

Дніпровський державний медичний університет

Кафедра фармакології, загальної та клінічної фармації

Кваліфікаційна робота

**на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему:**

«Сучасні лабораторні дослідження у діагностиці порушень метаболізму та ендокринних захворювань»

**Виконав: студент денної (заочної) форми навчання
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»**

Отман сахел

Керівник: к.б.н., доцент В.Ю. Слесарчук

Рецензент: к.б.н., доцент Г.С.Пелешенко

Рекомендовано до захисту: Захищено на засіданні ЕК №_____

протокол засідання кафедри протокол № 3 від «16» червня 2025 р.

№ 17 від 2 червня 2025 р. Оцінка добре / D / 140

Завідувач кафедри (за національною шкалою/ за шкалою

К.ф.н., доцент Антон ЛЄВИХ ECTS/ бал)

Голова ЕК доцент Антон ЛЄВИХ

Дніпро – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТАБОЛІЗМУ ТА ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	5
1.1. Поняття метаболізму та класифікація його порушень	5
1.2. Ендокринні захворювання та їх вплив на метаболічні процеси	11
2. СУЧАСНІ ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЦІ ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ	15
2.1. Діагностика цукрового діабету	15
2.2. Діагностика порушення функції щитоподібної залози	21
2.3. Діагностика захворювань надниркових залоз	25
3. ПЕРСПЕКТИВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ДІАГНОСТИКИ МЕТАБОЛІЧНИХ ПОРУШЕНЬ ТА ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ	30
3.1. Діагностика ендокринних захворювань за допомогою експрес-тестів	30
3.2. Автоматизація лабораторних досліджень та її вплив на ефективність діагностики	35
3.3. Використання великих даних (Big Data) і штучного інтелекту в медичній діагностиці	38
ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42
ДОДАТКИ	45

ВСТУП

Актуальність теми. порушення метаболізму та ендокринні захворювання є однією з найбільш актуальних проблем сучасної медицини. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), кількість випадків цукрового діабету, ожиріння, захворювань щитоподібної залози та інших ендокринних патологій постійно зростає. Зокрема, у 2021 році понад 537 мільйонів дорослих у світі мали діабет, і прогнозується, що до 2045 року ця цифра збільшиться до 783 мільйонів.

Метаболічні розлади, такі як інсулінорезистентність, дисліпідемія та метаболічний синдром, суттєво підвищують ризик серцево-судинних захворювань, що є основною причиною смертності у світі. Крім того, ендокринні порушення, зокрема гіпотиреоз, гіпертиреоз, синдром Кушинга та захворювання надниркових залоз, мають значний вплив на якість життя пацієнтів та вимагають своєчасної діагностики та лікування. Сучасні лабораторні методи відіграють ключову роль у виявленні цих патологій, дозволяючи встановити діагноз на ранніх стадіях та розпочати відповідну терапію. Впровадження автоматизованих систем аналізу та технологій молекулярної діагностики сприяє підвищенню ефективності медичних обстежень та доступності якісної лабораторної діагностики.

Тому дослідження сучасних лабораторних методів у діагностиці метаболічних і ендокринних порушень є надзвичайно актуальним. Воно дозволяє покращити скринінгові програми, підвищити ефективність лікування та сприяти зниженню захворюваності та смертності від цих патологій.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є аналіз сучасних лабораторних досліджень, призначених для діагностики порушень метаболізму та ендокринних захворювань.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- 1) Провести огляд наукової літератури (інформаційні ресурси бібліотеки та інтернету), присвяченої діагностиці метаболічних та ендокринних захворювань;

2) Проаналізувати діагностику цукрового діабету, порушень функцій щитоподібної залози та захворювань надниркових залоз за допомогою лабораторних досліджень;

3) Навести характеристику експрес-тестів для діагностики ендокринних захворювань;

4) Охарактеризувати автоматизацію лабораторних досліджень та її вплив на ефективність діагностики; описати використання великих даних (Big Data) і штучного інтелекту в медичній діагностиці.

Методи дослідження. Інформаційний пошук (робота з літературою). Об'єктом дослідження були інформаційні ресурси бібліотеки та інтернету, у тому числі база даних PubMed, Scopus, Science Direct (наукові статті, монографії, посібники). Було проаналізовано 20 джерел.

Новизна та значення одержаних результатів. Значення одержаних результатів полягає в удосконаленні діагностичних підходів на основі використання інноваційних технологій, що сприятиме більш ранньому виявленню метаболічних та ендокринних захворювань, своєчасному призначенню терапії та зниженню ризику розвитку ускладнень. Впровадження новітніх лабораторних методів та автоматизація лабораторних процесів дозволить підвищити точність діагностики, зменшити частоту хибнопозитивних і хибнонегативних результатів, а також оптимізувати витрати на обстеження.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота обсягом 39 сторінок друкованого тексту складається із 3 розділів, список використаних джерел налічує 20 найменувань.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТАБОЛІЗМУ ТА ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

1.1. Поняття метаболізму та класифікація його порушень

Метаболізм є фундаментальним біохімічним процесом, який забезпечує життєдіяльність організму. Метаболізм відіграє ключову роль у всіх функціях організму, забезпечуючи його енергією та підтримуючи його структуру. Він охоплює всі хімічні реакції, необхідні для росту, відновлення та підтримання функцій клітин.

Метаболізм (англ. metabolism) – це сукупність хімічних процесів, що відбуваються в організмі для підтримання його життєдіяльності. Він забезпечує енергетичні потреби клітин, синтез необхідних для функціонування сполук та утилізацію продуктів розпаду. Метаболізм є основою всіх фізіологічних процесів, і будь-які його порушення можуть мати серйозні наслідки для здоров'я.

Метаболізм поділяється на два основні взаємопов'язані процеси, які забезпечують баланс, необхідний для підтримання гомеостазу:

- анаболізм (синтез складних речовин з простих), який полягає у використанні енергії для синтезу складних органічних молекул, таких як ДНК, білки та ліпіди;
- катаболізм – процес, який включає розщеплення складних молекул, таких як білки, жири та вуглеводи, до простіших, що супроводжується вивільненням енергії.

Метаболічні процеси регулюються гормонами та ферментами, які контролюють швидкість та напрямок хімічних реакцій. Основні функції метаболізму включають:

- енергетичний обмін, який забезпечує клітини енергією шляхом розщеплення поживних речовин;
- пластичний обмін, відповідальний за синтез білків, нуклеїнових кислот та інших важливих молекул;

– регуляторні механізми, що контролюють баланс між анаболічними та катаболічними процесами [6].

Метаболічні хвороби, також відомі як розлади обміну речовин, — це сукупність патологій, що виникають через порушення або відсутність активності певного ферменту. Порушення можуть призводити до збоїв у біохімічних реакціях та розвитку хворобливих процесів у організмі. Основними причинами таких розладів можуть бути генетичні дефекти, порушення функцій ендокринної системи або органів, що відіграють ключову роль у метаболізмі, наприклад, печінки. Порушення метаболізму можна класифікувати за їхніми причинами, механізмами та ураженими системами (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Класифікація метаболічних порушень

Порушення вуглеводного обміну, наведені на рис. 1.1, стосуються вироблення та використання енергії. Наприклад, гіпоглікемія характеризується недостатнім рівнем глюкози в крові, що може призводити до недостатнього постачання енергії для клітин. Гіперглікемія – порушення регуляції рівня глюкози в крові, яке призводить до підвищеного рівня глюкози, внаслідок чого може розвинути цукровий діабет – хронічне захворювання, пов'язане з порушенням регуляції рівня глюкози гормоном інсуліном.

Ендокринні порушення пов'язані з порушенням регуляції метаболізму гормонами. Наприклад, гіпотиреоз пов'язаний з недостатністю секреції гормонів щитоподібної залози, а гіпертиреоз – з надлишковою секрецією.

До порушень ліпідного обміну відносять гіперхолестеринемія (підвищений рівень холестерину, що сприяє атеросклерозу) та ожиріння (накопичення надлишкової жирової тканини через дисбаланс між споживаною та витраченою енергією).

До порушення білкового обміну входить фенілкетонурія (генетичне порушення, пов'язане з дефіцитом ферменту фенілаланінгідроксилази), а також подагра (накопичення сечової кислоти, що призводить до запалення суглобів).

До мінеральних порушень відноситься гіпокальціємія (знижений рівень кальцію, що викликає проблеми з кістковою системою) та дефіцит заліза, який призводить до анемії та зниження рівня гемоглобіну [7].

Діагностика метаболічних та ендокринних захворювань є популярною темою для наукових досліджень. Вчені розглядають різноманітні аспекти, які спрямовані на вдосконалення методів діагностики, виявлення нових біомаркерів та впровадження інноваційних технологій. У сфері діагностики метаболічних і ендокринних захворювань наукові дослідження дозволяють встановлювати нові діагностичні критерії, вдосконалювати лабораторні технології й пропонувати перспективні підходи до лікування.

Багато українських та зарубіжних наукових праць присвячено дослідженню діагностики метаболічних та ендокринних захворювань (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Українські та зарубіжні наукові статті, присвячені дослідженню діагностики
метаболических та ендокринних захворювань

П.І.Б автора	Ендокринне та метаболічне захворювання, яке досліджується	Назва наукової публікації
Р. О. Сабадишин, В. Д. Лукашук, В. І. Баб'як	Метаболічний синдром	«Лабораторна діагностика порушень вуглеводного обміну до появи клінічних ознак та наявності компонентів метаболічного синдрому в дітей на різних стадіях ожиріння»
Камінський О.В.	Цукровий діабет 1-го типу	«Офіційні критерії діагностики цукрового діабету, нормоглікемія і самоконтроль глікемії»
М.Д. Тронько, О.В. Большова, Л.К. Соколова	Цукровий діабет 2-го типу	«Цукровий діабет 2-го типу: етіологія, патогенез, клініка, діагностика та лікування»
Тарашенко Ю. М., Омельчук О. В.	Пухлини щитоподібної залози та інциденталомі надниркових залоз	«Оптимізація діагностики, хірургічного лікування та прогнозування перебігу пухлин щитоподібної залози та інциденталом надниркових залоз»
Омельяненко І., Фалалєєва Т., Кобиляк Н., Сулаєва О.,	Новоутворення щитоподібної залози	«Цитологічна діагностика щитоподібної залози в Україні за умов воєнного стану»

Стаття українських дослідників Р. О. Сабадишина, В. Д. Лукашука, В. І. Баб'яка під назвою «Лабораторна діагностика порушень вуглеводного обміну до появи клінічних ознак та наявності компонентів метаболічного синдрому в дітей на різних стадіях ожиріння» присвячена лабораторній діагностиці порушень вуглеводного обміну у дітей до появи клінічних симптомів. У ній розглядається зв'язок між різними стадіями ожиріння у дітей та розвитком компонентів метаболічного синдрому. Автори аналізують методи раннього виявлення порушень, що дозволяють запобігти прогресуванню патологій, а також досліджують роль лабораторних показників у діагностиці та моніторингу стану здоров'я дітей [1].

Стаття Камінського О. В. «Офіційні критерії діагностики цукрового діабету, нормоглікемія і самоконтроль глікемії» розглядає офіційні критерії діагностики цукрового діабету 1-го типу, а також поняття нормоглікемії та

методи самоконтролю рівня глюкози в крові. У ній підкреслюється важливість використання венозної плазми як стандарту для визначення концентрації глюкози, що є ключовим для діагностики предіабету та цукрового діабету. Також обговорюється застосування портативних глюкометрів для моніторингу рівня глюкози, особливо після прийому їжі. Стаття акцентує увагу на міжнародних стандартах, таких як критерії Американської діабетичної асоціації (ADA) та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), які визначають нормоглікемію як концентрацію глюкози у венозній плазмі в межах від 3,9 до 6,0 ммоль/л [2].

Стаття М. Д. Тронька, О. В. Большової та Л. К. Соколової «Цукровий діабет 2-го типу: етіологія, патогенез, клініка, діагностика та лікування» присвячена цукровому діабету 2-го типу, найбільш поширеному ендокринному захворюванню. У ній розглядаються причини виникнення хвороби, включаючи генетичні фактори, ожиріння та спосіб життя; механізми розвитку захворювання, зокрема зниження чутливості клітин до інсуліну (інсулінорезистентність); методи виявлення, включаючи аналіз крові на рівень глюкози та глікозильованого гемоглобіну. Також аналізуються підходи до терапії, які включають зміну способу життя, дієту, фізичну активність, медикаментозне лікування та, у деяких випадках, інсулінотерапію. Ця стаття акцентує увагу на важливості ранньої діагностики та комплексного підходу до лікування, щоб запобігти ускладненням [3].

Стаття Тарашенка Ю. М. та Омельчука О. В. під назвою «Оптимізація діагностики, хірургічного лікування та прогнозування перебігу пухлин щитоподібної залози та інциденталом надниркових залоз» присвячена вдосконаленню методів діагностики, хірургічного лікування та прогнозування перебігу пухлин щитоподібної залози та інциденталом надниркових залоз. У ній розглядаються сучасні підходи до виявлення патологій, включаючи використання ультразвукових досліджень, тонкогілкової аспіраційної біопсії та лабораторних аналізів. Також аналізуються хірургічні методи лікування, зокрема тиреоїдектомія та видалення пухлин надниркових залоз, з акцентом на мінімізацію ризиків та ускладнень. Окрім того, стаття досліджує прогностичні

чинники, які впливають на перебіг захворювань, включаючи демографічні дані пацієнтів, морфологічні характеристики пухлин та результати лікування. Це важливий внесок у розвиток ендокринної хірургії та покращення якості життя пацієнтів [4].

Стаття Омеляненко І., Фалалєєвої Т., Кобиляка Н. та Сулаєвої О. «Цитологічна діагностика щитоподібної залози в Україні за умов воєнного стану» аналізує особливості цитологічної діагностики щитоподібної залози в Україні в умовах воєнного стану. У ній розглядаються виклики, з якими стикаються медичні установи, зокрема обмежений доступ до сучасного обладнання, нестача ресурсів та вплив стресових факторів на пацієнтів. Також акцентується увага на важливості адаптації методів діагностики до нових умов, щоб забезпечити своєчасне виявлення патологій щитоподібної залози, таких як вузлові утворення чи злоякісні пухлини. Ця тема є актуальною, оскільки вона підкреслює необхідність підтримки медичної системи навіть у складних обставинах [5].

Загалом наукова література свідчить про значний прогрес у дослідженні діагностики метаболічних та ендокринних захворювань завдяки розвитку сучасних лабораторних та інструментальних методів. Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення методів виявлення захворювань, розробку нових біомаркерів та впровадження персоналізованої медицини в ендокринологію.

Таким чином, метаболізм є складним та життєво важливим процесом, що забезпечує функціонування організму. Порушення метаболізму можуть мати різну природу і впливати на різні аспекти здоров'я. Їхня своєчасна діагностика та лікування є критично важливими для запобігання ускладненням і покращення якості життя. Розуміння механізмів метаболізму та його порушень допомагає лікарям розробляти ефективні методи профілактики та терапії. Сучасні методи лабораторної діагностики, зокрема автоматизовані системи та генетичне тестування, відіграють ключову роль у ранньому виявленні та корекції метаболічних порушень. Подальші дослідження у цій сфері сприятимуть покращенню підходів до профілактики та терапії метаболічних захворювань.

1.2. Ендокринні захворювання та їх вплив на метаболічні процеси

Ендокринна система відіграє ключову роль у регуляції метаболічних процесів через гормони, які контролюють обмін речовин, ріст, функції органів, розвиток і адаптацію організму до зовнішніх умов. Порушення в роботі ендокринних залоз можуть спричиняти значні зміни в метаболізмі та впливати на загальний стан здоров'я людини.

Найбільш поширеним ендокринним захворюванням у світі являється цукровий діабет. Це захворювання супроводжується порушенням регуляції рівня глюкози в крові через дефіцит або неефективну дію інсуліну. Виділяють два основні типи цукрового діабету:

- діабет 1 типу – аутоімунне захворювання, при якому бета-клітини підшлункової залози не виробляють інсулін, що призводить до повної відсутності інсуліну;
- діабет 2 типу – характеризується інсулінорезистентністю, коли клітини організму стають менш чутливими до інсуліну.

За даними Міжнародної діабетичної федерації (IDF), у 2021 році близько 537 мільйонів людей у світі жили з діабетом. З них понад 90% мали діабет 2 типу, тобто приблизно 483 мільйони осіб, а решта — діабет 1 типу. У 2022 році кількість дорослих із діабетом (обох типів) сягнула 828 мільйонів (745 мільйонів осіб мали діабет 2 типу, а решта — діабет 1 типу) (рис. 1.2).

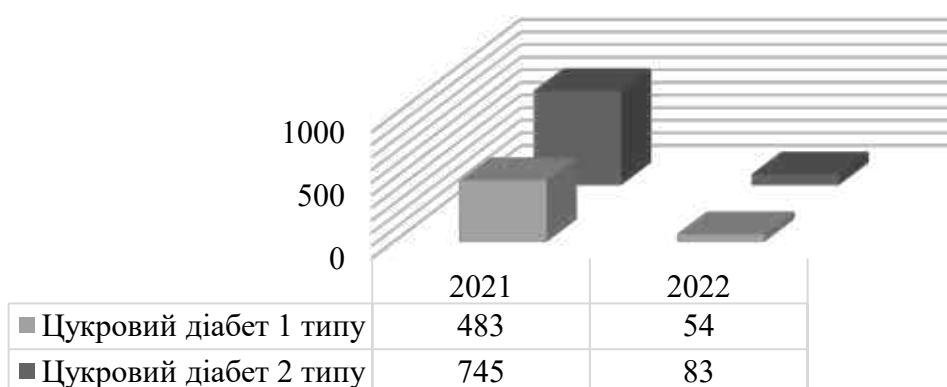


Рис. 1.2. Динаміка поширеності цукрового діабету у світі у 2021-2022 роках, млн осіб

Щитоподібна залоза контролює обмін речовин через секрецію тиреоїдних гормонів (Т3 і Т4). Її дисфункція може викликати:

- гіпотиреоз (недостатня секреція гормонів, що уповільнює метаболізм);
- гіпертиреоз – надлишок тиреоїдних гормонів, що прискорює метаболізм.

За даними досліджень World Health Organization (WHO), поширеність гіпотиреозу варіюється від 0,2% до 5,3% залежно від регіону та популяції. Наприклад, у США цей показник становить 3,7%, а в Європі — 5,3%. (рис. 1.3).

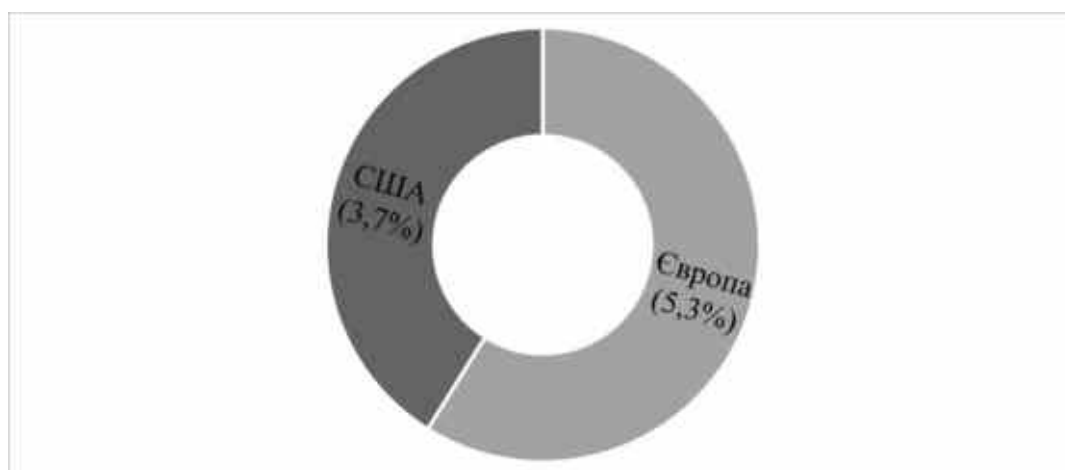


Рис. 1.3. Регіональна поширеність гіпотиреозу у 2022 році, %

Гіпертиреоз зустрічається рідше. За даними різних досліджень, загальна поширеність гіпертиреозу становить 1,6% серед жінок та 0,14% серед чоловіків (рис. 1.4).

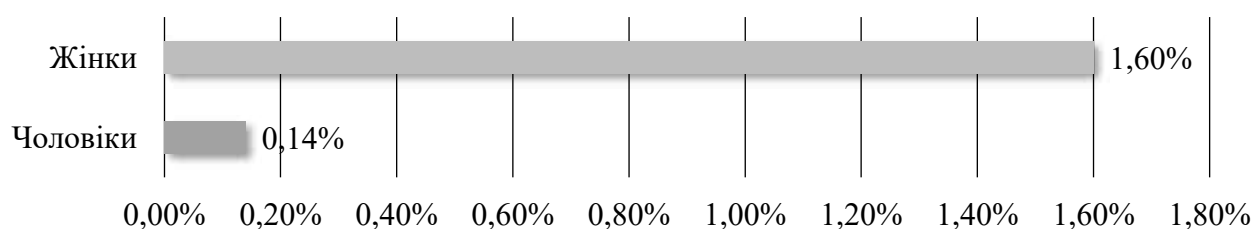


Рис. 1.4. Поширеність гіпертиреозу у світі за статтю (2022 році), %

Надниркові залози виробляють гормони, що регулюють рівень кортизолу, альдостерону та катехоламінів. Порушення їхньої роботи можуть призводити до:

- гіперкортицизму (синдром Іценко-Кушинга), який характеризується надлишком кортизолу, що викликає ожиріння, гіпертонію, остеопороз;
- гіпокортицизму (хвороба Аддісона), що характеризується недостатністю кортизолу, що супроводжується слабкістю, гіпотонією, втратою маси тіла [8].

Синдром Іценка-Кушинга є рідкісним захворюванням. За даними досліджень Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021), його поширеність становить приблизно 10-15 випадків на мільйон осіб на рік. Хвороба Аддісона, яка є основною причиною первинного гіпокортицизму, також є рідкісним захворюванням. За даними GBD 2022, її поширеність у 2022 році становила приблизно 40-60 випадків на мільйон осіб (рис. 1.5).

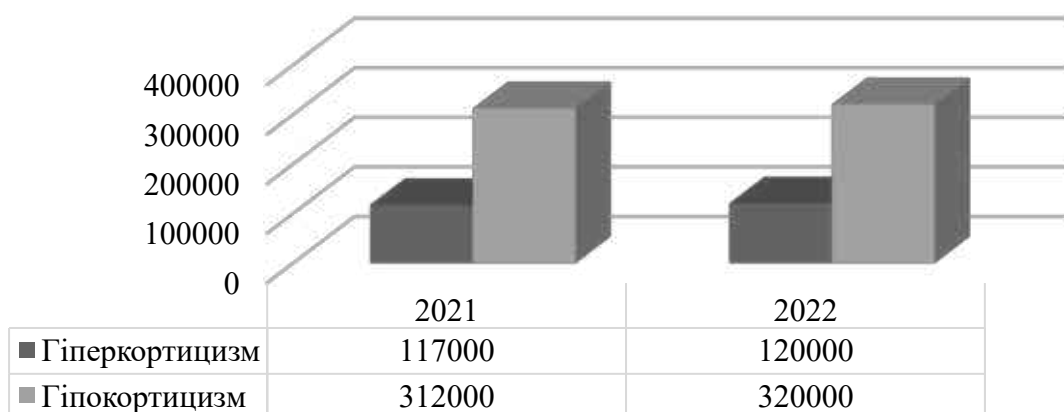


Рис. 1.5. Динаміка нових випадків гіпо- та гіперкортицизму у світі у 2021-2022 роках, осіб

Під час діагностики вищенаведених ендокринних захворювань та порушень необхідно проводити комплексні лабораторні дослідження, оскільки у людини будуть виникати зміни у показниках крові та сечі (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Основні зміни у лабораторних показниках при ендокринних порушеннях

Захворювання	Основні зміни у лабораторних показниках	
	Кров	Сеча
Цукровий діабет	Підвищення рівня глюкози в крові (гіперглікемія); Підвищений рівень глікованого гемоглобіну (HbA1c)	Наявність глюкози та кетонових тіл у сечі (у випадку декомпенсації)
Гіпотиреоз	Підвищений рівень тиреотропного гормону (ТТГ), знижені рівні T3 і T4	Зниження рівня натрію в сечі (гіпонатріурія)
Гіпертиреоз	Знижений рівень ТТГ, підвищені рівні T3 і T4	гіперкальціурія (підвищений рівень кальцію) та підвищення натрію
Гіперкортицизм (синдром Іценко-Кушинга)	Високий рівень кортизолу, гіперглікемія	Високий рівень кортизолу

Закінчення табл. 1.3

Гіпокортицизм (хвороба Аддісона)	Підвищений АКТГ, знижений кортизол, гіпонатріємія, гіперкаліємія	Низький рівень кортизолу
-------------------------------------	--	--------------------------

Ендокринні захворювання та порушення, наведені у таблиці 1.3, здійснюють негативний вплив на метаболічні процеси в організмі людини, тому важливо забезпечити своєчасну діагностику та медикаментозну регуляцію, яка сприятиме мінімізації їх негативного впливу на метаболізм пацієнтів (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Вплив ендокринних захворювань на метаболічні процеси та їх регуляція

Захворювання	Вплив на метаболічні процеси	Регуляція
Цукровий діабет	Гіперглікемія, кетоз, порушення ліпідного обміну, що підвищує ризик серцево-судинних захворювань	Інсулінотерапія, цукрознижувальні препарати, контроль дієти
Гіпотиреоз	Зниження обміну речовин, збільшення ваги, втома	Замісна терапія тироксином
Гіпертиреоз	Підвищений обмін речовин, схуднення, тахікардія, дратівливість	Препарати, що пригнічують функцію щитоподібної залози, радіойодотерапія
Гіперкортицизм (синдром Іценко-Кушинга)	Гіперглікемія, ожиріння, слабкість м'язів, остеопороз	Хірургічне лікування, медикаменти, які знижують рівень кортизолу
Гіпокортицизм (хвороба Аддісона)	Гіпоглікемія, гіпотонія, слабкість, зневоднення	Замісна терапія глюко- та мінералокортикоїдами

Як показано у табл. 1.4, ендокринні захворювання зазвичай регулюються медикаментозно (гормональна терапія, інсулін, тиреоїдні препарати), шляхом корекції способу життя та, у деяких випадках, хірургічним втручанням. Сучасні методи лабораторної діагностики дозволяють виявити відхилення на ранніх стадіях і вчасно розпочати лікування, що покращує прогноз для пацієнтів [9].

Таким чином, ендокринні захворювання мають значний вплив на метаболічні процеси, викликаючи багатогранні порушення в організмі. Своєчасна діагностика та лікування, засновані на аналізі лабораторних показників крові та сечі, відіграють критично важливу роль у підтримці здоров'я та якості життя пацієнтів. Знання механізмів регуляції гормонів дозволяє лікарям ефективно боротися з цими захворюваннями та їх наслідками.

2. СУЧАСНІ ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЦІ
ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

2.1. Діагностика цукрового діабету

Цукровий діабет є одним із найпоширеніших хронічних захворювань у світі, і його своєчасна діагностика є ключем до зниження ускладнень та підвищення якості життя пацієнтів.

Цукровий діабет (лат. diabetes mellitus, від грец. διαβήτης — «надмірне сечовипускання») – це ендокринне захворювання, що характеризується порушенням вуглеводного обміну внаслідок недостатньої секреції інсуліну або нечутливості тканин до нього.

Цукровий діабет діагностується за допомогою лабораторних досліджень за одним із критеріїв згідно Уніфікованого клінічного протоколу первинної та спеціалізованої медичної допомоги (цукровий діабет 2 типу у дорослих) 2024 року (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Критерії діагностики цукрового діабету

Лабораторне дослідження	Значення показників	Примітка
Вимірювання рівня глюкози в плазмі крові натщесерце	≥ 126 мг/дл (7,0 ммоль/л)	Голодування визначається як відсутність споживання калорій принаймні 8 год. За відсутності однозначної гіперглікемії діагностика вимагає двох відхилених від норми результатів тесту з тієї ж проби або з двох окремих тестових зразків
Глюкозотолерантний тест	2-годинна ПГ ≥ 200 мг / дл (11,1 ммоль/л)	Тест слід проводити з використанням глюкозного навантаження, що містить еквівалент 75 г безводної глюкози, розчиненої у воді
Визначення НвA1C	$\geq 6,5\%$ (48 ммоль/моль)	-
Випадкова концентрація глюкози в плазмі	≥ 200 мг / дл (11,1 ммоль/л)	Для пацієнтів з класичними симптомами гіперглікемії або гіперглікемічного кризу

Основними ознаками цукрового діабету являються гіперглікемія (високий рівень глюкози в сироватці крові) та глюкозурія (підвищений рівень глюкози у сечі) (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Лабораторне дослідження гіперглікемії та глюкозурії під час діагностики цукрового діабету

Показник	Рівень показника		
	Норма	Предіабет	Діабет
Глюкоза в плазмі крові	<5,6 ммоль/л	5,6-6,9 ммоль/л	>6,9 ммоль/л
Глюкоза в сечі	<0,8 ммоль/л (14,4 мг/дл)	<0,8 ммоль/л (14,4 мг/дл)	>0,8 ммоль/л (14,4 мг/дл)

Як показано у табл. 2.2, якщо рівень глюкози в плазмі крові перевищує норму, але недостатньо високий, щоб встановити діагноз цукрового діабету, пацієнту встановлюється діагноз предіабету (рис. 2.1).

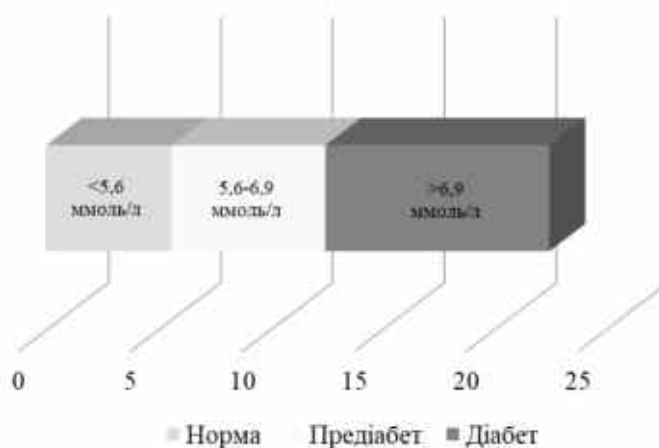


Рис. 2.1. Рівень глюкози в крові при предіабеті та діабеті

Предіабет – це стан, коли рівень глюкози у крові перевищує норму, але ще не досягає показників, властивих для діабету. Діагноз предіабет встановлюється за наявності порушення глікемії натще, порушення толерантності до глюкози або рівня HbA1c у межах 5,7-6,4%.

Для точної діагностики предіабету та цукрового діабету використовуються різні лабораторні методи (додаток А), які дозволяють оцінити рівень глюкози та функціональний стан організму. Серед найважливіших методів виділяють

глюкозотолерантний тест (ГТТ) та визначення рівня глікованого гемоглобіну (HbA1c).

