

## РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОЗВ'ЯЗАННІ ПРОБЛЕМИ ОНКОЛОГІЇ

*За прогнозами Всесвітньої організації охорони здоров'я, до 2030 року кількість діагностованих онкологічних хворих у світі збільшиться більш ніж удвічі і становитиме приблизно 27 мільйонів осіб. Загальна ж кількість хворих на рак зросте втричі й досягне 75 мільйонів (переважно в країнах, що розвиваються).*

*Основними причинами прогнозованого росту захворюваності фахівці ВООЗ називають збільшення загальної чисельності населення, ріст середньої тривалості життя і водночас відсутність доступу значної частини населення до якісної медичної допомоги.*

*Своє бачення причин виникнення та можливих шляхів подолання проблеми онкопатології висловлює провідний учений у галузі онкології і патофізіології, засновник наукової школи «Молекулярні основи та медико-біологічні проблеми фармакорезистентності», член Ради Європейської асоціації онкологічних досліджень (EACR) від України, директор Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України, академік Національної академії наук України **Василь ЧЕХУН**.*



Академік НАН України Василь ЧЕХУН  
Фото Євгена ЧОРНОГО

— Василю Федоровичу, як би ви прокоментували невтішний прогноз ВООЗ, у тому числі й для України, яка, на превеликий жаль, поповнює число онкохворих як країна, що розвивається?

— Україна — не виняток. Офіційно в нас налічується 900 тисяч онкологічних хворих, щороку реєструють 165 тисяч нових випадків (дані 2006 року). Наша країна не є лідером, але й не замикає список останніх у траєкторії розвитку цього захворювання.

Песимістичний прогноз ВООЗ реальний, і зазначені причини росту онкопроцесів, справді, відіграють головну роль. Як сказав, що не так збільшення чисельності населення, як його старіння. Адже з продовженням тривалості життя зростають і

ризика захворювання злякисними утвореннями. Існує така думка: якщо людина за своє життя не захворіла на інші недуги, то вона обов'язково помре від раку.

Підтвердження того, що прогноз, скоріше за все, збудеться, — цифри. Якщо на початку 20 століття онкопатологія (частота захворюваності і смертності) займала десяту позицію, то сьогодні вже — другу, віддаючи лідерство лише серцево-судинній патології. Статистика за останню чверть століття підтверджує, що темпи зростання ракових захворювань стрімко збільшилися. І знову ж таки підстав для цього дуже багато. Якщо спробувати відстежити, як змінювалася ситуація, умовно кажучи, за останні 50 років, то можна сказати, що раніше переважали гострі захворювання, які становили 70–90% і ефективно піддавалися терапевтичним впливам. Останнім часом ситуація різко змінилася: гострих запальних процесів залишилося 5–10%, решта — хронічні, що часто призводять до появи злоякісних пухлин.

— **Напевно, це залежить ще й від рівня сучасної діагностики?**

— Без сумніву. Скажімо, до тих пір, поки не сталася трагедія в Чорнобилі, мало уваги звертали на фактори, що провокували онкопатології. Після аварії було умовне зростання захворюваності. Чому умовне? Тому що на основі не «чорнобильського фактора», а найвищого рівня діагностики, якщо хочете, більшої настороженості до цієї патології і лікаря, і хворого.

Радіаційний фактор був і буде однією з причин появи раку. Однак тут не стільки пряма, як опосередкована радіаційна канцерогенність. Під час вибуху на ЧАЕС населення піддалося значному радіаційному навантаженню, що негативно проявилася стосовно щитовидної залози. Питання щодо збільшення захворювань системи крові продовжують обговорювати вчені й медики. Радіаційні навантаження зни-

зили специфічну і неспецифічну захисну систему організму, рівень імунної відповіді, цілий ряд реакцій, спрямованих на боротьбу з гострими інфекційними процесами. Тому з'явилося більше хронічних патологічних станів. А всякий хронічний процес, як я вже сказав, якоюсь мірою можна розглядати як передпухлинний. Потрібно враховувати екологічний чинник, не лише пов'язаний із Чорнобилем, але й викликаний хімізацією сільського господарства, дедалі частішим використанням консервантів, безконтрольним застосуванням лікарських засобів — кожен такий засіб містить елемент речовини, яка може ініціювати трансформацію нормальної клітини в пухлинну.

Крім названих причин, велике значення відіграє довкілля, у якому людина облаштувала свій побут. Усі ті привілеї, якими ми користуємося сьогодні: сучасні можливості інформаційних і цифрових технологій, мобільного зв'язку, безконецний транспортний потік, зрештою, часті перельоти з країни в країну сучасними лайнерами — це ті фактори, які збільшують ризик захворюваності. Кожне благо є носієм як позитивного, так і негативного, що впливає на стан здоров'я людини.

