proLékaře.cz | 27.7.2025

HOLTEROVA MONITORACE EKG

L. Elbl

Souhrn
Ambulantní monitorování EKG je základní vyšetřovací metodou u nemocných s arytmiemi. Obrovský technický pokrok umožnil díky novým metodám snímání, záznamu, analýzy a novým algoritmům diagnostiky EKG křivky rozšířit diagnostické metody dynamického monitorování EKG. Od základní diagnostiky arytmií se dostáváme k diagnostice ischemie myokardu pomocí analýzy změn ST segmentu, dále k diagnostice vegetativní dysbalance pomocí variability RR intervalu či turbulence srdeční frekvence, či k vyhodnocení funkce kardiostimulátorů. Díky novým technickým možnostem se značně rozšiřuje klinická aplikace EKG Holterova monitorování. Elektrokardiografické parametry hodnocené Holterovým monitorováním jsou nezávislým prediktorem mortality a progrese chronického srdečního selhání a náhlé smrti. Indikace ambulantního monitorování EKG se vedle kardiologie rozšířily i do oblasti metabolických, neurologických onemocnění až po sportovní medicínu.

Klíčová slova
ambulantní monitorování EKG – arytmie – ischemická choroba srdeční – variabilita srdečního rytmu – turbulence srdečního rytmu

Abstract
ECG monitoring with Holter monitor. Ambulatory ECG monitoring is the essential examination method in patients with arrhythmias. Diagnostic uses of the dynamic ECG monitoring are expanding thanks to the new methods of scanning, recording and analysis as well as the availability of new algorithms, brought about by the recent significant technical developments. We move from the basic diagnostics of arrhythmias towards the diagnosis of myocardial ischemia, through the analysis of the ST segment variability, and further to the diagnosis of vegetative dysbalance, using the RR interval variability or heart rate turbulence, and to the assessment of pace-maker functionality. The new technical advances enable significant expansion of the clinical applicability of ECG monitoring with the Holter monitor. Electrocardiographic parameters evaluated with the Holter monitor are an independent predictor of mortality and progression of the chronic heart failure and sudden death. Apart from cardiology, the indications for ambulatory ECG monitoring now include the areas of metabolic and neurological diseases as well as sports medicine.

Keywords
ambulatory ECG monitoring – arrhythmias – ischemic heart disease - heart rate variability – heart rate turbulence

Úvod

Ve čtyřicátých letech minulého století vyvinul Dr. Norman Jeff Holter z Montany v USA první systém snímající a přenášející elektrokardiografický záznam. Po svém tvůrci je tento systém často nazýván „Holterovým monitorováním" [1,2]. Od svého vzniku prodělal mohutný vývoj nejen z hlediska miniaturizace, doby záznamu a techniky záznamu a vyhodnocení, ale především v šíři využití metody v klinické praxi. Dnes patří tato diagnostická metoda k základnímu vybavení kardiologických pracovišť [3].

Původně byla metoda zaměřena na diagnostiku arytmií. Především s rozvojem počítačových technologií byly možnosti systému využity k diagnostice ST změn, tedy detekci ischemické choroby srdeční, hodnocení Q-T intervalu, hodnocení variability srdeční frekvence či turbulence RR intervalu. Některé systémy umožňují snímat i EKG jícnový svod či současně snímají EKG a krevní tlak [4–6].

Technické aspekty

Dnes se všeobecně používají dva typy záznamů EKG. Jedná se o kontinuální snímání nejčastěji po dobu 24–48 hod. Některé systémy umožňují až sedmidenní záznam [3,6].

Druhou možností je intermitentní snímání. V praxi jsou používány dva typy. Smyčkový nahrávač (Loop Recorder, Pre-Event Recorder): záznam je snímán v nekonečné smyčce, ale ukládán je při aktivaci snímače pacientem při vzniku symptomů. Přístroj lze naprogramovat tak, aby byly zachyceny sekvence EKG před příhodou a po ní. Na druhé straně se může snímač dle patologických sekvencí aktivovat sám. Epizodní záznamník (Event Recorder, Post-Event Recorder) již dle názvu snímá jen období epizody, kdy pacient přikládá snímač na hrudník. Na základě miniaturizace smyčkových snímačů byly vytvořeny implantabilní nahrávače (Implantable Loop Recorder – ILR), které se implantují do podkoží. EKG je snímáno z elektrod na povrchu přístroje. Životnost baterie se pohybuje mezi 18–24 měsíci. Záznam může být aktivován pacientem či automaticky [7–8].

