

# Холтеровское мониторирование электрокардиограммы (ХМ ЭКГ)

## Любомир Эльбл (Lubomír Elbl)

### РЕЗЮМЕ

---

Амбулаторное мониторирование ЭКГ является основным методом исследования больных с аритмиями. Благодаря новым методам съемки, регистрации, анализа и новым алгоритмам диагностирования кривой ЭКГ, огромный технический прогресс позволил расширить диагностические методы динамического мониторинга ЭКГ. От базисной диагностики аритмий мы пришли к диагностике ишемии миокарда путем анализа изменений сегмента ST, далее к диагностике вегетативного дисбаланса с помощью вариабельности интервала RR или турбулентности сердечного ритма, а также к оценке функции электрокардиостимуляторов. В результате новых технологических возможностей происходит значительное расширение клинического применения холтеровского ЭКГ. Оцениваемые по данному методу электрокардиографические параметры выполняют роль независимого предиктора смертности и степени прогрессирования хронической сердечной недостаточности и внезапной смерти. Наряду с кардиологией, показания для амбулаторного мониторинга ЭКГ распространились также на область метаболических, неврологических заболеваний, вплоть до спортивной медицины.

**Ключевые слова:** амбулаторное мониторирование ЭКГ, аритмия, ишемическая болезнь сердца, вариабельность ритма сердца, турбулентность сердечного ритма

### ВВЕДЕНИЕ

В сороковые годы прошлого века доктор Норман Джеффри Холтер (Norman J. Holter) из штата Монтана в США разработал первую систему регистрации и передачи электрокардиографической записи. Эта система по имени своего создателя часто называется „холтеровским мониторированием „ (1, 2). С момента своего создания она, наряду с интенсивным развитием в плане миниатюризации, совершенствования параметров времени, техники и оценки записи, стала широко распространенным методом в клинической практике. Сегодня этот диагностический метод принадлежит к основному оборудованию кардиологических медицинских учреждений (3). Метод ХМ был первоначально сосредоточен на диагностику аритмий. В результате развития компьютерных технологий, возможности ХМ были использованы для диагностики изменений сегмента ST, а именно, для обнаружения ишемической болезни сердца, оценки интервала Q-T, оценки вариабельности сердечного ритма или интервала турбулентности интервала RR. Некоторые системы ХМ позволяют регистрировать также ЭКГ-отведение пищевода или одновременно регистрировать ЭКГ и кровяное давление (4, 5, 6).

### ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В настоящее время широко используются два типа записей ЭКГ. Речь идет о непрерывной регистрации чаще всего в течение 24-48 часов. Некоторые системы ХМ позволяют реализовать регистрацию вплоть до 7-дневной записи (3,6). Второй вариант заключается в периодическом регистрировании. Оба типа применяются в практических условиях. С помощью петлевого регистратора (Loop Recorder, Pre-Event Recorder) производится запись в бесконечном цикле, но она откладывается в блок памяти при активации регистратора посредством возникающих у пациента симптомов. Прибор может быть запрограммирован на захват секвенций ЭКГ до и после приступа. С другой стороны, регистратор может автоматически активироваться в зависимости от патологических секвенций. Регистратор событий (Event Recorder, Post-Event Recorder) уже по своему названию улавливает только период события, когда пациент прикасается регистратор к груди. На основе миниатюризации петлевых регистраторов были разработаны имплантируемые сниматели (Implantable Loop Recorder - ILR) для подкожной имплантации. Электрокардиограмма регистрируется с отведений на поверхности прибора. Запас работы аккумулятора составляет от 18 до 24

месяцев. Запись может быть активирована пациентом или автоматически (6, 7, 8). В процентном выражении распознаваемость непрерывного мониторирования в плане диагностики аритмий приводится до 20% (соответствие ЭКГ-обнаружения симптомам), бессимптомные аритмии присутствуют примерно в 15% обследованных. В случае периодического мониторирования диагностическая распознаваемость аритмий составляет около 50%, а синкоп - около 25%. Автоматически активируемые приборы обладают более высокой распознаваемостью, чем включаемые пациентом. Имплантируемые сниматели могут выказывать распознаваемость вплоть до 90% (3, 6, 9).