Пероральний глюкозотолерантний тест (англ. oral glucose tolerance test – OGTT) є найпоширенішим дослідженням функціональної діагностики для виявлення цукрового діабету (ЦД) та порушеної толерантності до глюкози. Він дозволяє оцінити реакцію організму на прийом глюкози та визначити, наскільки ефективно клітини засвоюють цей вуглевод. ГТТ також дозволяє виявити приховані розлади глікемії, які не проявляються на голодний шлунок. Проте тест вимагає дотримання певних умов, займає багато часу, а результати можуть варіюватися залежно від підготовки пацієнта.

Процедура тесту передбачає дворазовий аналіз крові на рівень глюкози у короткий проміжок часу:

1. Пацієнт здає кров натщесерце для визначення початкового рівня глюкози;
2. Потім він випиває розчин, що зазвичай містить 75 г глюкози (для дорослих);
3. Протягом 2 годин після прийому проводиться повторний забір крові.

Якщо рівень глюкози у крові через 2 години після прийняття 75 г глюкози буде вищим за 11,1 ммоль/л, то це свідчить про наявність у людини цукрового діабету (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Інтерпретація результатів глюкозотолерантного тесту

Результат	Натщесерце	Через 2 години
Нормальна толерантність до глюкози	<5,6 ммоль/л	< 7,8 ммоль/л
Порушена толерантність до глюкози (предіабет)	5,6–6,9 ммоль/л	7,8–11,0 ммоль/л
Цукровий діабет	≥ 7,0 ммоль/л	≥ 11,1 ммоль/л

Якщо результати тесту перевищують норми, зазначені у таблиці 2.3, то у такому випадку пацієнту необхідно пройти додаткові обстеження та звернутися до ендокринолога для уточнення виду та особливостей порушень вуглеводного метаболізму. Графічно інтерпретацію результатів глюкозотолерантного тесту можна зобразити наступним чином (рис. 2.2).

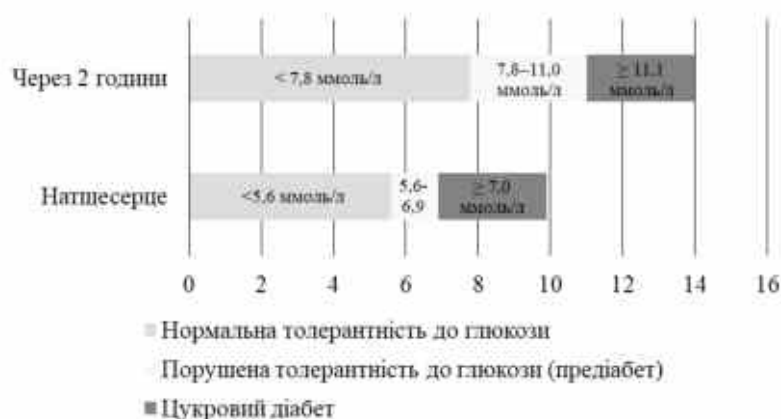


Рис. 2.2. Інтерпретація результатів глюкозотолерантного тесту

Хибнопозитивний результат глюкозотолерантного тесту може виникнути у пацієнтів, які нещодавно перенесли операцію, гостре захворювання чи перебували у стані сильного стресу. Крім того, на результати може вплинути прийом певних медикаментів, тому важливо завчасно повідомити лікаря про всі препарати, які ви використовуєте. Значення, нижчі за референсні, також можливі. Вони можуть бути спричинені інтенсивними фізичними навантаженнями, тривалим утриманням від їжі або прийомом певних ліків [10].

Глікований гемоглобін (HbA1c) – це біохімічний показник, що демонструє середній рівень цукру в крові протягом тривалого часу. Глікований гемоглобін являється формою гемоглобіну, що зв'язується з глюкозою. Його рівень відображає середню концентрацію глюкози в крові за останні 2–3 місяці. На відміну від аналізу глюкози крові, який відображає поточний рівень глюкози на момент проведення дослідження, цей показник надає більш загальну оцінку.

Тест на визначення рівня глікованого гемоглобіну є важливим інструментом не лише для діагностики діабету, але й для оцінки ефективності лікування у пацієнтів, які вже мають встановлений діагноз. Тест не залежить від часу доби та стану пацієнта (натщесерце чи після їжі). Дозволяє оцінити тривалий контроль рівня глюкози, що важливо для спостереження за пацієнтами із діабетом. Проте тест на HbA1c може бути неточним у пацієнтів із анемією або іншими станами, що впливають на життєвий цикл еритроцитів.

Норма глікованого гемоглобіну становить <5,7% (рис. 2.3).

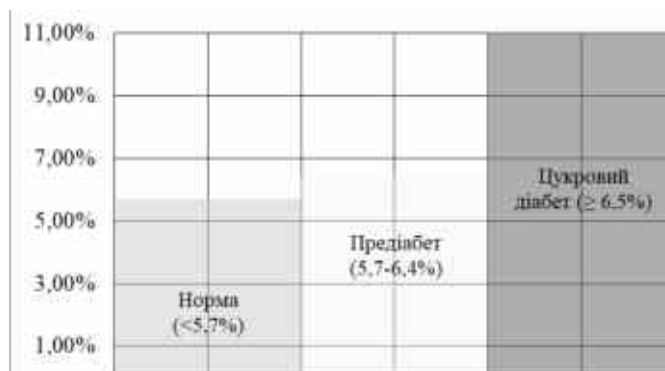


Рис. 2.3. Інтерпретація результатів лабораторних досліджень рівня глікованого гемоглобіну (HbA1c)

На рис. 2.3 видно, що рівень глікованого гемоглобіну, який варіюється від 5,7% до 6,4%, свідчить про наявність предіабету у людини, а рівень вище 6,5% - про наявність цукрового діабету.

