

Молекулярна медицина і зв'язок між розумом та тілом

"Я виходжу з припущення, що всі людські хвороби — генетичні".
Пол Берг, Нобелівський лауреат

"Мій магічний кристал каже мені, що поглиблення
розуміння імунної системи і зростання можливості
маніпулювати нею на генетичному рівні матиме вирішальне
значення у наступні десять-двадцять років".

Стівен Розенберг,
керівник відділення хірургії
Національного інституту здоров'я США



Мічіо Кайку

професор теоретичної фізики у
міському коледжі та університеті
міста Нью-Йорк, США

Відомий науковець у галузі
теоретичної фізики та екології,
автор багатьох
науково-популярних книг

Медицину двадцятого сторіччя, схоже, заскочили зненацька страшні розповіді про "м'ясоїдні" бактерії, спалах еболі, невинне поширення СНІДу, "коров'ячий сказ", смерть школярів через *E.coli* 0157:H7 та поява бактерій, стійких до всіх відомих антибіотиків.

Упродовж останніх п'ятдесяти років успіхи медицини були такі приголомшливі, що лікарі "спочили на лаврах" із думкою, що багато інфекційних хвороб удалося здолати назавжди; невдовзі, однак, виявилось, що людству загрожують нові смертоносні штами цих хвороб. Ще у 1969 році керівник охорони здоров'я в уряді Сполучених Штатів *Вільям Г. Стюарт* урочисто оголосив, що "настав час закрити книжку про інфекційні хвороби". Багато футурологів тоді в тон його заяві напропорочили, що у двадцять першому сторіччі світ буде позбавлений інфекційних хвороб. Насправді ж, як бачимо, сталося протилежне — до нас повертається весь середньовічний бестиарій мікробів.

Медики недооцінили той факт, що бактерії й віруси постійно мутують і розвиваються, іноді у мільйони разів швидше, ніж люди, щоб обійти чи подолати наші найкращі засоби захисту. Попри зусилля сучасної медицини, інфекційні хвороби, що були на Землі мільярди років перед появою людини, очевидно, залишатимуться тут ще кілька мільярдів років.

Утім, навіть коли засоби масової інформації повідомляють про резистентні й невиліковні хвороби, які вже проривають нашу медичну оборону, головне залишається поза увагою: у нашій прадавній невинній боротьбі з хворобами у нас з'явилася нова зброя. **У точці сходження квантової, комп'ютерної та біомолекулярної революції народжується нова наука — "молекулярна медицина", яка обіцяє дати нам нові способи, як уберегтися від цих смертельних інфекційних хвороб у двадцять першому сторіччі.**

Завдяки можливості аналізувати на комп'ютері, у віртуальній реальності вразливі місця хвороб на молекулярному рівні вже сьогодні створюються нові ліки. Вірус СНІДу став першим об'єктом атаки молекулярної медицини. Його ретельно розібрали на компоненти, білок за білком, майже атом за атомом, аж доки не вдалося виявити слабкі місця у його молекулярній броні. Отже, в науковців уперше з'явилася надія знайти ліки від цієї страшної хвороби. Рішучий наступ на СНІД визначатиме темп розвитку молекулярної медицини у двадцять першому сторіччі.

До 2020 року медики матимуть у розпорядженні об'ємні каталоги з описами геному сотень вірусів і бактерій, а також наші персональні ДНК-последовності, що дасть їм безпрецедентне розуміння складного механізму того, як хвороби входять у наше тіло, відтворюються і роблять свою руйнівну справу.

ПОХОДЖЕННЯ ВІРУСІВ

Упродовж майже всієї історії людства походження вірусних хвороб було абсолютною таємницею, через що запобігати їм було надзвичайно складно. Втім, до 2020 року науковці вже знають молекулярне походження цілих класів вірусів, що послужить ключем до розуміння того, як боротися з ними. Довгий час, наприклад, уважали, що більшість вірусів переходить до людей від тварин. Однак перед появою молекулярної медицини це був лише здогад.