### РЕГИСТРАЦИЯ И АНАЛИЗ ДАННЫХ

---

В настоящее время у большинства приборов данные хранятся в цифровой форме на картах и передаются в компьютер картридерами. Данные могут быть проанализированы уже в режиме on-line во время передачи, но большинство из них обрабатывается в режиме off-line. Основой каждого приборного устройства является компьютерная обработка данных и обработки их вывода. Большинство

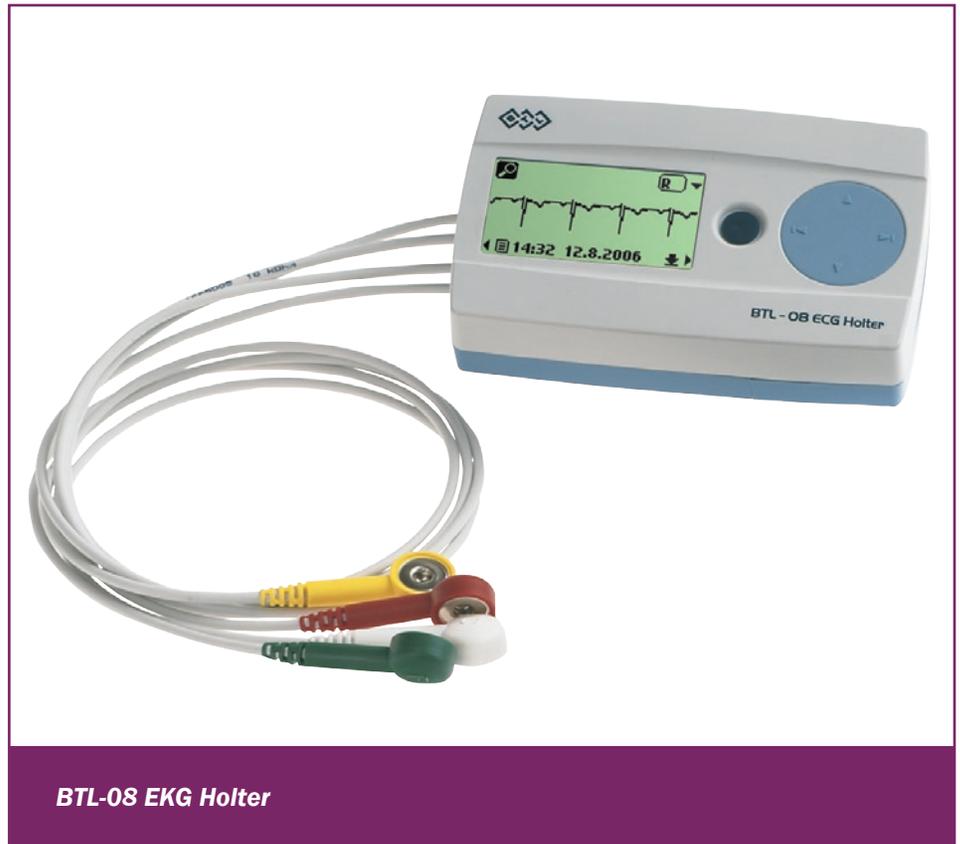
программ позволяет обрабатывать записи по событиям, создавать шаблоны, перелистывать страницы с полным раскрытием, создавать RR-гистограммы. Собственная обработка проводится врачом или подготовленным медработником (медсестрой). Программа обрабатывает запись и выдает качественную и количественную информацию о сердечной фреквенции, экстрасистолах, тахи- или брадиаритмиях, изменениях сегмента ST, интервала QT или изменениях интервала RR в зависимости от времени (3, 10, 11).

## МОНИТОРИНГ АРИТМИЙ

Обнаружение и оценка аритмий является основной функцией системы ХМ. Электронный анализ выражено повышает чувствительность и специфичность интерпретации записи. Его чувствительность при диагностировании желудочковой экстрасистолии составляет около 95%, положительная предиктивная величина до 99%, чувствительность обнаружения желудочковой тахикардии составляет 80-93% с положительной предиктивной величиной 82-90% (12, 13). Чувствительность диагностирования преждевременных предсердных сокращений или тахикардии хуже. Она составляет около 40-70% с положительной предиктивной величиной 60-90% (14). Даже опытный специалист не всегда может точно диагностировать аритмию. В условиях хорошо работающих лабораторий, интер- или интра-индивидуальная вариабельность оценки желудочковых аритмий, особенно ее комплексных форм, может колебаться в пределах 10-25% (10).

