

Методи моніторингу рівня глюкози

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі класифіковано та проведено порівняльний аналіз неінвазивних методів моніторингу біологічних об'єктів та глюкози в організмі людини.

Ключові слова: кров, поглинання світла, концентрація глюкози.

Abstract

This article classifies and comparative analysis of non-invasive methods of monitoring biological objects and glucose in the human body.

Keywords: coating thickness, optical method, refraction

ВСТУП

Для діагностики цілого ряду захворювань (до числа яких насамперед слід віднести цукровий діабет, патологічні стани, пов'язані з недостатністю функції печінки і нирок, деякі ендокринні захворювання, новоутворення мозку, підшлункової залози і надниркових залоз, гіповітаміноз В1, а також ряд спадкових аферментозів) важливо мати об'єктивне уявлення про стан вуглеводного обміну, кардіальним показником якого є вміст глюкози в крові [1].

Результати дослідження

Сучасний стан питання вимагає постійного моніторингу цукру в крові для аналізу та забезпечення найефективнішого лікування хворих на цукровий діабет. Інвазивні технології, не зважаючи на свою високу точність, не можуть задовольнити потреб сучасної медицини та хворих, оскільки мають ряд недоліків, головними з яких є дискомфорт та необхідність постійно брати зразок крові з організму. В даний час існує досить багато методів визначення глюкози. Класифікація методів визначення глюкози наведена на рис. 1 [2].



Рис. 1. Класифікація методів визначення рівня глюкози

У великому арсеналі сучасних методів лабораторної та функціональної діагностики, що полягають в оцінці морфологічних, функціональних, біохімічних і генетичних параметрів організму, неінвазивні методи займають поки ще досить скромне місце [1]. Але у майбутньому роль неінвазивної діагностики неухильно зростатиме. Адже неінвазивні методи мають наступні переваги:

- 1) виключають внесення у внутрішнє середовище організму хвороботворних вірусів і бактерій, чужорідних речовин (ксенобіотиків);
- 2) дозволяють виключити променеве навантаження на організм, наприклад, при проведенні рентгенологічних, радіоізотопних та ультразвукових методів дослідження;
- 3) звільняють пацієнта від комплексу болючих і неприємних відчуттів;
- 4) неінвазивні методи, полягають у використанні сенсорних і передаючих сигнали пристроях, дозволяють вирішити два великі медико-соціальні завдання: моніторинг основних біохімічних і функціональних показників і створення дистанційних аларм-систем. Останні можуть виявитися дуже корисними як засіб постійного стеження з центру, наприклад з лікарні чи поліклініки, за певними групами хворих (хворими з небезпекою раптової кардіальної смерті, гіпертонічною хворобою, цукровим діабетом та ін.) і надання своєчасної допомоги при наступили критичних станах [2].

Неінвазивні методи моніторингу рівня глюкози поділяються на підшкірні, дермальні, епідермальних і комбіновані дермальні і епідермальні. Також за видом досліджуваної тканини неінвазивні методи можна поділити на ті, які аналізують тканинну рідину, рідини ока та піт. Досліджуються такі частини тіла як кінчики пальців, кутикула, передпліччя і мочки вуха [2].

Неінвазивні методи включають спектральний аналіз в інфрачервоній (ІЧ) області, раманівську спектроскопію, фотоакустичну спектроскопію, властивості поляризації та розсіювання. Розглянемо оптичні методи визначення рівня глюкози в крові, які є найбільш перспективними та найбільш швидко прогресуючими на даний момент. В табл. 1 наведено основні методи неінвазивного моніторингу рівня глюкози в крові з їх короткою загальною характеристикою [2]. Неінвазивне оптичне визначення рівня глюкози в крові здійснюється за допомогою фокусування променя світла на тіло пацієнта. Світло модифікується тканиною після проходження через певну частину тіла чи орган. Оптичний слід чи відбиток вмісту тканини утворюється за допомогою розсіювання світла, що виходить з неї. Абсорбція світла шкірою спричиняється внаслідок наявності в ній таких хімічних елементів як вода, гемоглобін, меланін, жири і глюкоза. Передача світла на кожній довжині хвилі залежить від товщини, кольору і структури шкіри, кісток і інших тканин, через які проходить світло.

Таблиця 1

Технології дермального і епідерманого* вимірювання глюкози

№ п/п	Технологія	Визначення
1.	Спектральний аналіз в ІЧ області	Поглинуте чи відбите випромінювання даних на довжині хвилі ІЧ діапазону
2.	Раманівська спектроскопія	Використовується лазерний промінь для того, щоб викликати випромінювання поблизу рівнів збудження
3.	Фотоакустична спектроскопія	Використовується лазерне збудження рідини для того, щоб створити акустичну відповідь і спектр відповідно до того, як налаштований лазер
4.	Розсіювання	Використовується розсіювання світла для того, щоб визначити зміни у речовині, що досліджується
5.	Поляризація	Відомо, що наявність глюкози в крові спричиняє поляризацію світла, що проходить крізь неї

Концентрація глюкози може бути визначена за допомогою аналізу зміни довжини хвилі, поляризації чи інтенсивності оптичного сигналу. Об'єм зразків вимірюваний цими методами залежить від місця вимірювання. Кореляція з глюкозою в крові базується на відсотку зразку проміжної, внутрішньоклітинної чи капілярної рідини. Наприклад, було визначено, що досліджувана рідина кінцівок на 63% складається з внутрішньоклітинної та на 37% – позаклітинної, 27% якої – це проміжна рідина і 10% – плазма. Рівень глюкози 100 мг/дл еквівалентний глюкозі зразку тканини 38 мг/дл, в якому 26% припадає на кров, 58% – тканинну рідину і 16% – внутрішньоклітинну рідину. Питання з чого саме складається глюкоза зразка тканини з точки зору терапії на даний момент знаходиться на стадії дослідження [3].

ВИСНОВКИ

Таким чином, подальший розвиток неінвазивних оптичних технологій та практичне застосування методів неінвазивного моніторингу рівня глюкози в крові є перспективним напрямком сучасної науки і техніки. Неінвазивні оптичні методи дозволяють уникнути низки недоліків інвазивних (дискомфортність процедури, потреба постійного забору крові тощо) та створити принципово нові компактні системи, які будуть базуватись на оптико-електронній елементній базі та оптичних властивостей глюкози, чим досягається значне підвищення функціональності та ефективності глюкометрів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутолин Е.Г. Клиническая информативность показателей биологических жидкостей организма: [Справочник] / Е.Г. Бутолин, В.Г. Иванов. – Ижевск, Экспертиза, 1998. – 356с.
2. Герасименко В.Л. Обзор методов определения глюкозы: [Текст] / В.Л. Герасименко– М.: Наука, 2005. – 356 с.
3. Driskill W.T. Diabetes Continues to the Nation's Fourth Leading Cause of Death / W.T. Driskill // Health Educator. – 2006. – №3. – С. 18 – 23.

Павленко Юрій Володимирович — аспірант кафедри лазерної та оптико електронної техніки, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Тужанський Станіслав Євгенович** — канд. техн. наук, доцент кафедри лазерної та оптикоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Pavlenko Yuriy V. — Department of Computer Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email

Supervisor: *Tuzhanskyi Stanislav Ye.* — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. of Professor of the Department of Laser and Optoelectronic Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia