

## ■ ЗМІСТ

Передмова	5
1. Роль і місце лікаря у суспільстві	6
1.1. Медицина – наука про мистецтво лікування	6
1.2. Соціальні проблеми медицини	10
1.3. Лікарська таємниця та право на помилку	12
2. Здоров'я без ліків	16
2.1. Людина + біосфера = гармонія відносин	16
2.2. Перспектива за предиктивно-превентивною медициною	18
2.3. Генетичні основи моральності	21
2.4. Загальнолюдські цінності	23
3. Основні етапи розвитку молекулярної біології	24
4. Клітина – основна структурна одиниця живого організму	27
5. З чого почалося життя?	30
6. Прокаріоти і еукаріоти	31
7. Об'єкти, які найчастіше вивчаються біологами	33
8. Хімічний склад клітини	35
9. Будова клітин еукаріотів	43
9.1. Внутрішньоклітинні компартменти і внутрішньоклітинний транспорт	45
9.2. Мембранні структури клітини	53
9.3. Молекулярна будова мембран	56
10. Ядро клітини	62
11. АТФ і робота клітини	66
12. Нуклеїнові кислоти	70
13. Макромолекули як об'єкт вивчення молекулярної біології	78
14. ДНК: реплікація, репарація, рекомбінація	79
15. Хромосоми	81
16. Генетика статі	86
17. Епігенетика	91
18. Сайленсинг генів	93

19. Віруси . . . . .	94
20. Апоптоз . . . . .	99
21. Пріонові хвороби . . . . .	102
22. Рак . . . . .	103
23. Фармакогенетика . . . . .	107
24. Формування імунної відповіді . . . . .	140
25. Цитокіни . . . . .	146
26. Нокаут гена . . . . .	151
27. ДНК-технології . . . . .	152
28. Гібридизація <i>in situ</i> . . . . .	155
29. Розшифрування генетичної інформації . . . . .	157
30. Аналіз генів . . . . .	157
31. Геноміка – медицині XXI століття . . . . .	159
32. Геном людини . . . . .	169
33. Еволюція генів і геномів . . . . .	171
34. Регуляція генної експресії . . . . .	174
35. Регуляція клітинного циклу . . . . .	176
36. Передача сигналів . . . . .	183
37. Сучасні дані про походження людини . . . . .	189
38. Ноетика і генетична медицина . . . . .	199
Тестові завдання . . . . .	225
Список скорочень . . . . .	238
Список літератури . . . . .	240

## ■ ПЕРЕДМОВА

Молекулярна біологія є однією з дисциплін сучасного природознавства, яка досить бурхливо розвивається. Молекулярні основи структури і функцій клітин різних тканин, їхньої взаємодії, процесів росту, розмноження та загибелі, які протікають у них, патологічних зрушень їхньої життєдіяльності визначають клінічні прояви хвороби і мають досить велике значення для діагностики та лікування. Ці знання необхідні не тільки студентам, а й майбутнім лікарям.

У навчальному посібнику стисло викладено сучасні відомості про різноманіття клітин, їхні структурні компоненти: ядро, суб'ядерні одиниці – хроматин, ядерну оболонку, структуру мембрани клітини та її органел, мітохондрії, утворення енергії у клітині. Особливу увагу приділено новим напрямом біології та медицини – епігенетиці, апоптозу, пріоновим хворобам. Це порівняно нові розділи в науці, які інтенсивно розвиваються останнім часом. Студентам необхідно знати основи цих наук, досягнення яких буде застосовуватись у діагностиці та нових методах лікування.

Коротко описано об'єкти, які використовуються вченими для своїх досліджень. Студентам-медикам необхідно з ними ознайомитися, оскільки вони постійно з ними зустрічатимуться, коли читатимуть підручники та наукові журнали.

Окрему увагу приділено вивченню регуляції клітинного циклу та передачі сигналів, оскільки більшість лікарських засобів спрямовані на регуляцію саме цих процесів.

Коротко описано основні причини виникнення некерованого росту клітин при захворюванні на рак, які кожний студент повинен знати, оскільки вивчатиме онкологію на старших курсах.

Антропогенез – дуже цікавий розділ, який, завдяки розвитку геноміки та впровадженню її досягнень у цю науку, надав можливість зробити великі відкриття в історії виникнення та розвитку *H. sapiens*. Ми намагалися довести до читачів найновіші знання у цій галузі знань.

Таким чином, доводячи до студентів основи молекулярної біології на стику з класичною біологією, ми маємо надію, що ці знання стануть фундаментальною основою для їхньої теоретичної підготовки, яка знадобиться у подальшій практичній діяльності.

Академік НАМН України  
В. М. Запорожан

# ▣ 1. РОЛЬ І МІСЦЕ ЛІКАРЯ У СУСПІЛЬСТВІ

## 1.1. Медицина – наука про мистецтво лікування

У всі часи медицина впливає на розвиток людства, тому що життя і здоров'я людини були і залишаються головною цінністю. Не тільки в Конституції нашої держави, а й більшості цивілізованих країн світу декларується право людини на життя та охорону здоров'я.

На початку людської цивілізації з хворобами боролися за допомогою заговорів і магічних маніпуляцій. За часів середньовіччя заговори були замінені молитвами, а магічні обряди – церковними ритуалами. Головний вплив на розвиток медицини здійснили поява та становлення науки. Навіть сьогодні, у вік практицизму, медицина не здає своїх позицій.

Це тому, що одним з найнебезпечніших ворогів людини є хвороби, причому різноманітні, які діляться на безліч видів та підвидів. Саме створенням зброї проти всіх хвороб займаються медицина і лікар. Тому така важлива їхня роль у житті суспільства.

Медицина, як і інші галузі людського життя, має теоретичну та практичну спрямованість. У жодній професії наука та повсякденна практика так не зливаються разом, як у медицині.

Теоретична медицина формує наукову базу для практичної медицини, розробляє нові методики лікування та профілактики захворювань, нові препарати. Її діяльність здійснюється поза лікувальними закладами. У клініці немає місця експериментам і дослідженням. Цим займаються наукові установи. Завдання практичної медицини – швидке та якісне лікування хворого від конкретного захворювання. Вона діє біля ліжка пацієнта в лікувальному закладі.

Часто постає питання: «Медицина – це наука чи мистецтво?» Оскільки вона активно використовує матеріал, накопичений офіційною наукою, то медицина є, безумовно, науковою дисципліною. Проте, з другого боку, лікуванням хворого займається конкретний лікар. Тільки від його досвіду, ерудиції, здатності логічно мислити, інтуїції, навіть настрою, залежить успіх у лікуванні. Що більше лікар має теоретичних знань, то більше у нього шансів знайти правильну тактику лікування. Оскільки медицина є продуктом

діяльності людини і залежить від її особистих якостей, то її впевнено можна назвати мистецтвом.

Узагальнюючи сказане, медицину можна назвати наукою про мистецтво лікування й енциклопедією життя.

Рівень медичних знань і стан охорони здоров'я вважаються найважливішими показниками добробуту та розвитку держави і суспільства. З другого боку, не потрібно перебільшувати значення медицини, коли йдеться, наприклад, про тривалість життя людини, що, до речі, теж є вагомим показником рівня розвитку кожної держави. В умовах розвиненого технічного прогресу тривалість життя залежить, у тому числі, від екології, якості їжі та пиття, спадковості, способу життя людини та інших так званих факторів ризику. Саме від них на 85–90 % залежить тривалість життя і лише на 8–10 % цей показник залежить від рівня медицини та охорони здоров'я.

У цю непросту епоху грандіозних перетворень у нашій країні заради людини вітчизняна медицина знову забезпечить розкриття свого великого творчого потенціалу.

У народі завжди високо цінувалася самопожертва на благо Вітчизни. Насправді, померти за Батьківщину – це найвище усвідомлення громадянином свого суспільного та морального обов'язку. Але так само гідно, так само благородно це життя зберегти і продовжити в ім'я процвітання своєї країни, свого народу, всього людства. Це набагато складніше та й набагато почесніше. І саме цього вимагають від усіх нас сьогодні ті високі гуманістичні ідеали, які виховувалися у свідомості кожного лікаря, інтелігента, громадянина. Саме з цим ми покладаємо надію на те, що вітчизняна охорона здоров'я повною мірою набуде настільки заслуженої гідності, цивілізованості, благополуччя.

Медицина – поза політикою, і лікар повинен виконувати своє пряме призначення на Землі – рятувати життя та здоров'я людей.

Лікар, якому людина довіряє своє здоров'я, здоров'я своїх дітей і навіть саме життя, заслуговує на високий соціальний статус і повагу в суспільстві. Тому головним завданням реформування галузі залишається створення медпрацівнику таких умов професійної діяльності, зарплати, професійної освіти, побуту, за яких професія лікаря знову стане однією з найпрестижніших.

Поставимо собі питання: чи може бути охорона здоров'я аморальною? Ні, не може. Генріх Гейне якось сказав: «Моральність – це розум серця».

Цілком очевидно, що лікування – це та особлива, специфічна форма людської діяльності, де в професіоналізм вплітаються такі риси характеру, як гуманність, співчуття, нарешті, просто сердечність. І невідомо, що стоїть попереду. Ці якості можна, але дуже важко виховати, бо генетично вони не детерміновані. Ідеали добра і зла, належного і справедливого визначаються всім укладом життя суспільства, їх обов'язково потрібно дотримуватись у системі виховання під час освітнього процесу. Проте необхідно пам'ятати, що власний характер виховання у цьому процесі відіграє чималу роль. Тому при відборі молоді для навчання в медичному закладі вищої освіти потрібна як одна з найважливіших складових не стільки професійна орієнтованість, скільки професійна придатність. «Багато воїнів славних коштує один лікар майстерний», – казав Гомер.

Обираючи професію лікаря, молода людина повинна розуміти, у якій психологічній атмосфері їй доведеться працювати. Лікар щодня приймає пацієнтів, які приходять до нього не просто зі своєю хворобою, а й із тривогою, страхом, панікою. Діагностика та призначення – лише частина роботи. Пацієнт чекає від лікаря, перш за все, розуміння, співчуття та підтримки. Іноді можна чути: «Він такий добрий лікар. Уважно вислухав мене» або навпаки «Так собі лікар, майже не слухав, щось там писав, я навіть розповісти нічого не встиг». До лікаря щодня йдуть люди зі своїми проблемами, і він повинен їх вислухати і вилікувати, залишаючись при цьому привітним, добрим, стриманим і співчутливим.

Завдяки тому, що сучасна медицина спирається у своєму розвитку на інші науки – біологію, хімію, фізику, генетику, електроніку, вона з кожним роком стає все сильнішою і поступово бере повну владу над організмом людини. У цій співдружності медицини з іншими галузями знань є найважливіша складова сучасного етапу її розвитку, що потребує від лікаря відповідних знань і навичок.

До пріоритетів сучасної медичної науки належать високотехнологічні дослідження, насамперед у галузі біотехнологій, молекулярної медицини. На основі досягнень генетики, стовбурових клітин відкриваються необмежені можливості для розуміння причин виникнення та розвитку хвороб і для розробки найбільш ефективних способів їхньої профілактики та лікування. Завдання лікаря – відстежувати рекомендації учених та імплементувати їх у практичну медицину.

У науково-дослідних інститутах і медичних вищих закладах освіти країни працює чимало видатних вчених, створено наукові медичні школи, які за своїм рівнем й авторитетом не поступаються кращим закордонним аналогам. Це наукові школи академіків Стражеска, Філатова, Амосова, Шалімова, Ромоданова та багатьох інших.

У сучасній світовій науці відкриття та наукові прориви часто роблять молоді люди та колективи, талановиті, амбітні, вільні від стереотипів, одержимі прагненням стати справжніми професіоналами. Університети покликані не лише готувати фахівців, а й відбирати та виховувати талановиту молодь, здатну поповнити лави наукової еліти країни. І робити це потрібно вже зараз. Недаремно кажуть, що академіки народжуються на першому курсі університету.

Ми живемо в нелегкий час рішучих суспільних змін. Довелося пережити десятиліття корінної ломки багатьох вікових засад, коли свідомо рушились ідеали, на яких виховувалися цілі покоління. Але навіть у сьогоднішній важкий час у нашій багатостраждальній медицині зберігається дух самовідданого служіння Батьківщині, високим і благородним ідеалам добра та людяності. Завжди медицина в нашій Вітчизні була істинним утіленням високого патріотизму і моральності, справжньої інтелігентності, професіоналізму і жертвності, в основі яких – щира відданість лікарському обов'язку та хворій людині.

Сучасна концепція розвитку охорони здоров'я та медичної науки в країні має закласти в основу діяльності всієї системи такі імперативи, як справедливість, етика, права людини, висока ефективність і надійні соціальні гарантії – усе те, що входить до понятійного комплексу загальнолюдського.

Охорона здоров'я – аж ніяк не соціальна сфера, яку іноді ставлять в один ряд із культурою, освітою, спортом. Охорона здоров'я – це система життєзабезпечення, один із найважливіших інститутів безпеки нації, бо мова йде воістину про найцінніше у світобудові – здоров'я та життя людини.

І разом з тим наше завдання – не залучити себе до каламутного потоку надривної істерії та паніки, безвір'я й апатії, не дати дрібній марноті у боротьбі за виживання затулити ті гуманістичні ідеї, яким усі ми, відповідальні за людське життя, покликані служити до кінця власних днів.

Тільки за цих умов охорона здоров'я зможе стабілізувати ситуацію та не допустити некерованого, катастрофічного погіршення стану здоров'я народу, виникнення епідеміологічної катастрофи.

За будь-яких умов жодна держава не може звільнити себе від обов'язків охорони здоров'я народу, регулювання системи охорони здоров'я, забезпечення доступної для всіх громадян країни медичної допомоги. Твердість і стриманість повинні бути використані в найбільш залежних від державного патронажу, найбільш уразливих розділах охорони здоров'я: материнство та дитинство, онкологія та гематологія, високотехнологічні галузі хірургії.

У сучасних умовах украї згубні спроби недооцінювати та нехтувати необхідністю використання наявного економічного досвіду під час вирішення питань удосконалення системи охорони здоров'я. Знання економічних законів, уміле застосування їх у повсякденній діяльності дадуть змогу значно зміцнити матеріально-технічну базу лікувальних закладів і забезпечать якісну підготовку медичних кадрів. Усе це стане запорукою покращення якості обслуговування пацієнтів.

## 1.2. Соціальні проблеми медицини

Нині суспільство переживає стан так званої соціальної аномії, коли колишні норми поведінки, моральні цінності втрачені й уже не є регуляторами суспільних відносин, а нові ще не склалися. Поняття соціальної аномії ввів у науковий обіг французький соціолог Дюркгейм (1858–1917). Дослідник вважав, що проблема найчастіше зароджується в умовах динамічних реформ, у періоди смут, революцій, економічних криз – колишня ієрархія зруйнована, нова ще не сформувалася. Соціальна аномія уявляється як процес руйнування фундаментальних основ культури, зокрема етичних норм. Члени соціуму втрачають довіру до соціальних інститутів і моральних орієнтирів, відчують розчарування у житті та професійній діяльності. Люди дезорієнтовані, переживають відчуття відокремленості від суспільства, що закономірно провокує зростання злочинності, маргінальність та інші асоціальні феномени.

Сьогодні у стані аномії перебувають не лише люди, а й практично всі соціальні інститути суспільства, у тому числі система охорони здоров'я. Є нагальна потреба соціологічного осмислення її ролі та місця у житті суспільства.

Охорона здоров'я посідає одне з перших місць у рейтингу серед соціальних, політичних та економічних проблем, і 95 % населення турбують саме питання нашої галузі. І це зрозуміло, оскільки в нашій країні склалася непроста ситуація зі станом здоров'я населення, основні показники якого – середня тривалість життя, рівень захворюваності та смертності – далеко не оптимістичні й тривалий час мали тенденцію до погіршення. Особливо це стосується серцево-судинних захворювань, онкології, туберкульозу та ВІЛ-захворювань, зниження народжуваності на тлі збільшення смертності – все це наявне одночасно з обмеженням доступності до медичного обслуговування для більшості населення.

Постає питання: у чому причина такого стану галузі в Україні? Одна з відповідей – кошти, що виділяються на охорону здоров'я, розпоршуються на дуже велику кількість лікувальних закладів, через що їх неможливо оснастити сучасним обладнанням і кваліфікованими кадрами. У нас існує практика фінансування лікувальних закладів за кількістю ліжок-місць, що давно зжила себе в усьому світі. Якщо потрібно фінансувати пацієнта, то він повинен знати, де, як, коли і на яку суму можна отримати медичну допомогу. У цьому разі лікувальна установа матиме мотивацію і можливість не тільки благоустроювати клініку, а й оснащувати її кваліфікованими кадрами та диференціювати оплату праці медперсоналу залежно від якості їхньої роботи.

Друга причина – більшість стаціонарів у нас розташовані у великих містах, причому первинна медико-санітарна допомога перебуває на початковій стадії розвитку.

Усе це спровокувало економічну неефективність і громіздкість нашої системи охорони здоров'я та призвело до її зубожіння й занепаду. Найбільше лихо для лікаря, коли він знає, що потрібно робити, вміє це робити, але йому нічим це зробити. Найбільша трагедія для держави, коли через відсутність необхідного інструментарію та ліків гинуть люди. Утім, найбільше розчарування, звичайно, у пацієнтів.

Гарантований пакет медичних послуг кожному мешканцю, фінансова свобода лікарням, створення госпітальних округів у межах кожної області для кращого управління медичною інфраструктурою й електронного реєстру пацієнтів – усе це Україна мала забезпечити згідно з новою концепцією фінансування медицини. Як стверджують у МОЗ, головна мета полягає у переорієнтуванні

фокусу системи охорони здоров'я від політики лікування до політики зміцнення та збереження здоров'я.

Проблеми, що накопичувалися десятиліттями, потребують системних змін, тобто прийняття відповідних рішень як на державному, так і регіональних рівнях. Потрібно розуміти, що реформа галузі – це не лише розбудова мережі лікувальних закладів, створення шпитальних округів і центрів медико-санітарної допомоги. Це, перш за все, покращення якості медичної допомоги, використання лікарем сучасних медичних технологій та методик лікування, створення нових вітчизняних лікарських препаратів тощо.

Тому, безумовно, базисом реформи має стати медична наука. Учені і лікарі повинні діяти спільно на благо пацієнта. Тільки симбіоз науки та практики принесе очікуваний успіх у модернізації галузі.

Ще в 1625 р. Френсіс Бекон писав: «Зрозуміло, всяка медицина є нововведенням: той, хто не застосовує нових засобів, повинен бути готовий до нових бід, бо найбільшим новатором є час».

А час минає чи переступає через тих, хто не крокує з ним в ногу.

### **1.3. Лікарська таємниця та право на помилку**

Щоб стати класним професіоналом, лікарю недостатньо вивчити курс наук і набути відповідних навичок. Як говорив Авіценна, «лікар повинен володіти поглядом сокола, руками дівчини, мудрістю змії та серцем лева». Іншими словами, крім високої кваліфікації, лікар має бути чуйним, уважним, людиною, що викликає довіру, вміти порозумітися з пацієнтом. Він працює не з хворобами, а з людьми. Це мистецтво і цим мистецтвом треба опановувати не менше, ніж професійними знаннями.

«Якщо хворому після розмови з лікарем не стало легше, то це не лікар», – стверджував відомий психіатр В. М. Бехтерев. Важливо розуміти, що стосунки лікаря і пацієнта не просто обмін інформацією, це частина лікування. Лікар повинен вміти пояснити хворому стан його здоров'я, роз'яснити методику лікування. Робити це потрібно переконливо, ввічливо та інтелігентно. Потрібно підтримувати у пацієнта віру в одужання, шукати і знаходити вихід із непередбачених ситуацій, боротися до останнього, не впадаючи у відчай і сподіваючись на позитивний результат.

Міжособистісні стосунки між лікарем і пацієнтом будуються, насамперед, на принципах довіри. Щоб завоювати довіру пацієнта,