Вірус грипу — один із перших вірусів, чию еволюцію науковцям удалось простежити, щоб виявити те, як він дивним і цікавим способом утворився в тваринному світі.

Вірус грипу був і залишається великим лихом для людства. Наприклад, світова пандемія грипу 1918 року забрала понад 20 мільйонів людських життів — це більше, ніж кількість жертв Першої світової війни. Тоді ця хвороба уразила добру половину всього населення планети. Тільки у США вона вбила півмільйона людей, спричинивши найстрашнішу демографічну катастрофу сторіччя. Ця пандемія була настільки страшна, що навіть уплинула на середню тривалість життя у Сполучених Штатах, яка скоротилася від сорока двох до тридцяти дев'яти років.

Згідно з однією теорією, азійський грип походить від однієї з форм китайського фермерства, що зветься полігосподарством, — вікова традиція, унікальний спосіб поєднаного розведення свиней і качок, коли селяни самі живуть поблизу цих тварин. Схоже, що качині віруси переходять до свиней, коли ті поїдають качиний послід. Ставки з рибою і качками збагачують свинячим гноєм. Свині, очевидно, виконують функцію "змішувача" для генів вірусів качок. Вони підхоплюють віруси і від качок, і від людей, змішують їх генетично і передають далі. Нобелівський лауреат, генетик *Джошуа Ледерберг* застерігає, що *"нові різновиди грипу утворюються через кожні кілька років через природне схрещування форм цієї хвороби, які переважають у птахів і свиней"*.

Невтішним фактом було те, що оригінальний вірус грипу 1918 року безслідно зник, позбавивши фахівців із молекулярної біології змоги визначити точно, чому він убив стільки мільйонів людей. Але 1997 року науковці оголосили, що в зразках старих тканин, які залишилися від тієї пандемії, знайдено рідкісні зразки вірусу грипу 1918 року. Науковці, які сьогодні аналізують генетичний матеріал вірусу цього грипу, вірять, що їхня праця може колись урятувати життя мільйонів людей, якщо їм вдасться запобігти новому спалахові цієї смертельної хвороби.

Генетичний аналіз грипу справді настільки точний, що науковці можуть визначити різні його штами, обчислити "генетичну відстань" між цими штамми і навіть передбачити, коли може виникнути наступна епідемія.

Молекулярна медицина вперше дає нам змогу накреслити генеалогічне дерево вірусів, простежити їхнє походження і, мабуть, порекомендувати, як контролювати їх вже у місці виникнення, зокрема у сільському полігосподарстві. Очевидно, до 2020 року ми майже до кінця розумітимемо, як віруси еволюціонують і поширюються, що, своєю чергою, може допомогти нам подолати одну з найбільших загроз двадцять першого сторіччя — СНІД.

ГЕНОМ СНІДУ

Генетична структура ВІЛ — ключ до створення ефективних ліків проти **СНІДУ**. Відкривши вперше цю структуру, науковці з подивом зауважили, що цей ретровірус, який містить радше РНК, аніж ДНК, — найскладніший з усіх, які їм доводилося бачити. Більшість ретровірусів має лише



три гени, які зветься *gag*, *env* та *pol*. Тим часом ВІЛ має їх аж дев'ять і загалом налічує 9200 пар основ.

Найважливіші гени ВІЛ відповідають за три ферменти - ВІЛ-протеазу, ревертазу та ВІЛ-інтегразу. До 1994 року вже стала відома тривимірна молекулярна структура кожного з цих трьох ферментів. Науковці розраховують атакувати вірус ВІЛ за допомогою препаратів, які би блокували ці найважливіші ферменти. Медики сподіваються, що суміш із таких препаратів дасть змогу зупинити розвиток хвороби.