Výtěžnost kontinuálního monitorování pro diagnostiku arytmií je udávána do 20 % (shoda mezi EKG nálezem a symptomy), asymptomatické arytmie jsou přítomny asi u 15 % vyšetřených. U intermitentního monitorování se uvádí výtěžnost pro diagnostiku arytmií kolem 50 % a synkop asi 25 %. Přístroje automaticky aktivované mají výtěžnost vyšší než spouštěné pacientem. Implantabilní rekordéry mohou mít výtěžnost až k 90 % [3,6,9].

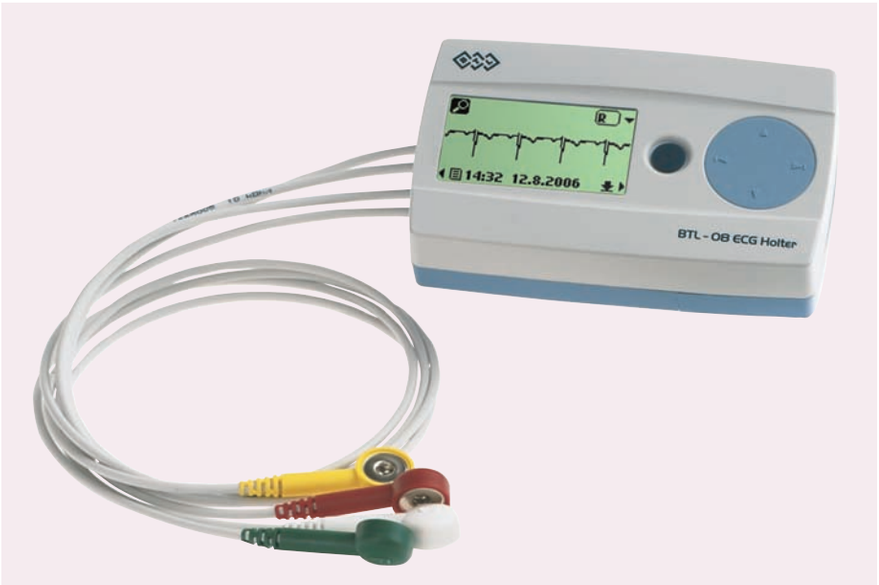
Snímání a analýza dat

V současné době jsou u většiny systémů data v digitální formě uložena na čtecích kartách a takto přenesena čtečkami karet do počítače. Data mohou být analyzována již on-line během přenosu, většinou jsou ale zpracovávána off-line. Základem každého systému je počítačové zpracování dat a zpracování jejich výstupu. Většina programů umožňuje zpracování záznamu dle epizod, tvorbu templátů, full disclosure stránkování, RR histogramy. Vlastní zpracování provádí lékař či vyškolený pracovník (zdravotní sestra). Po zpracování záznamu poskytne program kvalitativní i kvantitativní informace o srdeční frekvenci, extrasystolách, tachy- či bradyarytmiích, změnách ST segmentu, QT intervalu nebo změnách RR intervalu v závislosti na čase [3,10–11].

Monitorování arytmií

Detekce a vyhodnocení arytmií je základní funkcí systému. Elektronická analýza výrazně zlepšuje senzitivitu a specificitu interpretace záznamu. V diagnostice komorových extrasystol má senzitivitu kolem 95 % a pozitivní prediktivní hodnotou až 99 %, pro komorovou tachy-

proLékaře.cz | 27.7.2025



Obr. 1. BTL-08 EKG Holter

kardii je senzitivita 80–93 % s pozitivní prediktivní hodnotou 82–90 % [12–13]. Diagnostika síňových předčasných stahů či tachyarytmií je horší. Senzitivita je kolem 40–70 % s pozitivní předpovědní hodnotou 60–90 % [14]. Ani zkušený operátor nemusí vždy přesně arytmii diagnostikovat. V dobře zavedených laboratořích se může u jednoho záznamu pohybovat inter- či intraindividuální variabilita pro hodnocení komorových arytmií, zvláště komplexních forem, mezi 10–25 % [10].

