



Микитюк О.Ю.
НАНОВІЗУАЛІЗАЦІЯ

*Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики
Вищий державний навчальний заклад України
«Буковинський державний медичний університет»*

Нанотехнології, які пропонують діагностичні інструменти з високою чутливістю, специфічністю і надійністю, привнесли значний прогрес в область медичної діагностики з кінцевою метою виявлення захворювань на ранній (навіть до рівня однієї клітини) стадії. Одним з інструментів для досягнення цієї мети є нанотомографія (відома як молекулярна візуалізація), яка дозволяє здійснювати ефективну діагностику в природних умовах.

Сучасні передові методи візуалізації залежать головним чином від ідентифікації трасуючих або контрастних агентів, які були введені в організм, щоб відзначити місце захворювання. У випадку візуалізації тканину, що представляє інтерес, по-перше, візуалізують за допомогою специфічних для мішені контрастних наноструктур. Потім застосовуються наноструктури в поєднанні з фармакологічно активним агентом, який може використовуватися для терапії. І, нарешті, моніторинг результатів даної терапії з плином часу робиться шляхом послідовної обробки зображень. Характеристика зображення в природних умовах, складна поведінка захворювання в часі і просторі дає нам інформацію про місцезнаходження, розмір, швидкість розвитку, кількість молекулярних процесів, які сприяють захворюванню, засоби лікування та реакцію на терапію.

Останні наукові дослідження в медичній візуалізації зосереджені на використанні наночастинок в якості маркерів або контрастних агентів. Флуоресцентні нанокристали, такі як квантові точки є наночастинами, які, в залежності від їх покриття, а також їх фізичних та хімічних властивостей, можуть націлюватися на певну тканину або клітину і викликати флуоресценцію для цілей візуалізації. Вони дають більш інтенсивне випромінювання флуоресцентного світіння, більш тривалі терміни флуоресценції і більш широкі можливості мультиплексування в порівнянні зі звичайними матеріалами.

Прикладом є цільове виявлення клітинного апоптозу з використанням технічно міцного алексину на основі зв'язування з мембранними фосфатидилсеринами епітопів, що утворюються під час апоптозу.

Інші ядерні конструкції виявилися корисними для моніторингу подій трансфекції за допомогою візуалізації білків, які експресуються після гена-репортера транскрипції. У цьому контексті повідомлено про приклад генів кінази вірусу герпесу, який може бути використаний в якості репортерної конструкції в поєднанні з терапевтичним геном шляхом фосфорилування деяких екзогенно радіомічених зондів, що потім потрапили всередину клітин, де вони змогли бути відображені. Цільові наночастинки перфторвуглецю були першими, які стали молекулярним агентом візуалізації при застосуванні ультразвуку і призвели до збільшення відбивальної здатності на два порядки і більше від фібринових тромбів в природних умовах.

Експоненціальне зростання біосумісних нанотехнологій в даний час обіцяє розширити горизонт для молекулярної візуалізації та терапії з безліччю нових агентів. Крім того, використання наноагентів для візуалізації в природних умовах молекул або клітин, використання нанорозмірних засобів для діагностики та маніпуляції можуть привести до покращення хірургічних методик в клініці. Цього можна досягнути, наприклад, за рахунок кращого картування розподілу раку з використанням ближньої інфрачервоної техніки.

Також можлива нова парадигма в терапії, яка може з'явитися на основі способу доставки лікарських засобів і дозування.

Завдяки новітнім нанотехнологіям спостерігається удосконалення методів візуалізації, що є неocenним внеском у наукову та практичну медицину.

Микитюк О.Ю.
ФІЗИЧНІ ОСНОВИ НАНОДІАГНОСТИКИ

*Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики
Вищий державний навчальний заклад України
«Буковинський державний медичний університет»*

До нанотехнологій відносять масштаби фізичної довжини від 1 до 100 нм. Розміри більшості атомів і молекул, що становлять інтерес для медицини, лежать в межах цього діапазону. При зменшенні макроскопічного матеріалу до нанометрового розміру більшість з його атомів буде лежати на поверхні наноструктури і всі його фізичні властивості змінюються. Нанотехнології в медицині використовують переваги нових властивостей наноматеріалів і застосовують їх для покращення здоров'я людини. Наномедицина – це область для медичних застосувань наноматеріалів і нанотехнологій для більшого прогресу і проривів у діагностиці, лікуванні та профілактиці захворювань, що характеризується бурхливим розвитком.

Нанотехнології і наноматеріали мають широкий спектр медичних застосувань. Розглянемо фізичні основи роботи таких пристроїв для нанодіагностики як нанобіосенсори.

У медичній діагностиці наноматеріали відіграють важливу роль у створенні ефективних біосенсорів, які можуть аналізувати найдрібніші деталі біологічних взаємодій з максимальною точністю і чутливістю. Ключовим компонентом біосенсорів є механізм трансдукції, який використовуючи енергію певної біохімічної реакції відповідає за перетворення відповіді біоаналітичних взаємодій в електричну форму. Таким чином, основними компонентами біосенсора є біорецептор, датчик і детектор. Основною функцією біосенсора є відчувати біологічні специфічні матеріали, такі як антигена, білки, ферменти, імунологічні молекули та ін.