Вірус СНІДУ атакує клітини принаймні в чотири етапи, кожен із яких дає науковцям шанс створити нові ліки. (Спрощено це виглядає так: вірус чіпляється до рецепторів, розташованих на поверхні клітини-господаря — клітини CD4. Він уприскує свою РНК в клітину, і ревертаза перетворює її на ДНК. На другому етапі ДНК вірусу проникає в ядро клітини і захоплює його механізм, щоб синтезувати довгі нитки РНК і білок, потрібний для розмноження вірусу. На третьому етапі фермент протеаза розрізає ці вірусні білки на коротші фрагменти, з яких тепер можуть утворюватися нові віруси. І, нарешті, всередині клітини утворюються тисячі нових ВІЛ-капсул, які прориваються крізь клітинну мембрану, заповнюючи організм новим поколінням смертоносного вірусу.)

На кожному з цих етапів виявляються вразливі місця ВІЛ. Наприклад, АЗТ (азидотимідин) — препарат, який уражає **вірус СНІДУ** на першому етапі, запобігаючи перетворенню РНК на ДНК. Через те, що молекула АЗТ дуже схожа на молекулу тимідину (у ній бракує лише гідроксильної групи), вірус помилково включає АЗТ під час реплікації замість тимідину. За таких умов синтез ДНК припиняється, позаяк відсутня гідроксильна група, яка необхідна для створення зв'язків у ДНК.

Спочатку АЗТ забезпечував майже негайне позбавлення від симптомів СНІДу, подаючи примарні надії. Однак незабаром ейфорія минула. У хворих, яким вводили АЗТ, за рік чи два з'явилося безліч мутантних вірусів СНІДу, як засвідчили всі аналізи. У 1996 році розробили нову серію препаратів, які атакуювали ВІЛ вже в інший момент - на третьому етапі, коли протеаза розрізає вірусні білки на коротші відрізки, з яких потім утворюються нові віруси ВІЛ. Блокатори протеази запобігають збиранню частинок ВІЛ наприкінці процесу розмноження, якраз перед тим, як вони повинні прорватися за межі клітини.

Перші дослідження інгібіторів протеази дали приголомшливі результати. Науковці з Нью-Йоркського університету виявили, що після чотирьох місяців лікування лише одним таким препаратом, індинавіром, у 13 із 26 хворих взагалі не виявили вірусу в крові. У 24 з 26 хворих, які приймали одночасно індинавір, АЗТ і ЗТС, теж не знайшли слідів вірусу СНІДу. Отже, наразі це найефективніша терапія проти СНІДу. Інший інгібітор протеази, рітпонавір, теж дав обнадійливі результати, удвічі знизивши рівень смертності серед 1100 хворих. *"Ми показали, що можемо зупинити процес розмноження вірусів"*, — каже Хуліо С.Г. Монтанер з Університету Британської Колумбії. Поки що дослідники СНІДу не поспішають із висновками. *Гарві Какадон* з лікарні Бет Ізраел у Бостоні сказав: *"Не вірте, якщо хтось вам скаже, що ми вже розслабились"*.

Крім того, ці ліки дуже дорогі, і не можна бути певним, що зрештою не виникне якийсь штам, резистентний до них. Однак, схоже, щодня з'являється якась нова інформація стосовно генетичної природи ВІЛ. Наприкінці 1996 року виявили ген, який зветься СКР5 (він є в 1 відсотка людей білої раси), мутантна версія якого забезпечує людині повний імунітет до ВІЛ. В імунних клітинах цих людей немає "місць для стикування", в яких ВІЛ міг би до них причепитися. Це може започаткувати абсолютну інший підхід до боротьби зі СНІДом, який полягатиме у зміні Т-клітин за допомогою генної терапії, щоб ВІЛ не міг до них причепитися.

Ніхто поки що не стверджує, що засіб проти ВІЛ остаточно знайдено; річ, однак, у тім, що молекулярна біологія відкрила декілька нових перспективних шляхів боротьби з цією хворобою і вселила в нас оптимізм. На зміну непевному, болісному і часто небезпечному методу проб і помилок, що в далекому минулому був єдиною альтернативою, прийдуть дослідження ДНК, комп'ютерне моделювання й віртуальна реальність, за допомогою яких фахівці з молекулярної біології шукатимуть молекулярних ліків від СНІДу та інших хвороб.