Також для діагностики цукрового діабету проводяться додаткові лабораторні дослідження, під час яких визначається рівень інсуліну та розраховується індекс НОМА. Інсулін (від лат. *insula* — острів) — це пептидний гормон, який синтезується у β -клітинах острівців Лангерганса в підшлунковій залозі. Він впливає на різні процеси обміну речовин у майже всіх тканинах організму. Основна функція інсуліну полягає в регуляції рівня глюкози у крові, а саме — його зниження. Індекс НОМА (Homeostatic Model Assessment) застосовується для аналізу інсулінорезистентності та оцінки функціонування β -клітин підшлункової залози. Індекс НОМА розраховується за формулою (1.1):

$$I_{\text{НОМА}} = \frac{\text{інсулін} \left(\text{мк} \frac{\text{Од}}{\text{мл}} \right) * \text{глюкоза} \left(\frac{\text{ммоль}}{\text{л}} \right)}{22,5} \quad (1.1)$$

Для здорової людини індекс НОМА зазвичай не перевищує значення 2,7. Наприклад, якщо рівень глюкози натще становить 5,2 ммоль/л, а інсулін — 6,0 мкМО/мл, то НОМА дорівнює 1,4, що є нормою (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Розрахунок індексу НОМА

Показник	Норма	Предіабет	Діабет
Глюкоза	<5,6 ммоль/л	5,6-6,9 ммоль/л	>6,9 ммоль/л
Інсулін	6-15,12 мкМО/мл	15,12-28,4 мкМО/мл	>28,4 мкМО/мл
Індекс НОМА	<2,7	2,7-4,11	>4,11

Підвищений індекс НОМА, як наведено у табл. 2.4, свідчить про наявність інсулінорезистентності, що є потенційним фактором ризику виникнення предіабету та діабету 2 типу, а також інших метаболічних порушень (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Значення індексу НОМА при предіабеті та діабеті

Ще для діагностики цукрового діабету можуть використовуватись лабораторні дослідження, під час яких вимірюється рівень С-пептидів. С-пептид (від англ. connecting peptide, «з'єднувальний пептид») — це пептид, що формується в процесі розщеплення проінсуліну за допомогою пептидаз. У здорових бета-клітин підшлункової залози С-пептид виконує лише функцію, пов'язану із синтезом інсуліну, і не має інших задач. Аналіз на С-пептид призначається для диференційної діагностики цукрового діабету 1 та 2 типу: знижений рівень С-пептиду вказує на діабет 1 типу, а підвищений — на діабет 2 типу (рис. 2.5).

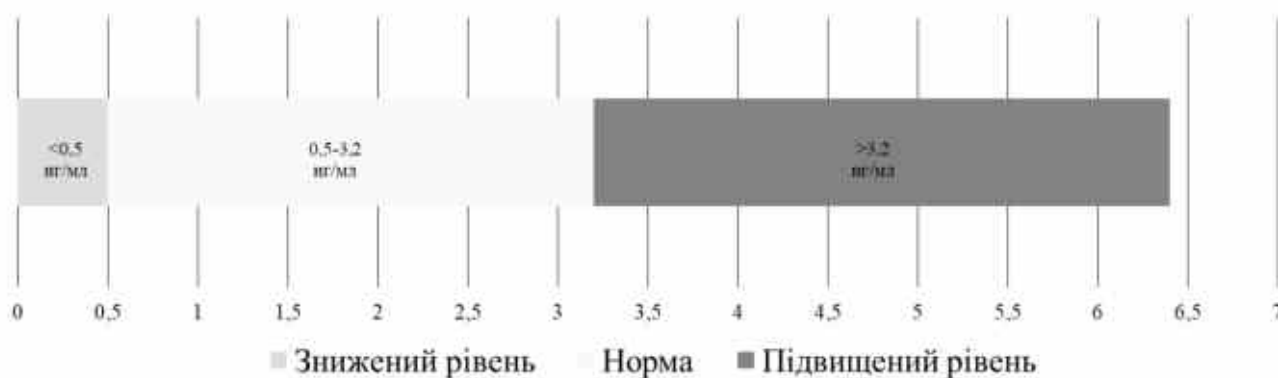


Рис. 2.5. Рівень С-пептиду при діабеті

Як показано на рис. 2.2, нормальний рівень С-пептиду повинен бути від 0,5 нг/мл до 3,2 нг/мл, знижений рівень становить <0,5 нг/мл (цукровий діабет 1 типу), а підвищений - >3,2 нг/мл (цукровий діабет 2 типу).

Усі вищеописані методи є важливими, але їхня роль залежить від клінічної ситуації. ГТТ є незамінним для виявлення прихованих форм порушень

вуглеводного обміну, тоді як HbA1c дає цінну інформацію про довготривалий контроль глікемії. Разом ці методи дозволяють забезпечити комплексний підхід до діагностики та контролю цукрового діабету [11].

Таким чином, лабораторна діагностика відіграє критичну роль у виявленні цукрового діабету. Застосування глюкозотолерантного тесту та аналізу рівня HbA1c забезпечує точність і повноту діагностичного процесу, що дозволяє лікарям своєчасно призначати лікування та запобігати ускладненням. Своєчасна діагностика цукрового діабету за допомогою лабораторних тестів дозволяє виявити захворювання на ранніх стадіях та розпочати ефективне лікування.

2.2. Діагностика порушення функції щитоподібної залози

Щитоподібна залоза є життєво важливим органом ендокринної системи, який регулює багато метаболічних процесів через виробництво тиреоїдних гормонів. Щитоподібна залоза відіграє важливу роль у регуляції метаболізму, росту та енергетичного обміну організму. Порушення її функції можуть викликати значні зміни в організмі, впливаючи на фізичний та психічний стан пацієнта. Діагностика її функціональних порушень базується на лабораторних дослідженнях рівня гормонів (ТТГ, Т3, Т4) та антитіл (АТ-ТПО) у крові.

Діагностика порушень функції щитоподібної залози здійснюється за такими етапами:

1. Клінічний огляд, під час якого проводиться оцінка симптомів, таких як втома, зміни ваги, сухість шкіри або тахікардія;
2. Лабораторний аналіз крові, під час якого відбувається визначення рівнів ТТГ, Т3, Т4 та АТ-ТПО);
3. Додаткові дослідження (ультразвукове дослідження щитоподібної залози, якщо є підозра на структурні зміни).

