

МЕТОД ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ІНТОКСИКАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Ткачук Р.А., к.т.н, доц., Яворський Б.І., д.т.н, проф.

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

Електроретинοграфічні дослідження для ідентифікації і прогнозування можливих інтоксикацій організму людини надзвичайно перспективні, оскільки є високоточним методом. Відомо, що електроретинοграма (ЕРГ) — це зареєстрований та опрацьований електричний потенціал сітківки ока (тобто, електроретинοсигнал, ЕРС), викликаний світловим подразненням[1].

У стандартах зафіксовано методи побудови ЕРГ (відбору, попереднього опрацьовання, оцифрування, реєстрації ЕРС, його оптимальної оброблювання) та оцінювання морфологічних параметрів ЕРГ (часових інтервалів між її характерними точками, амплітудами тощо; важливих для медичної практики в офтальмології)[1,2]. Однак, незважаючи на велику кількість досліджень та публікацій у цьому напрямі немає єдиної думки щодо цінності ЕРГ-методу для можливого виявлення впливу шкідливих хімічних сполук та їх комбінацій на організм людини, хоча зрозуміло, що необхідні точніші ЕРГ тощо[3].

Стандартні методи опрацьовання (оброблювання) ЕРС описуються стохастичною, стаціонарною, лінійною математичною моделлю [1, 2, 4, 5]. На базі такої моделі застосовують оцінювання моментів функції густини розподілу ймовірностей досліджуваних ЕРС (як правило це математичні сподівання та дисперсії) або кореляційні функції чи функції їхньої спектральної густини потужності[6-7]. Раніше було досліджено концепцію математичного моделювання та математичні моделі зорових викликаних потенціалів на базі адитивної суміші лінійного випадкового процесу із безмежно подільними функціями розподілів імовірності та детермінованого тренду [8].

Пропонується метод побудови структури електроретинοграфічної системи що уможливорює автоматизацію інтерактивних режимів ЕРГ-дослідження інтоксикацій організму людини із ознаками штучного інтелекту, підвищеними точністю та роздільною здатністю і прогнозованою достовірністю результатів, та ефективністю. Обґрунтовано вибір просторово-часових та частотних характеристик інтенсивності світлового подразнення ретини [2,9,10], приділено належну увагу конструкції електродів для забезпечення стабільності умов відбору ЕРС, оптимізовано процедури відбору та вимірювання ЕРГ залежно від мети дослідження, застосовано методи оптимального оброблювання відібраного електроретинοсигналу та апроксимації його до ЕРГ за критерієм мінімуму дисперсії результату побудови ЕРГ [10,11].

Для дослідження застосовано ЕРС, який є сумою ЕРГ та гаусового білого шуму. При апробації застосовано засоби середовища Matlab (Control System Toolbox™ та Identification System Toolbox™). Для детермінованого ЕРС ймовірність відтворення вірогідної ЕРГ теоретично дорівнює одиниці (оцінкою якості цього відтворення буде його точність, величину якої визначається

адитивною сумішшю методичної, інструментальної, стохастичної тощо її складових). Для стохастичного ЕРС ймовірність відтворення вірогідної ЕРГ відрізняється від одиниці залежно від ступеня адекватності математичної моделі ЕРС. Величина цієї вірогідності оцінюється ймовірністю відхилення відтвореної ЕРГ у межах заданої точності при заданій ймовірності хибного вибору ЕРГ з похибкою, яка перевищує задану величину при застосуванні окремого випадку критерію середнього ризику вибору рішення (критерій Неймана-Пірсона).

Для оптимального виділення частини ЕРГ з потрібними морфологічними параметрами необхідно застосувати рекурсивну оптимальну фільтрацію (наприклад фільтр Калмана). Його складність (часова та апаратна) при застосованій для його побудови математичній моделі ЕРС у просторі змінних стану, достатньо адекватній зоровому аналізатору, менша за складність фільтрів ЕРС з характеристиками передачі отриманими методами Колмогорова-Вінера (оптимальних у середньо-квадратичному сенсі) чи Норса (узгоджених), а також апроксимацією ортогональними поліномами, гармонічними функціями, методом ковзного середнього тощо. Ця різниця особливо проявиться при підвищенні вимог до вірогідності виявлення інтоксикації організму, його роздільної здатності та прогностичності, що вимагатиме суттєвого підвищення точності визначення необхідних морфологічних параметрів ЕРГ при інтерактивному застосуванні запропонованої електроретинографічної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шамшинова А.М. Функциональные методы исследования в офтальмологии / А.М.Шамшинова, И.И.Волков. — М.: Медицина, 1999. — 415 с.
2. Miyake Y. ISCEV Standard for Clinical Electroretinography [Електронний ресурс] / Y.Miyake, M.F.Marmor, A.F.Fulton, M.Brigel. — 2009. <http://iscev.org/standards>.
3. Казарян А.А. Паттерн-ретинограмма и глаукома / Казарян А.А. — М.: Офтальмология №3, 2005. — С. 62—65.
4. Wu C.-F. Frequency Characteristics in the Visual System of *Drosophila* / C. F. Wu, F. Wong. — 1977. The Journal of General Physiology, Vol.69. — pp. 705—724.
5. De Lange, H. Research into dynamic nature of the human fovea-cortex system with intermittent and modulated light / H. De Lange. — 1958. J.opt. SOC. Am. 48. pp.77—784.
6. Blake I.F. The Linear Random Process / I.F.Blake, J.B. Thomas. — 1968. Proceedings of the IEEE. v. 56. — No 10. — pp.1696 —1703.
7. Марченко Б.Г. Линейные стохастические процессы и их приложения. / Б.Г.Марченко, Л.М.Щербак. — К.: Наукова думка, 1973. — 192 с.
8. Марченко Б.Г. Математична модель спонтанної електроенцефалограми в задачах офтальмодіагностики по зорових викликаних потенціалах. / Б.Г.Марченко, Р.А.Ткачук, М.Є.Фриз. — Вісник ТДГУ, Тернопіль.1997. — Т2, ч.2. — С. 17— 24.
9. Юзьків А.В. Математичне моделювання електроретинографічних сигналів / А.В.Юзьків, Б.І.Яворський. — Вісник ТДГУ, Тернопіль,1997, № 2, — С. 40— 45.
10. Ткачук Р.А. Метод побудови оптимальної обробки електроретиносигналу та оцінювання вірогідності її результату. — ТУП. Вим. та обчислювальна техніка в технологічних процесах, Хмельницький, 2008.№2. — С. 156 — 162.
11. Ткачук Р.А. Оптимальна обробка електроретиносигналу для визначення форми електроретинограми. — Вим.техніка та метрологія.Львів,2009.Вип.70. — С.9— 13.