НОВІ МІКРОБИ

За іронією долі, бактерії — легка мішень для молекулярної науки. **Віруси** — ці крихітні ниточки ДНК або РНК, які розмножуються, захопивши метаболічну систему наших клітин, — атакують складно (не зруйнувавши самих наших клітин). Прикро, але резистентні бактерії множаться через нерозумну, недалекоглядну політику в медичній сфері. Приміром, м'ясоїдний мікроб (некротизуючий фасцит) є одним із кількох небезпечних мутантних штамів стрептококу, який спричиняє гострий фарингіт. Найактивніший мутантний штам може руйнувати до одного квадратного дюйма тканини за годину — це феноменальна швидкість. Хоч його ще можна здолати за допомогою антибіотиків, у споріднених із ним штамів уже виробилася стійкість до антибіотику з назвою еритроміцин. *Джим Генсон*, засновник відомого лялькового шоу і улюбленець мільйонів дітей, помер 1990 року від резистентної форми стрептококової інфекції.

Варто сподіватися, що з пришвидшенням індустріалізації з'являться нові резистентні хвороби. В епоху реактивного транспорту більшість частин світу віддаляє від Сполучених Штатів тільки кількогодинний авіапереліт. Як зауважив *Джеймс Г'ю* з Центру контролю та запобігання хворобами: *"Хвороба, яка сьогодні від нас далеко, завтра може опинитися в нас у дворі. Ми безумовно від цього не захищені"*. Хвороба легіонерів, синдром токсичного шоку, і хвороба Лайма — приклади хвороб, які поширилися внаслідок модернізації в Сполучених Штатах.

Отже, висновок полягає в тому, що ми плаваємо в океані хвороб. Вечеряючи у комфортній домашній обстановці або прогулюючись парком, ми перебуваємо у блаженному незнанні, що майже кожний квадратний дюйм нашого довкілля вкритий мільйонами мікробів. У нашому тілі є більше мікробів, ніж усіх людей, чия нога будь-коли ступала на Землю.

Ми забуваємо, що мільярди років на цій планеті імунна система наших предків невпинно й наполегливо боролася з хворобами, створюючи мільйони різних молекулярних механізмів, щоб знищувати цих непроханих окупантів. Водночас із тим, як наша ДНК розвивала нові захисні механізми від хвороб, мікроби створювали власні хитромудрі механізми, щоби проникати крізь ці бар'єри, і так тривав цей одвічний танок життя й смерті. Як висловився один автор: *"Хоч людина може сконструювати кращу мишачу пастку, природа, схоже, завжди створює розумнішу мишу"*.

На жаль, бактерії мають велику перевагу над нами, позаяк можуть за день еволюціонувати так, як ми еволюціонуємо за тисячу років, що дає їм змогу створювати нові механізми, щоб оминати наші засоби захисту.

Однак з освоєнням антибіотиків після Другої світової війни смертельні хвороби, такі як пневмонія, туберкульоз, холера, малярія, сифіліс, менінгіт, уперше вдалося тимчасово взяти під контроль. Фактично, вважається, що завдяки самим лише антибіотикам наша середня тривалість життя продовжилася на десять років. Сьогодні відомо понад 8000 антибіотиків, близько 100 з них ефективні проти широкого спектру бактерій і широко застосовуються. Щороку у світі продається антибіотиків на загальну суму 23 мільярди доларів.

Проте коли рівень смертності від бактеріальних інфекцій різко знизився, громадськість і фармацевтичні компанії поступово втратили інтерес до цих древніх хвороб. Слід очікувати, що неминуче послаблення цього захисту згубно позначиться на здоров'ї суспільства.

