

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Cogitare hominis est!

УДК 519.218+625.92



Метод візуалізації добових електрокардіосигналів для систем голтерівського моніторингу

Л.Є.Дедів, В.П.Забитівський, М.О.Хвостівський

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
Тернопіль, Україна*

РЕЗЮМЕ, ABSTRACT

В роботі запропоновано метод візуалізації добового електрокардіосигналу на екрані дисплея у лікаря-кардіолога, який дає змогу чітко відстежити зміни в сигналі протягом довгого інтервалу часу (Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№1.-С.22-25).

Ключові слова: добовий електрокардіосигнал, система голтерівського моніторингу, стадія

Л.Е.Дедив, В.П.Забитивский, Н.О.Хвостивский

МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ СУТОЧНЫХ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ ДЛЯ СИСТЕМ ХОЛТЕРОВСКОГО МОНИТОРИНГА

Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Тернополь, Украина

В работе предложен метод визуализации суточного электрокардиосигнала на экране дисплея у врача-кардиолога, который дает возможность четко отследить изменения в сигнале в течение продолжительного интервала времени (Укр.журнал телемедицины и мед.телематики.-2010.-Т.8,№1.-С.22-25).

Ключевые слова: суточный электрокардиосигнал, система холтеровского мониторинга, стадия

L.E.Dediv, V.P.Zabitivskiy, M.O.Khivistivskiy

A METHOD OF VISUALIZATION OF DAY'S ELECTROCARDIOSIGNAL IS FOR THE SYSTEMS HOLTER MONITORING

Ternopil National Technical University of the name of Ivan Pulyy, Ternopil, Ukraine

The method of visualization of day's electrocardiosignal is in-process offered on the screen of display for a doctor-cardiologist, which enables expressly to watch changes at a signal during a long time domain (Ukr.z.telemed.med.telemat.-2010.-Vol.8,№1.-P.22-25).

Key words: day's electrocardiosignal, system of the holter monitoring, stage

За статистичними даними всесвітньої організації охорони здоров'я людини станом на 2009 р., від серцево-судинних захворювань (ССЗ) померло 17,5 млн. людей. Прогнозовано, що до 2015 року близько 20 млн. людей помре від ССЗ, які стануть основними причинами смертності. Це в першу чергу пов'язано із впливом внутрішніх (стрес, розумове перенапруження) та зовнішніх (погана екологія, суцільна комп'ютеризація, фізичне навантаження) факторів на серце

людини. Тому важливим завданням сучасної кардіології в Україні та і в усьому світі є своєчасне виявлення та запобігання серцево-судинних захворювань.

На важливість діагностики серцево-судинної системи за електрокардіосигналом (ЕКС) протягом довготривалого інтервалу часу вказували дослідники медичного спрямування, такі як Макаров Л.М., Недоступ О.В., Дабровські А., Dickinson P., Scott O. та ін. [1,2], зокрема встановлено, що

аналіз електрокардіосигналів на базі голтерівського моніторингу (реєстрація електрокардіосигналу впродовж довготривалого інтервалу часу, зокрема доби) дає змогу оцінити роботу серця людини протягом доби, виявити зміни і порушення у функціонуванні серцево-судинної системи і тим самим забезпечити глибший аналіз різного типу патологій, точність діагнозу і відповідно вибір ефективного методу лікування. Ефективність методу лікування захворювань серця людини залежить від наявності відповідної кардіологічної системи голтерівського моніторингу із розширеними властивостями графічного інтерфейсу, що дає змогу забезпечити більш глибший аналіз структури добового електрокардіосигналу.

На сьогодні в відомих системах голтерівського моніторингу (наприклад, виробників WristClinic™, CardioNet Inc., «Кардіосенс» тощо) процес візуалізації добового електрокардіосигналу має обмежені можливості, тому що візуалізується лише та його частина, яка зосереджена на короткому інтервалі часу. Тому розроблення нового методу візуалізації добового електрокардіосигналу є актуальною задачею для сучасних систем голтерівського моніторингу, який дасть змогу відстежити на дисплеї монітора динаміку зміни сигналу на довготривалому інтервалі часу, зокрема доби.

