

УДК 621.326

Роман Ткачук , к.т.н, Ольга Корецька

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ТРАКТУ ЕЛЕКТРОРЕТИНОСИГНАЛУ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

Оскільки процедура реєстрації електроретиносигналу в умовах шумів та артефактів є складним процесом, обґрунтовується послідовність спостереження електроретиносигналу та побудови електроретинограми із наднизькою інтенсивністю подразнення для виявлення нейротоксикацій організму людини та ухвалення достовірного рішення про її стан.

Ключові слова: Електроретиносигнал, електроретинограма, електрод, система

Tkachuk R.A., Koretskaya O.I.

SELECTING ELECTRORETINOSIGNAL TRACT MEASUREMENT FOR CONSTRUCTION RETINOGRAPHY EXPERT SYSTEM

Since the registration procedure electroretinosignal in noise and artifacts is a complex process grounded observation sequence electroretinosignal electroretinogram and construction of ultra-lowintensity stimulation to detect neurotoxication human body and making fair decisions about him health.

Key words: Electroretinosignal, electroretinogram, electrode, system

Електроретинографія (ЕРГ) набула широкого застосування для діагностики стану зорового аналізатора, як найінформативніший об'єктивний метод аналізу зареєстрованого електроретиносигналу (ЕРС), який відображає біоелектричну реакцію фоторецепторів та інших елементів сітківки ока на зміну світлового подразнення. Вона займає особливе місце серед функціональних методів досліджень в області лікування та профілактики очних хвороб, захворювань зорового аналізатора на початковій стадії [1].

При відборі електроретиносигналу людини вимірювальний електрод розміщують на рогівці (іноді безпосередньо в сітківці) ока. Вимірювальний електрод, виготовлений з Ag/AgCl, найчастіше закріплюється на рогівці ока з допомогою спеціальної конструкції у вигляді контактної лінзи. Опорний індиферентний електрод розміщують на мочці вуха. Для регулювання електричного контакту і забезпечення його постійності, використовується система утримування та вимірювання опору між ними.

Процедура реєстрації ЕРГ в умовах шумів та артефактів є складним процесом і потребує дотримання вимог стандартів, які рекомендовані Міжнародною комісією з електрофізіології зору[2]. Стандарт передбачає створення технічних систем з відповідними характеристиками: діапазон вимірювання ЕРС 1-500мкВ; роздільна здатність -5мкВ; частотний діапазон підсилення 1-300 Гц; низькочастотне фільтрування шумів в діапазоні 75-300 Гц; забезпечення інтенсивності світлового подразнення в діапазоні 0,1-30 Кд сек/м².

Для нового застосування (виявлення нейротоксикації електроретинографічних методом) необхідне підвищення роздільної здатності, зменшення тривалості процедури досліджень, шляхом зниження впливу процесів адаптації сітківки ока на спалах світла, й регулювання інтенсивності подразнення. Спостереження та реєстрація потенціалу викликаного світловим подразненням сітківки ока можна отримати завдяки застосуванню електронних підсилювачів з високим входним опором та мінімальним значенням дрейфу нуля та рівня шумів приведених до входу. Розширення смуги частот, їх характеристик передачі з метою підвищення інформативності відібраного ЕРС ускладнених узгодженням підсилювача з джерелом ЕРС (сітківкою), що веде до зростання рівня шумів та необхідності виділення інформативної складової в цих умовах реєстрації. Для реєстрації ЕРС при співвідношенні сигнал/шум менше одиниці та зауваженої циклічності формування потенціалів сітківки ока, потрібно застосування оптимального рекурсивного фільтрування. З цією метою може застосовуватися адаптивний фільтр Калмана.

Дослідники для моделювання процесу відбору електроретиносигналу при патології використовували моделі, які не враховували циклічності та стохастичності процесів, тому необхідно застосування нових моделей, наприклад, різницева модель і його представлення у просторі змінних станів.

Позначимо через $s(t)$ вектор, компонентами якого є неспостережені, внутрішні змінні величини (стани) ЕРС, які залежать від зовнішньої величини впливу — світлового подразнення $w(t)$. Для розуміння концепції спочатку припускають, що компоненти вектору станів є невідомими функціями у системі лінійних диференціальних рівнянь

$$\dot{s}(t) = F(t)s(t) + G(t)w(t), \quad (1)$$

у якій вектор $s(t)$ є середнім значенням матриці $F(t)$ (матриця стану, визначає структуру та ваги зв'язків поміж цими станами) і $G(t)$ (матриця впливу, визначає структуру та ваги впливу $w(t)$ на стани) — відомі, їх елементи у загальному випадку неперервна функції часу. Вектори $s(t)$ і $\dot{s}(t)$ ($n \times 1$) вимірні, вектор $w(t)$ — $r \times 1$, матриця $F(t)$ — $n \times n$ і матриця $G(t)$ — $n \times r$ вимірні.

Оскільки за означенням вектор станів $s(t)$ ЕРС безпосередньо досліджувати неможливо, то припускається, що можливе спостереження вектора ЕРС $x(t)$, що описується виразом

$$x(t) = H(t)s(t) + v(t), \quad (2)$$

де $v(t)$ — шум спостереження, наприклад, білий шум з нульовим математичним сподіванням, $H(t)$ — відома матриця спостереження. Вимірності величин, які входять в рівняння (2), такі: вектори $x(t)$ і $v(t)$ — $m \times 1$, матриця $H(t)$ — $m \times n$.

Покладено, що критерієм адаптації є середньоквадратичне значення різниці між ЕРГ та його оцінкою.

Такий підхід забезпечує оптимальне опрацювання електроретиносигналу за критерієм Неймана-Пірсона та побудову електроретинограми з достовірністю не нижче 0,9 при ймовірності помилки 0,1, що є важливим для ухвалення рішень про достовірність результатів вимірювання.

Встановлено послідовність спостереження електроретиносигналу та побудови електроретинограми із наднизькою інтенсивністю подразнення для виявлення нейротоксикацій організму людини та ухвалення достовірного рішення про її стан із забезпеченням: оцінювання ефективності функціонування системи; реєстрацією умов та оптимального вибору методів вимірювань; удосконалення структури прототипу електроретинографічної експертної системи.

Література

1. Шамшинова А.М. Функциональные методы исследования в офтальмологии / Шамшинова А.М., Волков И.И.// — М.: Медицина, 1999. — 415с.
2. <http://iscev.org/standards/index.html>- Doc Ophthalmol. 2009. (118:69)