ДОБРОГО ПОТРОХИ

Коли 2020 року медики озиратимуться на ХХ сторіччя, вони дивуватимуться недалекоглядній, нерозумній політиці минулого й не розумітимуть, як лікарі у ХХ сторіччі могли вирішити, що перемоги в одній незначній сутичці з бактеріями означає виграти війну.

Наше надмірне й нерозбірливе захоплення антибіотиками привело до знищення всіх бактерій, за винятком найсильніших і найстійкіших. Наш організм став таким собі дарвінівським полем бою, де виживають лише найнебезпечніші мутантні штами бактерій.

Стойкість до конкретного антибіотику має приблизно одна бактерія з 10 мільйонів. Коли антибіотиками зловживають, рано чи пізно в організмі з'являється кілька таких резистентних бактерій, які множаться. Якщо вживати відразу два антибіотики, то це підвищує дієвість терапії, оскільки резистентність до обох антибіотиків матиме тільки в середньому одна зі 100 трильйонів (=10 мільйонів помножити на 10 мільйонів) бактерій. Утім, якщо трохи

зачекати, то така мутантна бактерія, стійка до обох антибіотиків, неминуче з'явиться.

Приміром, 1977 року виявили перші штами *Streptococcus pneumoniae* (що спричиняє пневмонію), стійкі до пеніциліну. Сьогодні вже є мутантні штами бактерії пневмонії з імунітетом до пеніциліну, цефалоспоринової й інших антибіотиків. У 1992 році у Сполучених Штатах від резистентних інфекцій померло 19 000 осіб. Ці резистентні штами побічно спричинилися до загибелі ще 58 000 осіб. Як сказав Роберт Е. Шоуп, професор епідеміології з медичного факультету Єйльського університету, "якщо ми не поквантимося взяти ситуацію під контроль, то нас можуть очікувати нові кризи, аналогічні до епідемії СНІДу або грипу".

"Уже з'явилися організми — на щастя, доволі рідкісні — що мають стійкість до всіх відомих антибіотиків, — застерігає Фред Теновер із Центру контролю хвороб. — Є дуже багато способів, як атакувати бактерію за допомогою біохімії, й однак ми вже вичерпали більшість простих завдань. Стосовно деяких організмів ми вже, фактично, випробували все".

Ще гірше те, що виробники ліків не займалися активним пошуком нових антибіотиків. "У нас закінчуються ліки. Ми стоїмо на порозі ери мікробів-убивць, і це може обернутися катастрофою", — каже Мітчелл Л. Коген, фахівець з інфекційних хвороб у Центрі контролю хвороб.

Річ у тім, що фармацевтичні підприємства мусять витратити на розроблення нових препаратів великий обсяг ресурсів. На виготовлення нових ліків до моменту появи їх на ринку переважно йде 10–15 років, і коштує це 300 мільйонів доларів, тому може статися, що на початку наступного сторіччя ми виявимося беззахисні перед деякими резистентними хворобами. Крім того, фармацевтичні підприємства продали величезну кількість антибіотиків фермерам, щоб ті згодували їх тваринам як "стимулятори росту". В одному дослідженні науковці давали курчатам корм із додаванням тетрацикліну, і через 6 місяців у семи з одинадцяти курчат виявили в кишківнику велику кількість бактерій, стійких до тетрацикліну. У деяких бактерій навіть розвинувся імунітет до чотирьох інших антибіотиків.

Це порушує серйозні питання щодо методів діяльності, прийнятих в агробізнесі, де стабільно використовують величезний обсяг антибіотиків заради більших прибутків. Щороку таким сільськогосподарським тваринам, як свині та кури, згодують двадцять п'ять мільйонів фунтів антибіотиків. Це не багато, ні мало, а 50 відсотків усіх антибіотиків, які споживають у Сполучених Штатах. Не дивно, що в багатьох частинах Європи такі методи заборонені.