## МОНИТОРИНГ ИШЕМИИ

Мониторинг ишемических изменений или изменений сегмента ST был впервые реализован в 1974 году (15). Тем не менее, интерпретация обнаружений все еще выказывает ограничения, подобные тем, которые имеются при регистрации под нагрузкой, особенно у симптоматической популяции. Изменения уровня солей минералов, постуральные изменения, размещение отведений, гипервентиляция и т.д., также как и техническими проблемы оценки изменений сегмента ST при нестабильности изоэлектрической линии или при наличии блокад ветвей по-прежнему остаются ограничивающими факторами. Чувствительность выявления ишемических изменений при использовании отведения



V5 приводится в 89%, причем в результате добавления V3 и регистрирования нижней стенки данная чувствительность увеличивается максимум до 96%. Системы ХМ иногда на основе математической трансформации позволяют проводить анализ классических электрокардиограмм с 12-ти отведений (16, 17). Оптимальный период времени для количественного определения ишемических событий составляет  $\geq 48$  часов записи. При оценке событий бессимптомной ишемии распознаваемость 24-часовой записи составляет до 64%, тогда как при 72-часовой записи – вплоть до 95% (18, 19).

## ВАРИАбельность ИНТЕРВАЛА RR

Оценка вариабельности интервала RR дает достоверную информацию об автономном вегетативном контроле сердечной деятельности. Сегодня с помощью приборов ХМ в обычном порядке оцениваются параметры частотной и временной областей (20). Получаемые на основе обоих анализов важны для стратификации риска у больных после инфаркта или больных с сердечной недостаточностью, для оценки эффекта терапии, а также для здоровой

популяции, например, у спортсменов при оценке тренировок (21).

## ТУРбулентность ЧАСТОТЫ СОКРАЩЕНИЙ СЕРДЦА

Оценка турбулентности частоты сокращений сердца является лишь еще одним математическим взглядом на вегетативный контроль сердечной деятельности наряду с оценкой вариабельности или барорефлекторной чувствительности. Речь идет об оценке холтеровской записи, где отслеживаются колебания интервалов RR после желудочковой экстрасистолы спонтанного возникновения (22). HRT (турбулентность ЧСС) характеризуется двумя параметрами - возникновение турбулентности и склон турбулентности, обладающие дефицированными пороговыми (cut-off) величинами с клиническим воздействием. Величины возникновения турбулентности  $\geq 0\%$  и турбулентность склона  $\leq 2,5\text{мс}/\text{RR}$  считаются абнормальными и связаны с повышенным риском внезапной сердечной смерти. Турбулентность ЧСС считается важным прогностическим фактором смертности у больных, перенесших инфаркт миокарда (23, 24).

## КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛТЕРОВСКОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ЭКГ

Холтеровский мониторинг наиболее часто используется в диагностике сердечных аритмий и ишемической болезни сердца. Следующее преимущество ХМ заключается в представляемой оценке эффекта лечения: введение антиаритмических средств, состояния после абляции катетера или после операции на сердце, после имплантации кардиостимуляторов или кардиовертеров (3, 5, 6).

К следующей важной группе индикаций принадлежит расследование неясных синкопных или пре-синкопных состояний, хотя распознаваемость от классического мониторинга здесь является сравнительно низкой – около 25%, от введения имплантируемых снимателей она увеличивается до 52-58% (3, 25, 26).

С расширением диагностических возможностей значение холтеровского мониторинга смещается в область прогнозирования не только симптоматических, но и бессимптомных лиц. К этой области относятся прежде всего больные после инфаркта миокарда, с хронической сердечной недостаточностью и гипертрофической кардиомиопатией (27, 28).

Холтеровское мониторирование применяется для обследования других выборочных групп, например, пациентов с эпилепсией, мышечной дистрофией, метаболическими заболеваниями (29, 30). Отдельное место занимает проблематика ХМ в спортивной кардиологии (31, 32, 33).

## СИСТЕМА МОНИТОРИРОВАНИЯ ПО ХОЛТЕРУ BTL-08 ECG HOLTER

Компания АО BTL zdravotnická technika (медицинская техника) занимается разработкой, производством и дистрибуцией кардиологической диагностической аппаратуры. Эта фирма в настоящее время ввела на кардиологический рынок инновацию холтеровской аппаратуры ЭКГ. Прибор BTL-08 с софтвером BTL-08 MEW представляет собой полную инновацию в смысле железа и софтвера, позволяющую проводить классическое 24-48-часовое мониторирование ЭКГ при выборе записи от 3/7/12-ти отведений для максимального 7-дневного мониторинга. Данный прибором обеспечивается современная диагностика аритмии, ишемических событий и функции кардиостимулятора. Он также предлагает анализ вариабельности

интервала RR в обоих доменах.

Прибор получает питание от аккумуляторных батареек, информация сохраняется в карте памяти типа SD.