Monitorování ischemie

Ischemické změny či změny ST segmentu byly poprvé monitorovány v roce 1974 [15]. Nicméně interpretace nálezů má stále obdobná omezení jako při zátěžovém testu, zejména u symptomatické populace. Změny hladin minerálů, posturální změny, umístění elektrod, hyperventilace apod., stejně tak jako technické problémy hodnocení ST změn při instabilitě izoelektrické linie či za přítomnosti raménkových blokád nadále zůstávají limitujícími faktory. Senzitivita v detekci ischemických změn při užití svodu V5 je udávána v 89 %, přidáním V3 a snímáním dolní stěny se zvyšuje maximálně na 96 %. V občasné době umožňují systémy na základě matematické transformace provést analýzu klasického 12svodového EKG [16–17]. Optimální doba pro kvantifikaci ischemických epizod je ≥ 48 hod záznamu. Při hodnocení epizod asymptomatických ischemií je výtěžnost ze 24hodinového záznamu asi 64 %, kdežto ze 72hodinového až 95 % [18,19].

Variabilita RR intervalu

Hodnocení variability RR intervalu poskytuje významnou informaci o autonomní vegetativní kontrole srdeční činnosti. Systémy dnes běžně hodnotí parametry časové domény a frekvenční domény [20]. Data z obou analýz mají význam pro rizikovou stratifikaci nemocných po srdečním infarktu či se srdečním selháním, vyhodnocení efektu terapie, ale i u zdravé populace, např. u sportovců při vyhodnocení tréninkových aktivit [21].

Turbulence tepové frekvence

Hodnocení turbulence tepové frekvence je jen další matematický pohled na vegetativní řízení srdeční činnosti spolu s hodnocením variability či baroreflexní senzitivity. Využívá se hodnocení holterovského záznamu, kdy je sledována oscilace RR intervalů po spontánně vzniklé komorové extrasystole [22]. HRT (Heart Rate Turbulence) je charakterizována dvěma parametry – turbulence onset a turbulence slope, které mají stanovené cut-off hodnoty s klinickým impaktem. Hodnoty turbulence onset ≥ 0 % a turbulence slope ≤ 2,5 ms/RR jsou považovány za abnormální a jsou spojeny s vyšším rizikem náhlé srdeční smrti. HRT je považována za významný prediktor mortality u nemocných po srdečním infarktu [23–24].

Klinické využití holterovy monitorace EKG

Holterova monitorace je nejčastěji využívána v diagnostice srdečních arytmií a ischemické choroby srdeční. Dalším přínosem je vyhodnocení efektu léčby: podání antiarytmik, stavy po katetrové ablaci či po srdečních operacích, po implantaci kardiostimulátorů či kardioverterů [3,5–6].

Další významnou indikační skupinou je vyšetřování nejasných synkopálních nebo presynkopálních stavů, i když výtěžnost klasického monitorování je zde poměrně nízká, kolem 25 % a zavedením implantabilních rekordérů se zvyšuje na 52–58 % [3,25–26].

S rozšířením diagnostických možností se posouvá význam Holterovy monitorace do oblasti prognostické u symptomatických, ale i asymptomatických jedinců. V této oblasti jsou zahrnuti především nemocní po srdečním infarktu, s chronickým srdečním selháním a s hypertrofickou kardiomyopatií [27–28].

Holterova monitorace se uplatňuje u dalších selektovaných skupin, např. u pacientů s epilepsií, svalovou dystrofií, u metabolických onemocnění [29–30]. Samostatným problémem je problematika sportovní kardiologie [31–33].

Firma BTL zdravotnická technika, a.s., zabývající se vývojem, výrobou a distribucí kardiologické diagnostické techniky, přichází nyní na kardiologický trh s inovací EKG-holterovského systému (obr. 1). Sytém BTL-08 s programem BTL-08 MEW představují kompletní hardwarovou i softwarovou inovaci umožňující klasické 24–48hodinové monitorování EKG s volbou 3/7/12svodového záznamu po maximální monitorovací dobu sedm dní. Systém tak umožňuje moderní diagnostiku arytmií, ischemických příhod a funkce kardiostimulátoru. Nabízí také analýzu variability RR intervalu v obou doménách.