ПРО МОЛЕКУЛИ Й МІСТИКУ

Як медики у 2020 році й пізніше даватимуть собі з усім цим раду? Один із можливих варіантів дій — відкрити наново прадавню мудрість шаманів.

Медики 2020 року прочісуватимуть світ у пошуках нових джерел антибіотиків, що існують у природі. Звичні нам ліки - аспірин, кодеїн, хінін, резерпін (від високого тиску), розевін (лікує хворобу Годжкіна) та іпекакуана (викликає блювання) — всі згадуються у стародавньому фольклорі. Сьогодні, наприклад, винайшли нові анестетики через аналіз хімічного складу отруту, що містять кураре. Шкіру африканської жабки, що містить хімічну речовину, яка може стати першою у новому поколінні антибіотиків, використовують для лікування інфекційного захворювання шкіри, що звється імпетиго.

Пол Кокс, колишній місіонер-мормон, — першовідкривач, який привернув звавий інтерес медиків. Йому з особливим успіхом вдається знаходити нові ліки в Самоа (він добре володіє місцевою мовою, і недавно його навіть обра-

ли повноправним вождем Самоа). Кокс чув, що шамани на острові Юполу поблизу Самоа розповідали про якусь рослину, що начебто ефективна проти жовтої лихоманки. Він надіслав цю рослину до Національного інституту ракових захворювань, де з неї вилучили сильнодіючу противірусну речовину з назвою простратин, яку сьогодні розглядають як один із майбутніх засобів для лікування ВІЛ.

Переважно шанси на знаходження перспективних ліків серед рослинного життя невисокі - менші від 1 відсотка. Кокс же, терпляче знайомлячись із практичними знаннями й мудрістю аборигенів, спромігся збільшити ці шанси до 7 відсотків. Фактично, у 86 відсотків рослин, що їх недавно дослідили Кокс і науковці з Університету Упсали, виявлено значну біологічну активність проти хвороб.

Після аналізу тисяч рослин і тварин, що подають надію, йде трудомісткий процес вилучення з кожної з них активних компонентів. Ось тут на допомогу приходять комп'ютерна революція. Раніше нові ліки шукали навмання і знаходили доволі рідко. З кожних 10 000 досліджених речовин сто подають надію, десять можна випробувати на людях і одна може зрештою виявитися ефективною і потрапити на ринок. У ХХІ сторіччі все це докорінно зміниться. З появою робототехнічних лабораторій цей процес уже пришвидшився в декілька тисяч разів. Щоб дослідити кілька тисяч хімічних речовин вручну за допомогою трудомістких дослідів на тваринах, потрібно декілька років, тимчасом як нові автоматизовані лабораторії "комбінаторної хімії" можуть дослідити мільйони сполук за декілька місяців, узагалі не використовуючи тварин. Це не тільки підвищує наші шанси у пошуку нових антибіотиків, а й суттєво знижує їх собівартість, що стала болючою темою, відколи ціна нових екзотичних препаратів стала неспівмірною з доходами громадян і з можливостями американської системи охорони здоров'я. (Сьогодні один фармацевт може створити 50 нових сполук за рік, вартість кожної з яких становитиме від 5000 до 7000 доларів. Нові технології дають змогу знизити ці затрати до такого рівня, що кожний фармацевт зможе створювати 100 000 нових сполук, і кожна з них коштуватиме лише кілька доларів.)

У чому ж полягає принцип цих нових технологій?

