

УДК 615.471

С.В. Штик¹, В.В. Булага², П.М. Замятін²¹Харківський національний університет радіоелектроніки²Інститут загальної і невідкладної хірургії Академії медичних наук України

СЛІПІЙ РОЗДІЛ СИГНАЛІВ У ПІДВИЩЕННІ ВІРОГІДНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ШЛУНКУ ЕЛЕКТРОГАСТРОГРАФІЄЮ

З метою підвищення вірогідності діагностики захворювань шлунку використовується сліпий розділ сигналів (СРС). Обробці підлягають сигнали з двох біполярних відведень. Порівнюються результати двох способів розташування електродів – послідовного і прямокутно-перехресного на проекції шлунку. Для аналізу вірогідності використовуються спектральні характеристики електрогастрограми: домінуюча частота, процентні часові співвідношення брадігастрії, тахігастрії, нормогастрії та аритмії, розрахованих за допомогою авторегресійного аналізу ковзного середнього. Результатом є підвищення вірогідності при використанні СРС на 12,5% при обох відведеннях, причому вірогідність на 6,25% вища при поєднанні послідовного відведення з СРС.

Ключові слова: електрогастрограма, сліпий розділ сигналів, спектральний аналіз, електрична активність, авторегресійний аналіз, брадігастрія, нормогастрія, тахігастрія, аритмія, домінуюча частота.

Вступ

Для виявлення порушень моторики шлунку необхідне проведення досліджень, більша частина яких є інвазивними і високотехнологічними. В зв'язку з цим, особливу актуальність набувають неінвазивні і нетравматичні методи діагностики, до яких відноситься і електрогастрографія. Крім питань діагностики, актуальною є можливість спостереження за лікуванням з ціллю корекції.

Електрогастрограма (ЕГГ) містить шум і артефакти від інших органів. Для отримання якісної і кількісної оцінки може використовуватись спектральний аналіз (СА), який дає високу точність при достатньому відношенні сигнал/шум. Для підвищення цього відношення можна використовувати метод сліпого розділу сигналів (СРС), який добре зарекомендував себе в штучних умовах моделювання [1].

Формулювання проблеми. При реєстрації ЕГГ універсальним електрогастроентерографом [2, 3] на основі знань про розташування пейсмейкерів шлунково-кишкового тракту (ШКТ) [4] використовується біполярне відведення з проекції шлунку.

Далі для СА ЕГГ застосовується програмне забезпечення EGGLAB, яке створене в рамках роботи з дослідження електричної активності (ЕА) органів ШКТ, що проводяться у лабораторії «Промінь», ХНУРЕ.

Метою даної роботи є порівняння результатів СА ЕГГ, отриманих після фільтрації сигналу ЕГГ без використання СРС, з результатами після фільтрації у поєднанні зі СРС [4] для різних відведень у умовах наявності артефактів руху.

Основна частина

Рішення проблеми. Експеримент проводився у відділенні травматичного шоку з групою реанімації

та невідкладної хірургії Інституту загальної і невідкладної хірургії Академії медичних наук України. За період з 27 квітня 2008 р. по 21 червня 2008 р. було зроблено 24 реєстрації у тому числі в динаміці одужання у пацієнтів віком від 21 до 73 років різної статі, ваги тіла. Обстеженню підлягали пацієнти без скарг на діяльність шлунку і хворі. Реєстрації проводилися натще і після прийому їжі.

Аналіз літературних джерел показав, що є дані з норми таких спектральних характеристик ЕГГ [5]: процентні часові співвідношення брадігастрії, нормогастрії, тахігастрії і аритмії, значення домінуючої частоти для здорових пацієнтів. Ці дані отримані за допомогою біполярного відведення із проекції шлунку (нижче як стандартне): перший електрод знаходиться між пупом і мечеподібним відростком, а другий із біполярної пари під кутом 45 градусів вгору, на лівому нижньому ребрі. Референтний електрод розташовується на лівому боці, трохи нижче першого електроду.

Експериментально було виявлено, що в залежності від місця розташування електродів спектральні характеристики ЕГГ аналізу змінюються. З метою максимального приближення до отриманих раніш даних норми [5] у вибраних для дослідження відведеннях одне відведення повторює стандартне відведення, а друге (необхідне для того, щоб спрацював метод СРС [3, 4]) в першому способі це відведення, що перетинає під деяким кутом стандартне відведення і утворює з ним деякий прямокутник (рис. 1).

Друге відведення в другому способі розташування електродів розміщується так, що електроди першої і другої пари чергуються між собою (рис. 2).

Програмна обробка включає фільтрацію сигналу тривалістю понад 10 хвилин у полосі від 1 до 9 ц/хв при частоті дискретизації 1 Гц. Причому сигнал

у діапазоні 1-2 ц/хв – це брадігастрія, 2-4 ц/хв – нормогастрія, 4-9 ц/хв – це тахігастрія, відсутність домінування ЕА певної частоти свідчить про аритмію гастродіяльності.