— **Парадоксальна ситуація. За комфорт, за намагання полегшити своє життя людина платить неймовірно великою ціною, часто — життям...**

— На жаль, так. Останніми роками ми разом із матеріалознавцями, біологами, хіміками, фізиками, медиками дедалі частіше говоримо про співпрацю в застосуванні нанотехнологій. З одного боку, плакаємо надзвичайні сподівання на перспективу цих застосувань — людина отримує величезний обсяг додаткових можливостей, нових матеріалів, продуктів та послуг. Але, з другого боку, за все це доведеться розраховуватися своїм здоров'ям. Це як ходіння по канату. Картина захоплює всіх, хто спо-

стерігає за нею. Проте необережний крок вправо чи вліво... Тобто є нові можливості і нова небезпека.

Тому сьогодні ми, всі ті, хто спеціалізується на нанотехнологіях, ставимо перед собою паралельну мету — серйозно прораховувати можливі наслідки цього руху вперед, щоб за потреби коригувати або запобігати їм. Іншими словами, поспішати повільно, аби встигати збалансовувати ціну і доцільність. Це золоте правило, яке мусить працювати.

— **Доповідаючи на Секції хімічних і біологічних наук НАН України «Сучасні проблеми хімії та біології», ви навели таку статистику: 50% онкохворих уже мають первинну резистентність до протипухлинних препаратів, упродовж 2–3 курсів лікування ще в 49% пацієнтів з'являється стійкість до цих засобів. Саме ця проблема спонукала вас звернутися до нанотехнологій?**

— Найперше ця. Вагомі успіхи фундаментальних наук у біології раку впродовж останніх десятиліть не привели до бажаних успіхів клінічної онкології. Насамперед це стосується вибіркості нагромадження, а відповідно й специфічної дії ефективних цитостатиків. Воістину разючий уже хоча б той факт, що в умовах *in vivo* всього лише 1:10 000-1:100 000 частина дози препарату, який вводять внутрішньо, навіть на основі сучасних векторів — моноклональних антитіл, досягає цільової зони. Тому якщо сьогодні ми не пропонуватимемо чогось принципово нового, то ситуація тільки погіршуватиметься.

У своїх доповідях я часто порушую проблему резистентності до лікарських засобів як надзвичайно актуальну на сьогодні. До речі, не тільки в онкології, але й у терапії загалом. Мене обурює, як інколи науковці і клініцисти реагують на це. Ніяк не реагують. Страшно стає від того, як безпечно люди ставляться до цієї проблеми. Це озна-

чає, що вже завтра ніякий лікарський препарат не працюватиме. Ми звикли жити у світі фармакології. Найменше нездужання — за пігулку. А якщо вона враз виявиться безсилою?..

Нанотехнології теоретично дозволять доставляти лікарські засоби безпосередньо до невеликого клону злюкисних клітин, допомагаючи досягти фармакокерованої дії терапії, про яку зараз говорять фахівці. Досягнемо її — зможемо максимально розв'язати і проблему токсичності під час терапії, і стійкості пухлини до препарату, і ефективності лікування. Йдеться не лише про важливість накопичення ліків у певній точці, але й про включення в терапевтичний процес низки додаткових механізмів, які до цього не були задіяні. Нанотехнології дадуть змогу створити наноконструкцію, що дозволить в одній процедурі використати всі засоби, які поки що окремо спрямовують на подолання патології. З цього боку нанотехнології нас і зацікавили.

З іншого боку, оскільки наш інститут спеціалізується на експериментальній патології, потрібно надшвидкими темпами досліджувати можливе виникнення непередбачуваних наслідків.

До речі, наприкінці минулого року в Інституті експериментальної патології, онкології й радіобіології ім. Р. Є. Кавецького відбувся симпозіум на тему «Сьогодення й майбутнє нанотехнологій в експериментальній і клінічній онкології» з метою інвентаризації й систематизації доступних даних у цій сфері та перспектив застосування нанотехнологій у біомедичних дослідженнях, діагностиці й лікуванні раку. Симпозіум був організований у межах міжнародної конференції «Нанорозмірні системи: структура-властивості-технології». Завданням зібрання було синхронізувати дослідження, виробити рекомендації для розвитку пріоритетних наукових напрямів у інтересах експериментальної й клінічної

онкології, що допомогли б розробити сучасну стратегію для своєчасного виявлення, лікування й запобігання раку.

У представлених доповідях було переконливо показано, що за останнє десятиліття досягнуто значного прогресу в розумінні нанотехнологій в онкології. Попереду нас очікує нова й високоточна система візуалізації злочасного процесу і швидкий розвиток синтезу нових наноліків для онкології. Очікуваний прорив у онкології пов'язують із початком практичного використання нанотехнологій передусім шляхом застосування нанотехнологічних систем візуалізації патологічних процесів і векторної корекції фармакодинаміки цитостатиків. Дедалі тісніша конкуренція на ринку нових технологій дає підстави сподіватися на швидкий прогрес і прихід у клінічну практику нових лікарських форм ефективних протипухлинних засобів.