Мета дослідження

Метою дослідження є розроблення методу візуалізації добового електрокардіосигналу на дисплеї лікаря-

кардіолога для систем голтерівського моніторингу.

Матеріал і методи

Традиційно вважається, що діяльність людей впродовж доби є неоднорідною, динамічною і складно організованим процесом, якому властиві циклічність, значні групові й індивідуальні варіації. Під час дня кожна людина функціонує по-різному, при цьому не зберігаючи однорідність діяльності (велика варіація часових інтервалів фізичної, розумової, психологічної праці та ін.), що не скажеш про сон (збереження структури).

В структурі сну виділяють стадії [3-5]: поволіхвильовий (англ. NREM, non rapid eye movement – без швидких рухів очей) і швидкий сон (англ. REM, rapid eye movement – з швидкими рухами очей). При цьому NREM сон складається з чотирьох стадій, що розрізняються за глибиною: I – засипання, II – поверхневий, III і IV – глибокий, а REM сон підрозділяють на тонічний і фазичний. Питома вага цих стадій у різних людей також неоднакова і схильна до впливу багатьох чинників. Для кожної стадії характерна певна частота, амплітуда і форма ЕКС, різний м'язовий тонус.

Враховуючи те, що впродовж доби серце людини змінює свій режим роботи, переходячи з однієї стадії в іншу, ЕКС умовно розбито на часові інтервали (рис.1), які відповідають тривалості кожної стадії.

Враховуючи умовне розбиття ЕКС, яке зображено на (рис.1), сигнал в межах однієї стадії трактовано як періодично корельований випадковий процес (ПКВП) [6] (вираз 1) (процес, який описує випадкові коливання і ймовірнісні характеристики якого є періодичними), що дає змогу врахувати у своїй структурі поєднання властивостей періодичності з випадковістю і є важливим для задач аналізу фазово-часової структури з метою своєчасного виявлення прихованих патологічних змін у функціонуванні серцево-судинної системи:

$$\xi(t) = \sum_{n \in Z} \chi_{D_n}(t) \cdot \xi_n(t), \quad (1)$$

$$\text{де } \chi_{D_n}(t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \in D_n \\ 0, & \text{якщо } i \notin D_n \end{cases} \text{ - індикаторна}$$

функція, $D_n = [\tau_n, \tau_{n+1})$ - тривалість n -ої стадії;

$\xi_n(t)$ - ЕКС як періодично корельований випадковий процес в межах n -ої стадії:

$$\xi_n(t) = \sum_{k \in Z} \xi_{nk}(t) e^{-ik \frac{2\pi}{T}(t+\tau_n)}, t \in \mathbf{R} \quad (2)$$

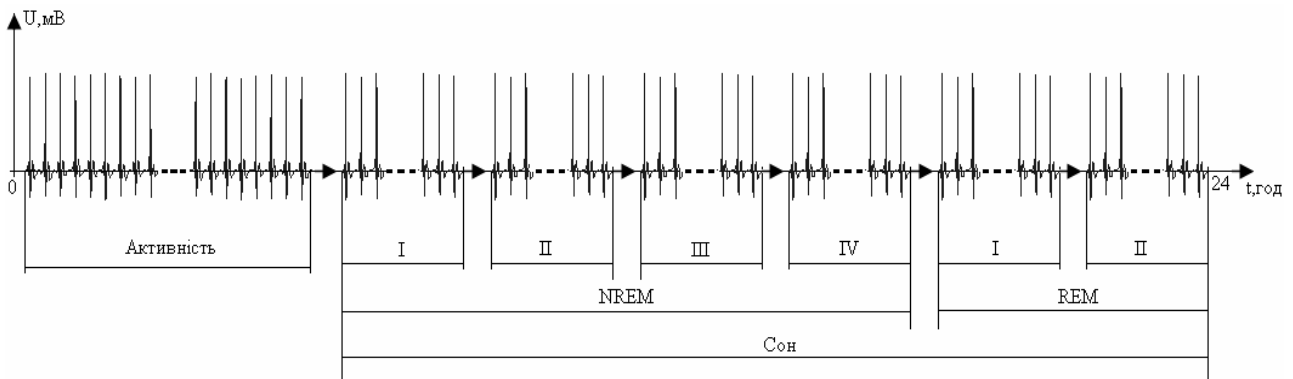


Рисунок 1. Умовне розбиття добового ЕКС на стадії:
 NREM: I – стадія засинання, II – стадія поверхневого сну, III, IV – стадія глибокого сну,
 REM: I – стадія тонічного сну, II – стадія фазичного сну