В одному-єдиному досліді, що охоплює 100 000 хімічних сполук, сполуки, які подають надію, кладуть у довгі ряди пробірок із білком або речовиною, що спричиняє якусь конкретну хворобу. Спеціальні оптичні прилади визначають, чи відбувається у цих пробірках якісь незвичні процеси, приміром, посилене ультрафіолетове випромінювання, які б свідчили про наявність реакції. Сполуки, які вступили в реакцію, відбирають, а в пробірках кладуть нові речовини, що є варіаціями первинних сполук. (Процес повторюється знову, і так триває доти, поки стане відомо, яка конкретно хімічна речовина у сполуці викликає реакцію. Едвард Гурвіц, біотехнолог-аналітик у компанії Robertson, Stephens and Co., називає це "фундаментальною системою зміною в методах створення ліків". Визначивши активний компонент у сполуці, біохіміки можуть дослідити його молекулу, щоб точно з'ясувати, як конкретний антибіотик виконує свою магічну дію). Уже сьогодні науковці знаходять нові антибіотики, які уражають слабкі місця в механізмах життєдіяльності клітин бактерій. Одна ідея, наприклад, полягає в тому, щоб зашкодити бактеріям виробляти амінокислоти, ці структурні елементи білків. Якщо заблокувати механізм продукування амінокислот, то бактерії не зможуть розмножуватися.

До ХХІ сторіччя цей автоматизований підхід до пошуку антибіотиків повинен відкрити нам сотні нових способів, як атакувати стінки клітин бактерій, рибосоми та інші важливі компоненти на молекулярному рівні.

ЗВ'ЯЗОК МІЖ РОЗУМОМ І ТІЛОМ

Численні дослідження показали, що наш настрій, у тому числі стрес, і наші соціальні контакти безпосередньо впливають на діяльність імунної системи, тобто на нашу здатність протидіяти мікробам.

На третій стадії розвитку медицини одним із напрямків наукової діяльності буде дослідження цієї залежності за допомогою засобів молекулярної біології. Зв'язок між розумом і тілом, який традиційна медицина інколи вважає чимось близьким до шарлатанства, незабаром відкриє свої таємниці молекулярній медицині, яка зможе дослідити, як розум впливає на імунну систему на клітинному та молекулярному рівні і навпаки. Що стосується сприйняття зв'язку між розумом і тілом, то ми тут, у певному сенсі, пройшли повний цикл і опинилися там само, де вже колись були, — тільки тепер наше розуміння перебуває на значно вищому рівні.

Серйозною проблемою у дослідженні зв'язку між розумом і тілом завжди була вимушеність покладатися на особисті враження хворих, які можуть бути зумовлені впливом сторонніх чинників, таких як ефект плацебо, сила навіювання та суб'єктивні судження. Без ретельних експериментів, контрольних груп і детальних записів розповіді пацієнтів про чудесні зцілення та ремісії справити майже неможливо.

Утім, за минулі кілька років було проведено багато нових серйозних експериментів та аналізів, результати яких підтверджують існування зв'язку між розумом і тілом. Дослідження, проведене 1996 року на факультеті гігієни та громадського здоров'я Університету Дж. Гопкінза, остаточно довело, що між серцевими нападами і депресією існує зв'язок. Медики понад тринадцять років стежили за 1551 пацієнтом і виявили, що ті, хто перебував у депресивному стані, мали в чотири рази більше шансів зазнати серцевого нападу. Інше визначне дослідження, проведене 1993 року в Швеції в місті Гетеборг, на прикладі 752 чоловіків, за якими лікарі стежили понад сім років, показало, що серед тих, чие життя було понад міру сповнене стресу, рівень смертності був утричі вищий, ніж серед спокійних та врівноважених, що свідчить про прямий зв'язок між довголіттям та емоційним станом людини. Фактично, високий рівень стресу більше впливає на смертність, ніж високий кров'яний тиск, рівень холестерину чи тригліцериду.

Однак цікавішим, мабуть, було відкриття, що в тих людей, які вели активне соціальне життя, багато спілкувалися з друзями, дружинами, родинами, тривалість життя не залежала від рівня стресу. З цього випливає, що соціальні контакти пом'якшують вплив стресу на організм. Виявилося, що соціальна ізоляція, фактично, призводить до тривожно високого рівня смертності.

У 1991 році науковці в Університеті Карнегі-Меллона продемонстрували, як стрес може пригнічувати реакцію імунної системи на застуду. Навмисне піддаючи студентів контактів з вірусами застуди, вони виявили, що серед студентів у стресовому стані застуду підхопило 47 відсотків, серед тих же, хто не мав стресу, — тільки 27.

