal. 1995;74:84–89.
33. McLaughlin N.B., Campbell R.W.F., Murray A. Accuracy of four automatic QT measurement techniques in cardiac patients and healthy subjects. Heart 1996;76:422–426.
34. Osterhues H., Hombach V. QT-variability: Clinical results and prognostic significance. In: Advances in noninvasive electrocardiographic monitoring technigues. 2000;143–153.
35. Stramba-Badiale M., Locati E.H., Martinelli A. et al. Gender and the relationship between ventricular repolarisation and cardiac cycle length during 24-h Holter recordings. European Heart Journal. 1997;18:1000–1006.
36. Molnar J., Zhang F., Weiss J. et al. Diurnal pattern of QTc interval: how long is prolonged? Possible relation to circadian triggers of cardiovascular events. J Am Coll Cardiol. 1996;28(3):799–801.
37. Ellaway C.J., Sholler G., Leonard H. et al. Prolonged QT interval in Rett syndrom. Arh Dis Child. 1999;80:470–472.
38. Makarov L.M., Komolyatova V.N. Holter monitoring in the examination of patients with cardiac arrhythmia. In: Ardashev A.V. (ed.). Klinicheskaya aritmologiya. Moscow: Medpraktika-M; 2009: 119–156. (In Russian).
39. Sosnowski M., Czyz Z., Petelenz T., Tendera M. Circadian variability of ventricular late potential after myocardial infarction. In: Electrocardiology 96: From cell to the body surface. World Scientific Publ. Co. J. Liebman (ed). 1997 USA: 407–410.
40. Tikhonenko V.M. Formation of a clinical conclusion based on Holter monitoring data. Saint Petersburg; 2000. (In Russian).