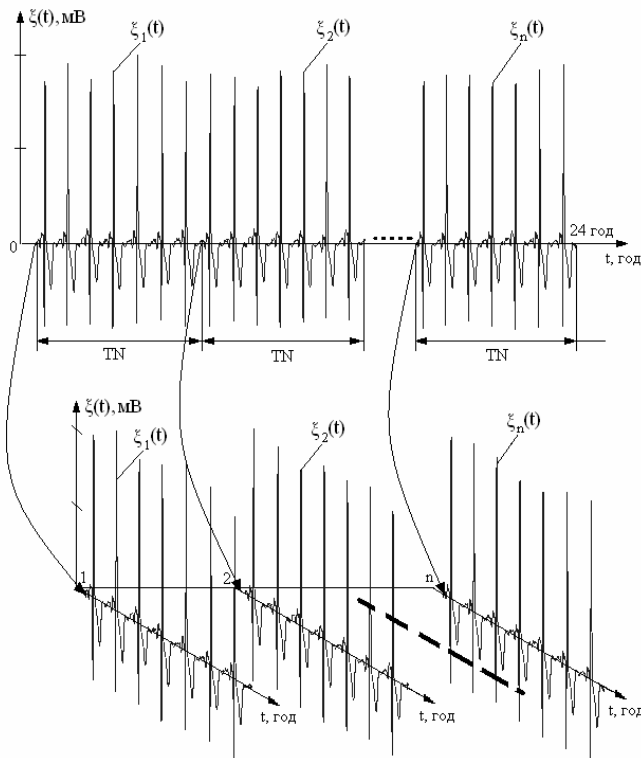


Рисунок 2. Метод зображення добового ЕКС для систем голтерівського моніторингу

Оскільки на кожній стадії ЕКС є ПКВП (рис.1), тому добовий ЕКС подано у вигляді кусково-ПКВП через стаціонарні компоненти на n -ій стадії:

$$\xi(t) = \sum_{n \in \mathbf{Z}} \sum_{k \in \mathbf{Z}} \chi_{D_n}(t) \cdot \xi_{nk}(t) e^{-in \frac{2\pi}{T}(t+\tau_n)}, t \in \mathbf{R}, \quad (3)$$

де $\xi_{nk}(t)$ - стаціонарні компоненти ЕКС n -ої стадії, T - період корельованості.

Зображення (3) у вигляді кусково-ПКВП є адекватним добовому ЕКС, що дає змогу врахувати у його структурі поєднання властивостей періодичності з випадковістю як у структурі стадії, так і в структурі всього сигналу, і застосувати до нього відомі методи статистичного опрацювання (синфазний та компонентний) з метою

отримання статистичних оцінок, які є показниками стану серцево-судинної системи людини.

Первиною задачею при опрацюванні добового ЕКС як кусково-ПКВП є його візуалізація, що дає змогу відстежити зміни в ЕКС і вибрати часові ділянки для його опрацювання. Враховуючи той факт, що на сьогодні процес візуалізації усього добового електрокардіосигналу на дисплеї систем голтерівського моніторингу не є можливим, запропоновано новий метод візуалізації, який базується на розбитті ЕКС на короткі часові інтервали із подальшим їх паралельним розкладанням один за одним (рис.2).

Результати і обговорення

Використовуючи запропонований метод візуалізації (рис.2), експериментально зареєстрований добовий ЕКС системою

голтерівського моніторингу CardioSans зображено на рис.3.