Досліджуючи кілька разів на день кров людини, можна справді побачити прямий зв'язок між активністю білих тілець крові і рівнем стресу. Виявилось, що наша імунна система у певному сенсі є барометром нашого емоційного стану.

У документі, що з'явився 1993 року, науковці з Єйльського університету перелічили результати дослідження зв'язку між розумом і тілом, серед яких був шкідливий вплив стресу на діабет, хвороби серця, ракові метастази, приступи астми та хвороби кишківника. Стрес негативно

позначається навіть на самій нервовій системі, пошкоджуючи гіпокамп, — а отже, нашу пам'ять.

Інші дослідження, що проводилися недавно, підтверджують наявність зв'язку між стресом та іншими хворобами:

- o *загострення лишаїв через стрес;*
- o *захворюваність на рак товстої кишки і стрес;*
- o *захворюваність на хвороби серця і депресія;*
- o *одужання після операції на серці з шунтуванням і оптимізм;*
- o *одужання після повторних серцевих приступів і гнів;*
- o *частота серцевих приступів і депресія;*
- o *рівень виживання з раком молочної залози і участь у групах підтримки.*

Перелік результатів експериментів та епідеміологічних даних доволі довгий; коли його опублікували в авторитетних медичних виданнях, з ним погодилися й фахівці з інших медичних установ.

Одним із завдань медицини XXI сторіччя буде з'ясувати, як саме цей зв'язок між розумом і тілом відбувається на молекулярному рівні.

З одного боку, між нашими емоціями й ендокринною системою існує чіткий зв'язок. Коли виникає загроза нашому життю, мозок посилає електричні сигнали до залоз, які виділяють адреналін, норадреналін і кортизол, які циркулюють у нашій крові, готуючи організм до реакції "боротися або тікати". Крім того, мозок подає залозам сигнал виробляти природні наркотики: бета-ендорфін та енкефалін — щоби приготувати організм до можливого болю. Ці потужні гормони у великій кількості пригнічують нашу імунну систему (мабуть, це прадавня еволюційна реакція, призначена зберігати наші ресурси в умовах небезпеки).

У 1996 році науковці в Національному інституті психічного здоров'я ретельно дослідили вплив депресії на жінок (середній вік піддослідних жінок становив сорок один рік). Вони виявили, що жінки в депресивному стані мали на 6,5-14 відсотків нижчу міцність кісток. Крім того, в них був вищий рівень гормону кортизол, що може призводити до втрати кісткової маси. У третини жінок втрата кісткової маси була аж на такому рівні, який переважно спостерігається в жінок після менопаузи. Згідно з однією гіпотезою, депресія спричиняє викид кортизолу, що, своєю чергою, пришвидшує втрату кісткової маси.

На думку інших, між нашою імунною, ендокринною та нервовою системами існує тристоронній зв'язок; вони спілкуються одна з одною через пептиди, що переміщуються у крові, забезпечуючи постійну взаємодію між усіма трьома системами, використовуючи кров як засіб зв'язку.

Ці новітні відкриття, більшість із яких було зроблено наприкінці XX сторіччя, можуть уплинути на медицину в XXI сторіччі. Можливо, в майбутньому лікарі розглядатимуть наш стиль життя й емоційний стан у комплексі, аналізуючи, чи маємо ми різні види соціальної підтримки, чи систематично робимо фізичні вправи та розслабляємося (напр., йога, медитація, відпустка) і чи вміємо давати вихід гніву та стресу. Молекулярна медицина змусить лікарів розглядати організм як складну павутину систем, що взаємодіють одна з одною.

Стаття публікується за матеріалами книги М. Кайку "Візі: як наука змінить XXI сторіччя", Львів: "Літопис", 2004, переклад з англійської — Анжела Кам'янець