Vlastní přístroj je napájen akumulátorovými bateriemi, informace jsou ukládány do paměťové karty typu SD.

Přenos dat je možný třemi způsoby: cestou USB spojení s počítačem, bezdrátovým spojením, přednastavenou SD kartou. Vyšetření můžeme spustit z přístroje bez předchozí komunikace s centrálním počítačem.

Program MEW Holter zaznamená a uloží libovolný počet EKG záznamů až ze 12 svodů. Umožní i vizuální porovnání a rozměření dvou záznamů jednoho pacienta a porovnání a rozměření vybraných dílčích QRS komplexů.

Program umožňuje zpracovat nejen signál, ale i morfologii stahů do templátů a jejich podskupin, vytváří tak strom templátů, čímž velmi usnadňuje diagnostiku arytmií. Program automaticky poskytuje grafy disperzí a trendů a histogramy jednotlivých událostí či monitorovaných veličin.

proLékaře.cz | 27.7.2025

Velmi rychlou orientaci při hodnocení nabízí tabulka extrémních událostí, pacientský deník a tabulky arytmií s časovým rozvojem v závislosti na časových jednotkách nebo činnosti pacienta. Tabulka ischemických změn ukazuje absolutní i relativní hodnoty ve všech hodnocených svodech.

Přechod mezi numerickým vyjádřením hodnocené veličiny, trendy či histogramy a EKG stripem je samozřejmostí. Práci výrazně urychluje panel rychlých voleb.

Závěrečná zpráva nabízí text, v němž se objeví finální zpracovaná data, celý text je jednoduše editovatelný. Nabízí vlastní položky a ty, které jsme během hodnocení sami vytvořili, včetně uložení stripů s komentářem. Výstupní zprávu můžeme vytisknout nebo vytvořit PDF formát.

Program MEW je moderní modulární systém jednotného kardiologického pracoviště. Jedná se o velmi flexibilní program se širokou nabídkou funkcí a jednoduchým ovládáním. Lze jej velmi jednoduše začlenit do programového vybavení kardiologické ambulance [34].

Literatura

1. Holter NJ, Generelli JA. Remote recording of physiological data by radio. Rocky Mt Med J 1949; 46: 747–751.

2. Holter NJ. New method for heart studies. Science 1961; 134: 1214–1220.

3. Enseleit F, Duru F. Long-term continuous external electrocardiographic recording: a review. Europace 2006; 8: 255–266.

4. Heilbron EL. Advances in modern electrocardiographic equipment for long-term ambulatory monitoring. Card Electrophysiol Rev 2002; 6: 185–189.

5. Adamec J, Adamec R. EKG podle Holtera. Dotisk prvního vydání. Praha: Galen 2009.

6. Sovová E. Dynamická elektrokardiografie. In: Štejfa M et al (eds). Kardiologie. 3. vyd. Praha: GRADA Publishing 2007: 114–117.

7. Leitch J, Klein G, Yee R et al. Feasibility of an implantable arrhythmia monitor. Pacing Clin Electrophysiol 1992; 15: 2232–2235.

8. Krahn AD, Klein GJ, Skanes AC et al. Use of the implantable loop recorder in evaluation of patients with unexplained syncope. J Cardiovasc Electrophysiol 2003; 14 (Suppl 9): S70–S73.

9. Balmelli N, Naegeli B, Bertel O. Diagnostic yield of automatic and patient-triggered ambulatory cardiac event recording in the evaluation of patients with palpitations, dizziness, or syncope. Clin Cardiol 2003; 26: 173–176.

10. Pratt CM, Eaton T, Francis M et al. Ambulatory electrocardiographic recordings: the Holter monitor. Curr Probl Cardiol 1988; 13: 517–586.

11. Brandes A, Gonska BD, Distler WK et al. The reliability of computer-assisted long-term ECG analysis of pacemaker malfunction in patients with ventricular demand pacemakers. Z Kardiol 1994; 83: 351–358.

12. Fananapazir L, Chang AC, Epstein SE et al. Prognostic determinants in hypertrophic cardiomyopathy. Prospective evaluation of a therapeutic strategy based on clinical, Holter, hemodynamic, and electrophysiological findings. Circulation 1992; 86: 730–740.