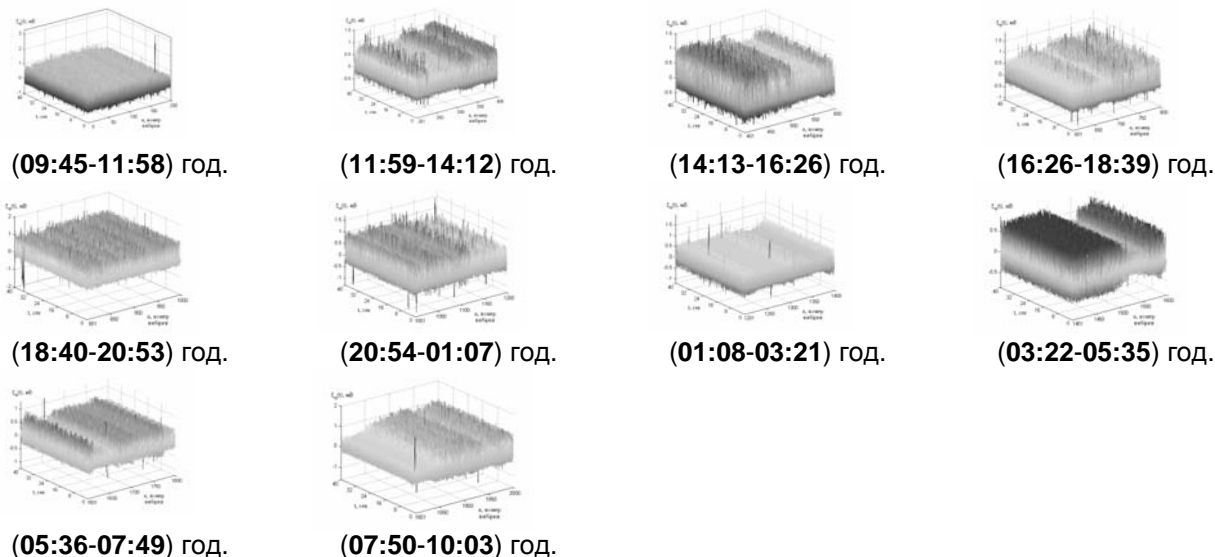


Рисунок 3. Реалізації сформованих вибірок із добового ЕКС

Шляхом візуального аналізу отриманих реалізацій сформованих вибірок із добового ЕКС (рис.3) розробленим методом

встановлено, що таке подання добового ЕКС дає змогу відстежити стадії ЕКС та їх часові границі з метою подальшого аналізу.

Висновки

Розроблений метод візуалізації добового ЕКС, який базується на розкладанні сигналу на однакові за часовою тривалістю куски, дає змогу підвищити інформативність

візуального аналізу систем голтерівського моніторингу, дослідити структуру сигналу та провести глибший аналіз окремих його стадій.

Література и веб-библиография

1. *Макаров Л.М.* Холтеровское мониторирование / Макаров Л.М. – М.: Медпрактика, 2000.- 216 с.
2. *Дабровски А.* Суточное мониторирование ЭКГ / Дабровски А., Дабровски Б., Пиотрович Р; [пер. с польск. Корнеев Н.В., Грабко Н.Н., Банникова С.Д] – М.: Медпрактика, – 1998. – 208 с.
3. *Berlad I, Shlitner A, Ben-Haim S, Lavie P.* Power spectrum analysis and heart rate variability in stage 4 and REM sleep: evidence for state-specific changes in autonomic dominance // *J. Sleep. Res.* 1993; 2, 88.

4. *Parmeggiani P.* The autonomic nervous system in sleep. In: *Principles and Practice of Sleep Medicine (2nd ed.)*, edited by M.H. Kryger, T. Roth, and W.C. Dement. Philadelphia, PA: Saunders. 1994, p. 194.
5. *Umali M.U., Hilton M.F., Kres S.P. et.al.* Circadian and sleep stage influences on cardiac autonomic tone // *Sleep.* 2000; 23: A26.
6. *Драган Я.П.* Енергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів / Драган Я.П. – Львів: Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем, – 1997. – XVI+333с.

Надійшла до редакції: 05.10.2009.

© Л.Є.Дедів, В.П.Забитівський, М.О.Хвостівський

Кореспонденція: Дедів Л.Є.,
Вул. Руська, 16/9, 46008, Тернопіль, Україна
E-mail: dediv@ukr.ne