Передача данных осуществляется тремя способами: с помощью подключения по USB к ПК, путем беспроводного подключения, посредством предварительно сконфигурированной карты SD. Тестирование можно включать с прибора без предварительной связи с центральным компьютером.

Программа MEW Holter обеспечивает запись и сохранение произвольного количества записей ЭКГ в целом с 12 отведений. Предусмотрена также функция визуального сравнения и отмеривание двух записей одного пациента, включительно сравнения и отмеривания выбранных промежуточных комплексов QRS.

Программа позволяет обработку не только сигнала, но и морфологии сокращений в виде шаблонов и их подгрупп, создавая тем самым дерево шаблонов, что весьма упрощает диагностику аритмий. Программа автоматически обеспечивает графики рассеивания и тенденций, а также гистограммы отдельных событий или мониторированных величин.

Весьма быструю ориентировку при оценке позволяет таблица экстремальных ситуаций, дневник пациента и таблицы аритмий с развитием во времени в зависимости от единиц времени или деятельности пациента. На таблице ишемических изменений изображаются абсолютные и относительные величины во всех оцениваемых отведениях.

Обычным делом является переход между цифровым выражением оцениваемой величины, тенденциями или гистограммами и полосой ЭКГ. Весь процесс работы значительно ускоряет панель быстрого набора.

В заключительном отчете предлагается текст с содержанием концевых обработанных данных, весь текст легко редактировать. Предлагаются собственные статьи и те, которые вы создали в ходе оценки, включая сохранение полос с комментариями. Выходное сообщение можно распечатать или выдать в формате PDF.

Софтверная программа MEW является современной модульной системой единого кардиологического учреждения. Это очень гибкая программа, предлагающая широкий набор функций и простоту в эксплуатации. Она может быть весьма просто введена в программное обеспечение кардиологической амбулатории (34).

## ЛИТЕРАТУРА

- 1) Holter NJ, Generelli JA. Дистанционная запись физиологических данных по радио. *Rocky Mountain J Med* 1949; 747-751
- 2) Holter NJ. Новый метод для исследования сердца. *Science* 1961; 134:1214-1220.
- 3) Enseleit F, Firat D. Долгосрочные внешние непрерывные записи ЭКГ: обзор. *Eurpace* 2006; 8:255-266
- 4) Heilbron EL. Достижения в области современного электрокардиографического оборудования для долгосрочного амбулаторного мониторинга. *Card Electrophysiol Rev* 2002; 6:185-189
- 5) Adamec J, Adamec R. ЭКГ по Холтеру. *Galen* 2009, Praha, Dotisk prvního vydání, 115 s
- 6) Sovová E. Динамическая электрокардиография. В: Štejfa M и др.. *Kardiologie, GRADA Publishing, 3. přepracované vydání, Praha* 2007, s. 114-117
- 7) Leitch J, Klein G, Yee R и др.. Осуществимость имплантируемого монитора аритмии. *Pacing Clin Electrophysiol* 1992; 15:2232-2235
- 8) Krahn AD, Klein J, Skanes AC и др. Использование имплантируемого петлевого рекордера в оценке больных с необъяснимой синкопой. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003; 14:70-73
- 9) Balmelli N, Naegeli B, Bertel O. Диагностическая распознаваемость амбулаторной записи автоматического и пациентомнаведенного сердечного события при оценке больных с сердцебиениями, головокружениями или синкопой. *Clin Cardiol* 2002; 26:173-176
- 10) Pratt CM, Eaton T, Francis M и др.. Амбулаторные записи Э: холтеровский монитор. *Curr Probl Cardiol* 1988; 13:517-1586
- 11) Brandes A, Gonska BD, Distler WK др.. Надежность долговременного анализа ЭКГ при компьютерной поддержке в случае неисправного функционирования кардиостимулятора у больных с желудочковыми деманд-кардиостимуляторами. *Z Kardiol* 1994; 83:351-358
- 12) Fananapazir L, Chang AC, Epstein SE и др.. Прогностические определители при гипертрофической кардиомиопатии. Проспективная оценка терапевтической стратегии, основанной на клинических, холтеровских, гемодинамических и электрофизиологических результатах. *Circulation* 1992; 86:730-740
- 13) Cecchi F, Olivetto I, Monterreggi др.. Прогностическое значение неустойчивой желудочковой тахикардии и

