

ЗАСТОСУВАННЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ СПЕКТРОСКОПІЇ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод кількісної оцінки оптичних параметрів шкіри для отримання об'єктивної інформації про наявність чи відсутність та просторовий розподіл в ній різних біологічних компонентів і використання її для діагностики різних шкірних захворювань.

Ключові слова: флуоресцентна спектроскопія, хромофори, флуорофори.

Abstract

A method for quantitative evaluation of optical parameters of the skin to get objective information about the presence or absence and spatial distribution therein various biological components, and use it to diagnose various skin diseases.

Keywords: fluorescence spectroscopy, chromophors, fluorophors.

Вступ

Кількісна оцінка оптичних параметрів шкіри дає можливість отримувати об'єктивну інформацію про наявність чи відсутність та просторовий розподіл в ній різних біологічних компонентів і успішно використовувати її для діагностики різних шкірних захворювань.

Серед оптичних методів досліджень шкіри *in vivo* в даний час найбільший розвиток отримали методи відбивної і флуоресцентної спектроскопії.

Результати дослідження

Відбите шкірою випромінювання та її флуоресценція несуть інформацію про структуру епідермісу і дерми, кількість і кровонаповненість кровоносних судин, просторовий розподіл хромофорів і флуорофорів всередині шкіри і їх концентрацію, інтенсивність метаболічних процесів, що відбуваються в шкірі.

Флуоресцентна спектроскопія отримує широке використання завдяки розробці нових джерел світла, надчутливих багатоканальних оптичних аналізаторів, приймачів на основі ПЗС-структур, які характеризуються великою тимчасовою та просторовою роздільною здатністю.

Шкіра людини містить велике число різноманітних природних флуорофорів, які мають різні спектральні області поглинання і флуоресценції, різний квантовий вихід флуоресценції, час загасання флуоресценції, різний просторовий розподіл в товщині шкірної тканини. Для деяких флуорофорів характерним є перекриття області поглинання і флуоресценції, внаслідок чого випромінювання флуоресценції, що виходить з шкіри має складний спектральний склад. Це поглинання ними випромінювання, що виходить з шкіри, приводить до виникнення в спектрі флуоресценції специфічних мінімумів і максимумів.

У міру збільшення довжини хвилі збуджуючого світла до формування спектру флуоресценції залучаються нові флуорофори, розташовані в глибших шарах шкіри.

Найочочіше залежність інтенсивності Φ шкіри від довжини хвилі збудження і емісії можна представити в тривимірному просторі (рис.1). На рис.1 приведені результати вимірювань флуоресценції зразків шкірної тканини (розміром 20 x 20 мм) (1).

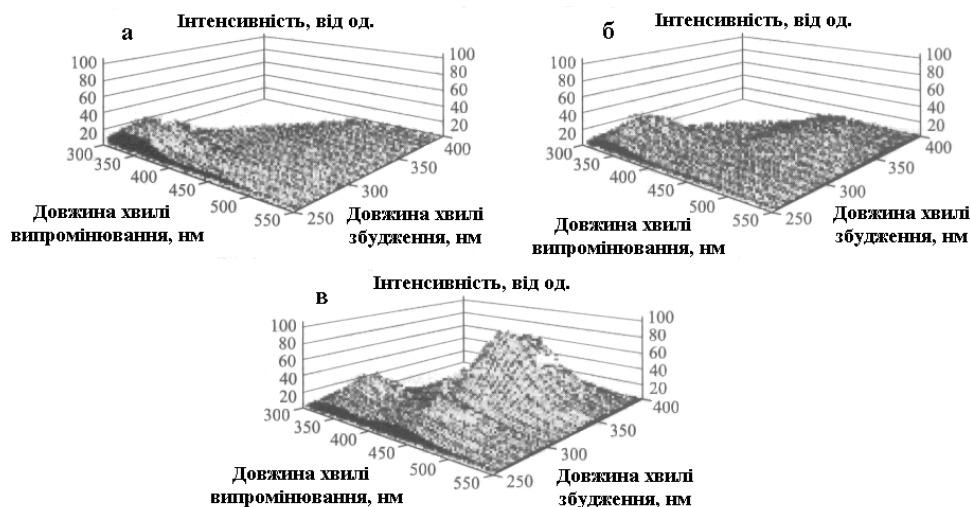


Рис. 1. Розподіли інтенсивності АФ шкіри in vitro у жінок різного віку: а) 40 років, б)-60 років; в) - 87 років

Можна зробити, як мінімум, два попередні висновки: шкіра людини володіє достатньо характерною картиною Φ і Φ шкіри має значні індивідуальні відмінності.