За прогнозами американської асоціації National Science Foundation, у найближчі 10–15 років обсяг ринку товарів і послуг із застосуванням нанотехнологій значно зросте. Зокрема, лише у фармацевтичній галузі більше як половину всієї продукції, а це 180 мільярдів доларів, буде створено на основі нових технологій. Використання нанотехнологій у сфері охорони здоров'я дасть змогу збільшити тривалість життя, поліпшити його якість і розширити фізичні можливості людини.

Дуже часто навіть найфантастичніші проекти рано чи пізно стають реальністю. Кінофільм «Фантастична подорож», що з'явився на екрані в 1966 році, відкривав перед глядачами сміливу перспективу застосування нанотехнологій у медицині: таємним способом рішуча команда лікарів у новітній субмарині була зменшена до мініатюрних розмірів, щоб потрапити в судинне русло хворого й усунути тромб, що загрожував життю людини. Учені різних професій — фізики, хіміки, біологи, медики, мате-

ріалознавці й інші — намагаються перетворити кожную благородну фантастичну ідею в реальність. «Поза сумнівом, — стверджував В.І. Вернадський, — уся робота повинна проводитися суто науково, однак прикладне її значення, насамперед лікувальне, не можна випускати з поля зору».

Поряд із обнадійливими перспективами подальшого розроблення й застосування нанотехнологій на сьогодні вже стали актуальними питання безпеки як персоналу, зайнятого у виробництві, так і потенційних споживачів цих технологій і їхніх продуктів. Однак неправильно вважати, що вплив наноматеріалів на людей, тварин і навколишнє середовище почали вивчати лише останнім часом. Існує досить багато застарілих біокінетичних даних, а також епідеміологічних і токсикологічних досліджень, які стосуються ультрамалих частинок. При цьому важливу роль відіграють закономірності й особливості біосумісності, біорозподілу, виведення таких агентів тощо. Фахівці вважають, що ці дані можна розглядати як базис нової дисципліни — нанотоксикології. Оцінення безпеки нових матеріалів і технологій повинно займати пріоритетне місце в умовах очікуваного поширення нанотехнологій.

**— Василю Федоровичу, наприкінці травня в Генуї ви брали участь у роботі Генеральної асамблеї і Наукового тижня ОЕСІ — Організації європейських онкологічних інститутів, членами якої є 58 онкологічних установ Європи, у тому числі і єдиний представник від України — Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України. На цих зібраннях, об'єднаних під назвою «Інноваційна політика європейських інститутів у вирішенні проблем раку», напевно, розглядали і перспективи застосування нанотехнологій в онкології?**

— Звичайно. Науковий симпозіум «Відкриття нових світів у медицині: застосу-

вання нанотехнологій у профілактиці й лікуванні раку», що відбувся в межах Наукового тижня ОЕСІ, викликав особливий інтерес фахівців. На ньому провідні європейські експерти обговорили і висловили рекомендації в галузі нанобіології і наномедицини, які покликані скоротити витрати на охорону здоров'я. Професор Мауро Феррарі, керівник відділення наномедицини університету Техасу з Х'юстона, представив огляд діяльності Альянсу з нанотехнологій в онкології, що був заснований 2005-го року за підтримки Національного інституту раку (США). Сьогодні нанотехнології першого покоління, як-от ліпосоми й наночастинки альбумінів, широко застосовують в онкологічних клініках усього світу, а чимало нановекторів другого покоління проходять клінічні випробування. Триває розроблення наночастинок третього покоління — багатоступеневих частинок (multi-stage particles, або MSP), які, подібно до багатоступеневих ракет, призначені для проходження різних біологічних бар'єрів. У доповідях були представлені дослідження із застосування нанотехнологій для діагностики (візуалізація зображень, створення лабораторних чипів), таргетної доставки терапевтичних нуклеїнових кислот (генна терапія) і хіміопрепаратів, дизайну

принципово нових протипухлинних агентів. Слід зазначити, що в доповіді Петера Шарфа (Німеччина) були представлені дослідження, виконані разом з нашим інститутом (ІЕПОР НАН України) та Київським національним університетом ім. Тараса Шевченка. Виходячи з того, що нанотехнології вже повсюдно входять у клінічну практику, В. ван Гартен (Нідерланди) запропонував модель соціального й економічного оцінення так званих конструктивних технологій (СТА — Constructive Technology Assessment) на прикладі їхніх попередників — мікроаггау-технології й фотодинамічної терапії.

— **Чи не стають сьогодні нанотехнології тією кулею Пауля Ерліха, що, як мріяв учений, влучить у задану ціль і знищить саме злоякісні пухлини?**

— Саме, так. Адже тисячоліттями вчені шукали цю магічну кулю, відбираючи оптимальні ліки до терапії. І їхні зусилля швидше чи пізніше будуть випрадані.

Однак якщо нам вдасться за допомогою нанотехнологій розв'язати проблему терапії, то все одно не вдасться запобігти онкопроцесу. Магічна куля — це добре на сьогодні, але це не панацея для стратегічного розв'язання проблеми.

Бесіду вела Ірина **НИКОЛАЙЧУК**