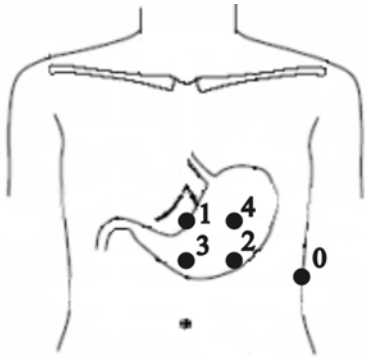


Рис. 1. Перший спосіб розташування електродів

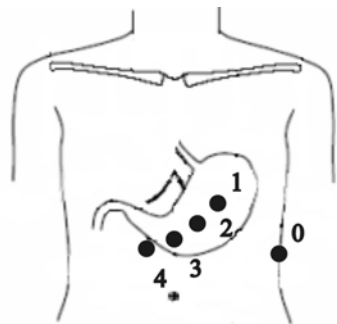


Рис. 2. Другий спосіб розташування електродів

На основі тримірного графіка спектру (рис. 3) розраховується проміжок часу в реєстрації, проведений в кожному частотному діапазоні. Спектральні характеристики ЕА в нормі при стандартному розташуванні електродів на проекції шлунку натще представлено в табл. 1, а після прийому їжі в табл. 2 [5].

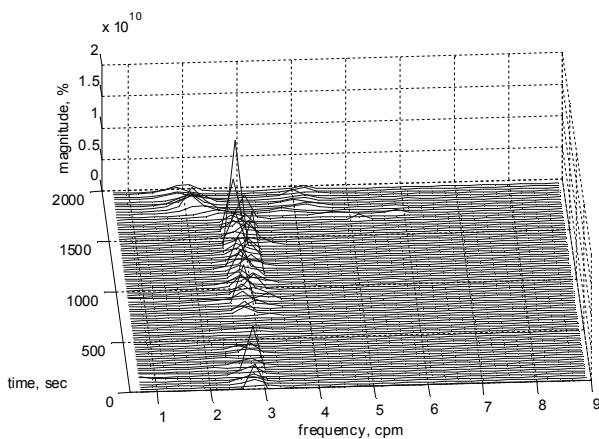


Рис. 3. Тримірний спектр ЕГГ

Домінуюча частота – це частота, на якій сконцентрована більша частина спектральної густини потужності сигналу ЕГГ (рис. 4). Домінуюча частота розраховується за допомогою швидкого перетворення Фуріє.

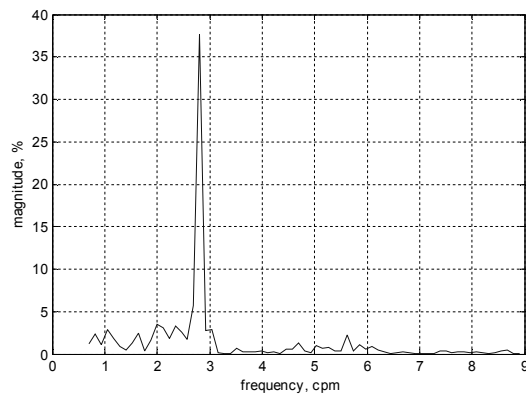


Рис. 4. Спектр ЕГГ

Програмна обробка для розрахунку параметрів спектрального аналізу ЕГГ, що застосовується, корегована у відповідності з таблицями 1 і 2, з експериментом в [5] щодо використання авторегресійного (АР) аналізу ковзного середнього, що є у пакеті MATLAB, ручного видалення артефактів руху для контрольної групи. Але після визначення параметрів методів обробки ЕГГ на етапі між реєстрацією і програмною обробкою за допомогою EGGLAB артефакти руху не видалялися вручну.

Таблиця 1

Спектральні характеристики ЕА в нормі натще

домінуюча частота, ц/хв	2,5 – 3,3
брадігастрія, %	1,31 – 12,11
нормогастрія, %	66,47 – 93,3
тахігастрія, %	3,32 – 18,02
гастро аритмія, %	0 – 5,49

Таблиця 2

Спектральні характеристики ЕА в нормі після прийому їжі

домінуюча частота, ц/хв	2,75 – 3,45
брадігастрія, %	0,22 – 11,14
нормогастрія, %	73,35 – 96,27
тахігастрія, %	1,05 – 15,57
гастро аритмія, %	0 – 2,40

Із чотирьох представлених в MATLAB реалізацій АР методів, з точки зору попадання в інтервали норми спектральних характеристик ЕА шлунку, оптимальною є реалізація методу Берга дев'ятого порядку.

Оптимум обирався розрахунком параметрів спектрального аналізу для методів Берга, коваріаційного методу, модифікованого коваріаційного методу і АР методу Уола-Уокера для порядків АР моделі до дев'яти включно. Оскільки оптимальний метод АР аналізу чутливий до шуму, то одержання більш точного результату з використанням СРС у порівнянні з фільтрацією без його використання буде свідчити про підвищення відношення сигнал-шум, тобто такий спосіб перевірки підвищення точності діагностування з використанням СРС є показовим.

