

УДК 615.919.1:577.151.2:004.8

П.Ю. Самуляк, д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОТОКСИКАЦІЇ

P.Y. Samulyak, Prof. R.A. Tkachuk

PROBLEMS OF BUILDING AN ELECTRORETINOGRAPHIC EXPERT SYSTEM FOR STUDYING NEUROTOXICATION

В сучасній офтальмології однією з актуальних проблем захворювання очей є відшарування сітківки та глаукома, де приблизно 10-15% всіх хворих з підвищеним рівнем внутріочного тиску (ВОТ) потребують пошуку нових методів та засобів для раннього виявлення захворювання. Відомо, що на погіршення зору суттєво впливають активні нейротоксиканти та патогенні наночастинки, виробництво яких невпинно зростає [1,3]. Щорічне збільшення виробництва та використання нейротоксикантів в різних промислових та побутових виробках, включаючи харчові добавки, фарби, косметику та мікропокриття, а наукова спільнота продовжує звертати увагу на необхідність створення засобів для виявлення негативного впливу хімічних сполук та наноматеріалів, як джерела вільних радикалів. Досліджуючи стан ретини, як індикатора впливу токсинів на організм людини, застосовують об'єктивні та суб'єктивні методи дослідження: психофізичні тести - тест Пуркін'є, лазерна інтерференція, палички Меддокса, розпізнавання двох точок та ін.

Проте, суб'єктивні тести не дають достатньої інформації для діагностування стану пацієнта [2,3]. У багатьох країнах світу дедалі більше уваги приділяється вивченню і застосуванню ефективних методів виявлення впливу різноманітних хімічних речовин на здоров'я людини. Зокрема, актуальним є дослідження нейротоксикації, яка негативно впливає на функціонування нервової та зорової систем, тому важливим є аналіз виявлення та вивчення шкоди здоров'ю людини. Одним із перспективних методів виявлення та оцінювання впливу нейротоксикації на функціонування ретини є використання низькоінтенсивної електроретинографії[4]. Цей високочутливий неінвазивний метод дослідження, що використовується для оцінки функціонального стану людини, особливо, коли використовується електроретинографія з підвищеним рівнем чутливості, що реєструє незначні зміни параметрів електроретиносигналу (ЕРС) на ранніх етапах виявлення токсичності. Такий підхід дозволяє вивчити реакцію ретини в особливих умовах, включаючи більш слабкі подразнення, які дозволяють виявляти патологічні зміни при нейротоксичних впливах наноматеріалів на початковій стадії потрапляння, наприклад TiO_2 . [5]

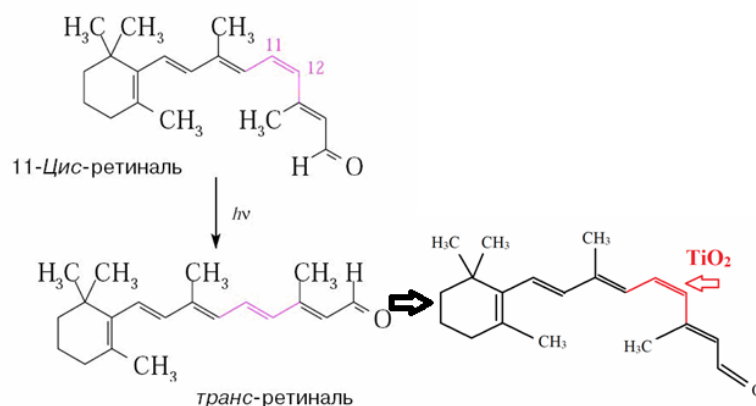


Рис.1.Схема заповнення зв'язків вільних радикалів клітин цис-ретиною наночастинками TiO_2 .з блокуванням функцій ретини

Однак, низька інтенсивність стимуляції та шум у сигналах можуть значно ускладнювати процес обробки даних та їх інтерпретації. Використання методу Нелдера-Міда для оптимізації параметрів моделі ЕРС є ефективним для складних та нерівномірних цільових функцій й для застосування в задачах, пов'язаних з аналізом низькоінтенсивних сигналів. Це дозволяє зменшити обчислювальні витрати на 30%, що робить його придатним для реального часу.

У дослідженні також запропоновано структуру прототипу експертної інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу змін у функціональному стані зорової системи під впливом нейротоксичних чинників. У цьому випадку також перспективним є застосування штучного інтелекту (ШІ).

Висновок

1. Використання моделей низькоінтенсивної електроретинографії підвищує вірогідність побудови прототипу експертної системи для дослідження впливу нейротоксикантів.

2. Запропоновано використання методу Нелдера-Міда для оптимізації параметрів уточненої моделі ЕРС та застосування штучного інтелекту забезпечить надійний інструмент для ранньої діагностики впливу небезпечних наноматеріалів.

Література

- [1] Матюшко М.Г. Неврологічні аспекти марганцевої нейротоксичності / М.Г. Матюшко, О.А. Мяловицька, В.С. Трейтак та ін. // Міжнародний неврологічний журнал. - Донецьк, 2010, N3.- С.178-181.
- [2] Горностай О.Б. Розвиток професійних захворювань в Україні / О.Б. Горностай // Науковий вісник НЛТУ України. - 2013. - Вип. 23.16. - С. 396-401.
- [3] Ткачук, Р.А. Оптимізація параметрів керування системою для оцінювання інтоксикацій організму людини /Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Вісник №1.// - Хмельницький, 2009.- С.139-143.
- [4] Тимків П.О., Ткачук Р.А. Оцінювання ризиків нейротоксикації при застосуванні електроретинографії зі зниженою інтенсивністю світлового подразнення / Матеріали МНТК: СЕУР, 2023, 3468//. –Тернопіль-Сеул:ТНТУ.2023.- С. 109–116.
- [5] Ткачук Р.А., Самуляк П.Ю., Яненко О.П. Застосування низькоінтенсивної електроретинографії для дослідження нейротоксикації оксидом титану (TiO_2) / Матеріали МНТК: ХХІІІ Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 14-15 травня 2024 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна. – С. 215-217.