- потенциальная роль амиодарона в лечении гипертрофической кардиомиопатии: оценка в невыборочной и нереперальной популяции пациентов. *Heart* 1998; 79:331-336
- 14) DiMarco JP, Philbrick JT. Использование амбулаторного мониторинга ЭКГ. *Ann Intern Med* 1990; 113:53-68
- 15) Stern S, Tzivoni D. Раннее обнаружение скрытой ишемической болезни 24-часовым мониторингом ЭКГ активных субъектов. *Br Heart J* 1974; 36:481-486
- 16) Lanza GA, Mascellanti M, Placentino M и др.. Полезность третьего холтеровского отведения для выявления ишемии миокарда. *Am J Cardiol* 1994; 74:1216-1219
- 17) Stone PH, Chaitman BR, McMahon RP и др. Пилотное исследование бессимптомной ИБС (ACIP). Взаимосвязь между наведенной нагрузкой и амбулаторной ишемией у больных со стабильной коронарной болезнью. *Circulation* 1996; 94:1537-1544
- 18) Tzivoni D, Gavish A, Benhorin J и др.. Ежедневная вариабельность ишемических событий при коронарной болезни сердца. *Am J Cardiol* 1987; 60:1003-1005
- 19) Taddei A, Distanti G, Emdin M и др.. Европейская база данных ST-T: стандартные оценки системы для анализа ST-T изменений в амбулаторной электрокардиографии. *Eur Heart J* 1992; 13:1164-1172
- 20) Kleijger RE, Stein PK, Bosner MS и др.. Время измерения домена вариабельности сердечного ритма. *Cardiol Clin* 1992; 10:487-498
- 21) Papaioannou VE. Вариабельность сердечного ритма, барорефлекторная функция и турбулентность сердечного ритма: возможное происхождение и последствия. *Hellenic J Cardiol* 2007; 48:278-289
- 22) Schmidt G, Malik M, Barthel P и др.. Турбулентность сердечного ритма после желудочковых экстрасистол как предиктор смертности после острого инфаркта миокарда. *Lancet* 1999; 353:1390-1396
- 23) Watanabe MA, Schmidt G. Турбулентность сердечного ритма: 5-летний обзор. *Heart Rhythm* 2004; 1:732-738
- 24) Kozák M, Křivan L, Sepší M, Trčka P, Vlašínová J. Влияние связанного интервала спонтанной желудочковой экстрасистолы на величины турбулентности сердечного ритма. *Vnitřní Léč* 2008; 54:803-809
- 25) Liao J, Khalid Z, Scallan C и др.. Неинвазивный сердечный мониторинг для выявления пароксизмальной фибрилляции предсердий и трепетания после острого ишемического инсульта. *Stroke* 2007; 38:2935-2940
- 26) Kuhne M, Schaer B, Moulay N и др.. Холтеровское мониторирование при синкопе: диагностическая распознаваемость в различных группах пациентов и воздействия на имплантацию прибора. *Q J Med* 2007; 100:771-777
- 27) Cugankiewicz I, Dareba W, Luna AB. Прогностическое значение холтеровского мониторирования при застойной сердечной недостаточности. *Cardiology J* 2008; 15:313-323
- 28) Ergodan O. Холтеровское мониторирование при прогнозе внезапной сердечной смерти. *Anatol J Cardiol* 2007; 7:64-67
- 29) Rugg-Gunn FJ, Simister RJ, Squirrel M и др.. Сердечные аритмии при очаговой эпилепсии: проспективные долговременные исследования. *Lancet* 2004; 364:2212-2219
- 30) Cannom DS, Wyman MG, Goldreyer BN. Клиническая и наведенная желудочковая тахикардия у больного с миотонической дистрофией. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4:625-628
- 31) Basavarajaiah S, Wilson M, Chyte G и др.. Преобладание и значимость изолированного интервала QT у элитных спортсменов. *Eur Heart J* 2007; 28:2944-2949
- 32) Sztajzel J, Jung M, Sievert K и др.. Сердечный автономный профиль в разных спортивных дисциплинах в течение дневной деятельности. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48:495-501
- 33) Biffi A, Maron BJ, Verdile L и др.. Влияние физической детренированности на желудочковые тахикардии у тренированных спортсменов. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44:1053-1058
- 34) Руководство по применению холтеровского прибора BTL-MEW, 2009; Фирменная документация.

Передано в редакцию: 16. 7. 2009

Принято после рецензии:

**проф. MUDr. Lubomír Elbl, к.м.н.**

Частная кардиологическая амбулатория  
в городе Брно  
Гематоонкологическая клиника внутренних  
болезней медфака МУ Брно  
Тел. + Факс: +545 212 868  
Электронная почта: lelbl@seznam.cz