Метою флуоресцентної спектроскопії також є отримання інформації про діапазон довжин хвиль, в якому найвиразніше виявляються спектральні відмінності між нормальною біологічною тканиною і тканиною з патологією, та ідентифікація хромофорів, відповідальних за такі відмінності.

На рис.2 представлені спектральні області флуоресценції основних хромофорів шкіри.

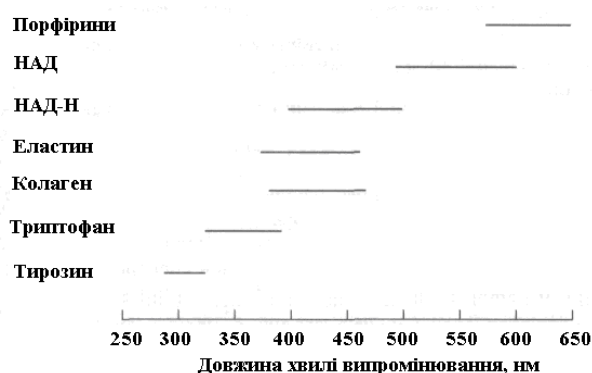


Рис. 2. Спектральні області флуоресценції основних флуорофорів шкіри

Флуоресценція виникає після поглинання світла і пов'язана з електронним переходом із збудженого стану молекули в основний. Її інтенсивність визначається формулою

$$I(\lambda) = I_0(1 - 10^{-\varepsilon(\lambda)cd})\eta \frac{\Omega}{4\pi} \quad (1)$$

де $I(\lambda)$ — інтенсивність флуоресценції, а I_0 — інтенсивність падаючого світла, $\varepsilon(\lambda)$ - молярний коефіцієнт екстинкції, c – концентрація поглинаючих молекул, η - квантовий вихід флуоресценції, Ω - тілесний кут реєстрації ізотропного випромінювання флуоресценції.

Швидкий прогрес органічної хімії забезпечує основу для синтезу різноманітних флуоресцентних зондів. В даний час безліч флуоресцентних фарбників, що покривають весь видимий діапазон спектру, доступні для застосування в анатомії і фізіології клітин і навіть в медичній діагностиці.

Принципова схема флуоресцентного спектрографа показана на рис.3. Збуджуюче світло (наприклад, від ксенонової лампи високого тиску з безперервним спектром) фокусується на вхідну щілину монохроматора збудження, розкладається в спектр і далі монохроматичне випромінювання використовується для освітлення зразка. Частина ізотропного випромінювання флуоресценції від

зразка потрапляє на щілину монохроматора і реєструється як функція довжини хвилі.

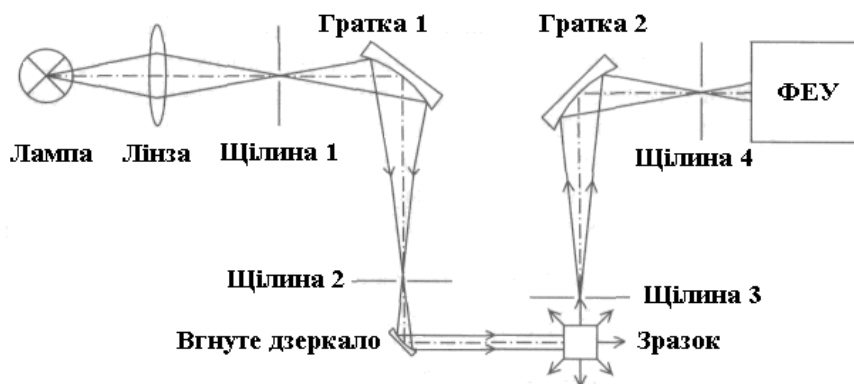


Рис. 3. Установка для збудження флуоресценції в емісійній спектроскопії

Висновки

В даний час безліч флуоресцентних фарбників, що покривають весь видимий діапазон спектру, доступні для застосування в анатомії і фізіології клітин та в медичній діагностиці. Виявлення, за допомогою таких зондів ракових клітин, являється фактично важливим кроком для ранньої діагностики онкологічних захворювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оптична біомедична діагностика. В 2 т. / Пер. з англ, під ред. В.В. Тучина. - М.: ФІЗМАТЛІТ, 2007. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-0769-3.

Павлов Сергій Володимирович – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Камінський Олександр Станіславович – провідний інженер, кафедра ЗФФ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.