Нанобіосенсори можуть бути класифіковані відповідно до типу і характеру наноматеріалів, які беруть участь в підсиленні і збільшенні чутливості механізму. Наприклад, всі датчики на основі біосенсорів використовують металеві наночастинки як підсилювачі агентів біохімічних сигналів. Також нанобіосенсорами називаються датчики на основі вуглецевих нанотрубок, які є підсилювачами реакційної специфічності з використанням нанодротів, що переносять носії заряду (нанодротові біосенсори). Зокрема, біосенсори на основі кремнієвих нанодротів, легованих бором, є ефективними для виявлення біологічних і хімічних часток. Крім того, існують датчики на основі квантових точок, які використовують ці точки як контрастні агенти для покращення якості оптичних відповідей. Наноматеріали з унікальними оптичними властивостями, такими як квантові точки з різними довжинами хвиль випромінювання, можуть бути збуджені єдиним джерелом, в той час як органічні барвники з різними довжинами хвиль випромінювання повинні бути збуджені декількома різними джерелами. Оптичні волокна з нанорозмірними діаметрами, що покриті антитілами, використовують для виявлення присутності токсинів в межах однієї клітини. Є повідомлення, що одномірна архітектура, яка містить щонайменше 200 незалежних електричних вузлів нанодроту, була ефективно використана для виявлення низького рівня плазмових антигенів раку кістки.

Вимоги для одночасного виявлення декількох мішеней в одному аналізі призводять до потреби створення нових неорганічних нанокристалів на основі флуоресцентних зондів для заміни органічних флуорофорів.

Вже існують численні клінічні додатки, які пов'язані з буденним використанням нанобіосенсорів. Ці програми включають в себе виявлення глюкози у пацієнтів з цукровим діабетом, який виявляється у бактеріальних інфекціях сечових шляхів, виявлення ВІЛ-СНІДу та діагностики раку. Останні досягнення в галузі медичного зондування пов'язані з розробкою біосенсорів глюкози, які використовують нанотрубки як іммобілізаційні поверхні для ферменту глюкозооксидази. Цей фермент використовується для оцінки глюкози з декількох рідин організму. Традиційно, датчики з використанням ферментів передбачали наявність глюкози в основних тканинах тіла, але використання нанотрубок в якості пристрою для іммобілізації привела до можливості оцінки глюкози з таких рідин організму, як сльози і навіть слина. В одному такому пристрої були ефективно використані одношарові нанотрубки для ферментативного виявлення глюкози.

Таким чином, медичні застосування нанобіосенсорів є універсальними і багатофункціональними. Наноматеріали є дуже важливими для розвитку сенсорних технологій і покращення діагностичних можливостей. Вони також забезпечили більш швидку діагностику, що дозволило швидше отримувати протоколи аналізу і оцінки і, таким чином, безумовно зробили революцію в біозондуванні організмів.

Остафійчук Д.І.

ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ЕФЕКТИ В МЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Кафедра біологічної фізики та медичної інформатики

Вищий державний навчальний заклад України

«Буковинський державний медичний університет»

В біомедичній діагностиці останнім часом набули широкого використання оптичні методи формування пошарових зображень біологічних об'єктів. Одним із основних є метод поляризаційної оптичної когерентної томографії. Даний метод використовує низькокогерентну інтерферометрію для отримання внутрішніх зображень (розподілів інтенсивностей) біотканин на глибині до двох міліметрів. Важливим результатом використання даного методу є також отримання поляризаційних мап зображень біооб'єкта на різних глибинах, розраховуючи так звані матриці Мюллера. Розрахунок даних матриць дає можливість отримати інформацію про поляризаційні властивості біооб'єкта.

Методи діагностики можна поділити на два класи: мікродіагностика, що відбувається на рівні атомів та молекул, та макродіагностика – на рівні клітин, органів. Для дослідження структури біооб'єктів використовують методи спектрофотометричні, поляриметричні, кореляційні. Спектрофотометричні базуються на аналізі просторових, часових змін інтенсивності оптичного випромінювання розсіяного фазово неоднорідними шарами. Поляриметричні, використовуючи матрицю когерентності світлових коливань, базуються на аналізі ступеня поляризації світлових коливань в одній точці поля розсіяного випромінювання. Кореляційні, базуються на аналізі ступеня кореляції між компонентами поляризації світлових хвиль у різних точках біологічних об'єктів.

Загальною особливістю морфологічного формування біотканин усіх типів є процеси необмеженого росту, тому останні можемо віднести до само- подібних структур, основою яких є структурована двокомпонентна структура, що складається з фібрилярної позаклітинної матриці, яка містить різного роду клітинні утворення. У рамках такої моделі вдалося пояснити механізми формування поляризаційної неоднорідності біологічних тканин різних типів (кісткової і м'язової, кровоносних судин мозку, бронхіального дерева). Враховуючи це, складається новий напрямок оптичної діагностики біотканин в основі якого лежить лазерна поляриметрія розподілів азимутів та еліптичностей поляризації світлових коливань в граничному об'єктному полі або зображенні біологічної тканини.

Пружне розсіювання світла (нефелометрія) – це один із ефективних методів макродіагностики, які застосовуються у медицині, біології. Застосування лазерів з високою спектральною густиною, керованою поляризацією випромінювання, дозволило спростити вимірювання, підвищити їх надійність і розширити застосування методу в гематології, імунології, вірусології. Лазерна нефелометрія застосовується для