В результаті проведеного експерименту встановлено, що вірогідність результатів СА, проведеного без використання СРС для послідовно розташованих електродів складає сім випадків із шістнадцяти (тобто 43,75%), а при використанні СРС це дев'ять (тобто 56,25%) випадків підтвердження діагнозу про стан шлунку і один випадок приближення параметрів СА до показників у відповідності з діагнозом пацієнта. Тобто підвищення вірогідності постановки діагнозу на 12,5 %. Вірогідність результатів СА для відведень, що перетинаються без використання СРС складає три випадки із восьми (тобто 37,5%), а при використанні СРС це чотири (тобто 50%) випадки підтвердження діагнозу і три випадки приближення до показників, що відповідають діагнозу пацієнта. Таким чином підвищення достовірності постановки діагнозу на 12,5%.

Отже, використання СРС однаково підвищує вірогідність на 12,5% як при послідовному, так і при прямокутному відведенні, але використання послідовного відведення у поєднанні з СРС дозволяє додатково одержати достовірність на 6,25% вище, ніж при одночасному використанні прямокутного відведення і СРС.

Висновок

Для підвищення вірогідності діагностики захворювань шлунку електрогастрографом з біполярними каналами на етапі фільтрації сигналу пропонується використовувати СРС. Визначено, що не залежно від розташування допоміжного відведення, СРС однаково підвищує точність діагнозу. Але використання СРС у поєднанні з послідовно розташованими електродами вздовж вісі шлунку дозволяє отримати

більш точний результат. Інтерес представляє порівняння результатів біполярного і монополярного відведень у поєднанні з СРС. Можливості методу СРС для пошуку інших характеристик ЕА шлунку, за якими можна дослідити його стан використовуючи мінімум часу на реєстрацію сигналу в умовах низького рівня сигнал/шум спричиненого, наприклад, артефактами руху.

Список літератури

1. Штык С.В., Кузин А.И. Слепое разделение смоделированных сигналов электрогастрограммы и электроэнтерограммы // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 1 (28). – С. 32-35.
2. Штык С.В. Гастроэнтеродиагностическая система // Доклад на 10-м Юбилейном международном молодежном форуме «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», 10 – 12 апреля 2006 г. – Х.: ХНУРЭ. – С. 212.
3. Кузин А.И., Штык С.В., Журавель В.В., Лагутин М.Ф. Система для регистрации электроэнтерограммы и электрогастрограммы // Прикладная радиоэлектроника. – Х.: ХНУРЭ, 2007 – Т. 6, № 4. – С. 591-594.
4. Штык С.В., Лагутин М.Ф. Обработка электрогастроэнтерограммы методом слепого разделения сигналов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ, ХПІ. – 2008. – № 3. – С. 6-13.
5. Levy J., Harris J., Chen J., Sapoznikov D., Riley B., De La Nuez W., Khaskelberg A. Electrogastrographic norms in children: toward the development of standard methods, reproducible results, and reliable normative data // Journal of pediatric gastroenterology and nutrition. – 2001. – Vol. 33. – P.455-461.

Надійшла до редколегії 2.07.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.Ф. Лагутін, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

СЛЕПОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СИГНАЛОВ В ПОВЫШЕНИИ ДОСТОВЕРНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛУДКА ЭЛЕКТРОГАСТРОГРАФИЕЙ

С.В. Штык, В.В. Булага, П.Н. Замятин

С целью повышения достоверности диагностики заболеваний желудка используется слепое разделение сигналов (СРС). Обработке подлежат сигналы двух биполярных отведений. Сравниваются результаты двух способов размещения электродов – последовательного и прямоугольно-перекрестного на проекции желудка. Для анализа достоверности используются спектральные характеристики электрогастрограммы: доминирующая частота, процентные временные соотношения брадикастрии, тахикастрии, нормогастрии и аритмии, рассчитанных с помощью авторегрессионного анализа текущего среднего. Результатом является повышение достоверности при использовании СРС на 12,5% при обоих отведениях, причем достоверность на 6,25% выше при объединении последовательного отведения со СРС.

Ключевые слова: электрогастрограмма, слепой раздел сигналов, спектральный анализ, электрическая активность, авторегрессивный анализ, брадикастрия, нормогастрия, тахикастрия, аритмия, доминирующая частота.

BLIND SIGNAL SEPARATION IN INCREASE RELIABILITY OF STOMACH DISEASE DIAGNOSTIC BY ELECTROGASTROGRAPHY

S.V. Shtyk, V.V. Bulaga, P.N. Zamyatin

The blind signal separation (BSS) is used for increase reliability of stomach disease diagnostics. Two bipolar signals are processed. Compared results of two methods electrodes placing: sequential and cross-rectangular on stomach projection. Spectral characteristic of electrogram are used for analysis reliability: dominant frequency, time percent of bradygastric, tachygastric, normogastric, arrhythmic waves are estimated by the autoregressive moving average analysis. As a result of experiment there is a reliability increase after application of BSS for 12,5% in both leads, the sequential lead and BSS combination increase reliability for 6,25% extra.

Keywords: electrogastrography, the blind signal separation, spectral analysis, electrical activity, autoregressive analysis, arrhythmia, bradygastric, tachygastric, normogastric, dominant frequency.