13. Cecchi F, Olivotto I, Montereggi A et al. Prognostic value of non-sustained ventricular tachycardia and the potential role of amiodarone treatment in hypertrophic cardiomyopathy: assessment in an unselected non-referral based patient population. Heart 1998; 79: 331–336.

14. DiMarco JP, Philbrick JT. Use of ambulatory electrocardiographic monitoring. Ann Intern Med 1990; 113: 53–68.

15. Stern S, Tzivoni D. Early detection of silent ischaemic heart disease by 24-hour electrocardiographic monitoring of active subjects. Br Heart J 1974; 36: 481–486.

16. Lanza GA, Mascellanti M, Placentino M et al. Usefulness of a third Holter lead for detection of myocardial ischemia. Am J Cardiol 1994; 74: 1216–1219.

17. Stone PH, Chaitman BR, McMahon RP et al. Asymptomatic Cardiac Ischemia Pilot (ACIP) Study. Relationship between exercise-induced and ambulatory ischemia in patients with stable coronary disease. Circulation 1996; 94: 1537–1544.

18. Tzivoni D, Gavish A, Benhorin J et al. Day-to-day variability of myocardial ischemic episodes in coronary artery disease. Am J Cardiol 1987; 60: 1003–1005.

19. Taddei A, Distante G, Emdin M et al. The European ST-T database: standard for evaluating systems for the analysis of ST-T changes in ambulatory electrocardiography. Eur Heart J 1992; 13: 1164–1172.

20. Kleiger RE, Stein PK, Bosner MS et al. Time domain measurements of heart rate variability. Cardiol Clin 1992; 10: 487–498.

21. Papaioannou VE. Heart rate variability, baroreflex function and heart rate turbulence: Possible origin and implications. Hellenic J Cardiol 2007; 48: 278–289.

22. Schmidt G, Malik M, Barthel P et al. Heart-rate turbulence after ventricular premature beats as a predictor of mortality after acute myocardial infarction. Lancet 1999; 353: 1390–1396.

23. Watanabe MA, Schmidt G. Heart rate turbulence: a 5-year review. Heart Rhythm 2004; 1: 732–738.

24. Kozák M, Křivan L, Sepši M et al. Vliv vazebného intervalu spontánní komorové extrasystoly na hodnoty turbulence srdečního rytmu. Vnitř Lék 2008; 54: 803–809.

25. Liao J, Khalid Z, Scallan C et al. Noninvasive cardiac monitoring for detecting paroxysmal atrial fibrillation or flutter after acute ischemic stroke: a systematic review. Stroke 2007; 38: 2935–2940.

26. Kühne M, Schaer B, Moulay N et al. Holter monitoring for syncope: diagnostic yield in different patient groups and impact on device implantation. QJM 2007; 100: 771–777.

27. Cygankiewicz I, Zareba W, Luna AB. Prognostic value of Holter monitoring in congestive heart failure. Cardiol J 2008; 15: 313–323.

28. Erdoğan O. Holter monitoring in the prognosis of sudden cardiac death. Anadolu Kardiyol Derg 2007; 7 (Suppl 1): 64–67.

29. Rugg-Gunn FJ, Simister RJ, Squirrell M et al. Cardiac arrhythmias in focal epilepsy: a prospective long-term study. Lancet 2004; 364: 2212–2219.

30. Cannom DS, Wyman MG, Goldreyer BN. Clinical and induced ventricular tachycardia in a patient with myotonic dystrophy. J Am Coll Cardiol 1984; 4: 625–628.

31. Basavarajaiah S, Wilson M, Whyte G et al. Prevalence and significance of an isolated long QT interval in elite athletes. Eur Heart J 2007; 28: 2944–2949.

32. Sztajzel J, Jung M, Sievert K et al. Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity. J Sports Med Phys Fitness 2008; 48: 495–501.

33. Biffi A, Maron BJ, Verdile L et al. Impact of physical deconditioning on ventricular tachyarrhythmias in trained athletes. J Am Coll Cardiol 2004; 44: 1053–1058.

34. BTL-MEW. Holter návod k použití, 2009; firemní dokumentace.

Doručeno do redakce 16. 7. 2009
Přijato po recenzi 19. 8. 2009

prof. MUDr. Lubomír Elbl, CSc.
Privátní kardiologická ambulance Brno
Interní hematoonkologická klinika, LF MU Brno
lelbl@seznam.cz