Згідно з настановою 00509 «Обстеження пацієнта зі скаргами, що пов'язані зі щитоподібною залозою» порушення функцій щитоподібної залози класифікують відповідно до результатів лабораторних досліджень (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Класифікація порушень функцій щитоподібної залози відповідно до результатів лабораторних досліджень

Біохімічні критерії	Концентрація ТТГ	Концентрації тиреоїдних гормонів	Клінічна картина
Порушення внаслідок ураження щитоподібної залози			
Субклінічний гіпертиреоз	Нижче референтних показників	Вільні Т4 та Т3 знаходяться у межах референтних значень	Асимптомний перебіг або гіпертиреоз середнього ступеня
Гіпертиреоз	Нижче референтних значень	Підвищена концентрація вільних Т4 та/або Т3	Гіпертиреоз
Субклінічний гіпотиреоз	Вище референтних значень	Вільний Т4 знаходиться у межах референтних значень	Асимптомний перебіг або гіпотиреоз середнього ступеня
Гіпотиреоз	Вище референтних значень	Вільний Т4 — нижче референтних значень	Гіпотиреоз
Вторинні порушення			
Центральний гіпертиреоз	У межах референтних значень або вище	Підвищена концентрація вільних Т4 та/або Т3	Гіпертиреоз
Центральний гіпотиреоз	У межах референтних значень або незначно нижче	Вільний Т4 — нижче референтних значень	Гіпотиреоз

Щитоподібна залоза продукує два основні гормони – трийодтиронін (англ. – triiodothyronine – Т3) і тироксин (англ. thyroxine – Т4), які контролюють швидкість обміну речовин в організмі. Норма вільного Т3 становить 3,1-6,8 пмоль/л, а норма вільного Т4 – 10-22 пмоль/л. Підвищення рівня Т3 і Т4 характерне для гіпертиреозу. Зниження рівня Т3 і Т4 вказує на гіпотиреоз [12].

Гіпотиреоз (англ. – hypothyroidism) і гіпертиреоз (англ. – hyperthyroidism) — це два протилежні стани, пов'язані з роботою щитоподібної залози.

Гіпотиреоз – це стан, при якому щитоподібна залоза не виробляє достатньої кількості гормонів. Найчастіше пов'язаний із аутоіммунними захворюваннями (наприклад, хворобою Гашимото), дефіцитом йоду, хірургічним втручанням або лікуванням радіоактивним йодом. Серед основних симптомів виділяють відчуття втоми, збільшення ваги, сухість шкіри, ламкість волосся, холодова

непереносимість, депресія, уповільнення метаболізму. Без лікування гіпотиреоз може призвести до серйозних ускладнень, таких як мікседема.

Гіпертиреоз – це стан, при якому щитоподібна залоза виробляє надмірну кількість гормонів. Основними симптомами являються втрата ваги, підвищене потовиділення, прискорене серцебиття, нервозність, тремор рук, підвищена збудливість, непереносимість спеки. Гіпертиреоз часто спричинений хворобою Грейвса (токсичний дифузний зоб), вузловим токсичним зобом або надмірним вживанням йоду. Гіпертиреоз може викликати серцево-судинні ускладнення, остеопороз і тиреотоксичний криз у важких випадках.

Тиреотропний гормон (англ. thyrotropine, TSH, thyroid stimulating hormone) – гормон, який синтезується гіпофізом та відіграє ключову роль у регуляції роботи щитоподібної залози. Його функція полягає в забезпеченні стабільного рівня тиреоїдних гормонів (Т3, Т4, ТГ) в організмі. Нормальні значення ТТГ становлять 0,4–4,0 мМО/л. Знижені значення ТТГ можуть свідчити про гіпертиреоз, токсичний зоб (хворобу Базеда) або порушення функцій гіпофіза, тоді як підвищені рівні зазвичай асоціюються з гіпотиреозом, запальними чи пухлинними процесами у щитоподібній залозі.

Антитіла до тиреопероксидази (англ. – thyroid peroxidase antibodies) є маркером автоімунних процесів у щитоподібній залозі. Антитіла до тиреопероксидази (АТ-ТПО) допомагають діагностувати аутоімунні захворювання щитоподібної залози, такі як тиреоїдит Хашимото та хвороба Грейвса. Нормальне значення має бути меншим за 35 МО/мл.

При гіпотиреозі у пацієнтів спостерігається високий ТТГ при низькому Т3 і Т4, а при гіпертиреозі – низький ТТГ при високому Т3 і Т4 (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Інтерпретація результатів лабораторних досліджень функції щитоподібної залози

Показник	Норма	Гіпотиреоз	Гіпертиреоз
Тиреотропний гормон (ТТГ)	0,4–4,0 мМО/л	>4,0 мМО/л	<0,4 мМО/л
Трийодтиронін (Т3)	3,1–6,8 пмоль/л	<3,1 пмоль/л	>6,8 пмоль/л

Продовження табл. 2.6

Тироксин (Т4)	0,9–2,4 нг/дл	<0,9 нг/дл	>2,4 нг/дл
Антитіла до тиреопероксидази (АТ-ТПО)	< 35 МО/мл	>35 МО/мл	>35 МО/мл

Підвищений рівень АТ-ТПО, як це показано у таблиці 2.6, свідчить про аутоімунні процеси, які можуть призводити до гіпотиреозу або гіпертиреозу. Нормалізація підвищеного рівня АТ-ТПО спрямоване на зниження запального процесу (застосовуються кортикостероїди у тяжких випадках), стабілізацію гормонального фону та запобігання подальшому ушкодженню залози.

Також застосовується симптоматична терапія, якщо є гіпо- або гіпертиреоз (рис. 2.3).

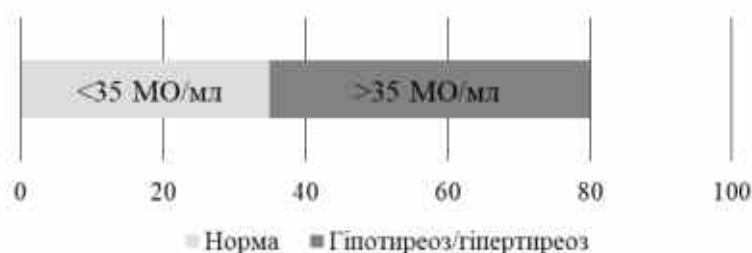


Рис. 2.3. Рівень АТ-ТПО при гіпотиреозі та гіпертиреозі

Нормалізація рівнів ТТГ, Т3, Т4 та АТ-ТПО залежить від діагнозу, який встановлює лікар, оскільки кожен показник може бути пов'язаний із різними станами щитоподібної залози (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Рівень ТТГ при гіпотиреозі та гіпертиреозі

Нормалізація високого рівня ТТГ, зображеного на рис. 2.4, включає замісну терапію тироксином (левотироксин), що нормалізує роботу щитоподібної залози. Для його зниження використовуються антитиреоїдні препарати, радіоактивний йод або хірургічне лікування.

Підвищений рівень тиреоїдних гормонів (Т3 та Т4) нормалізується за допомогою антитиреоїдних препаратів, а також радіойодтерапією або оперативним втручанням, якщо медикаментозне лікування недостатнє (рис. 2.5).

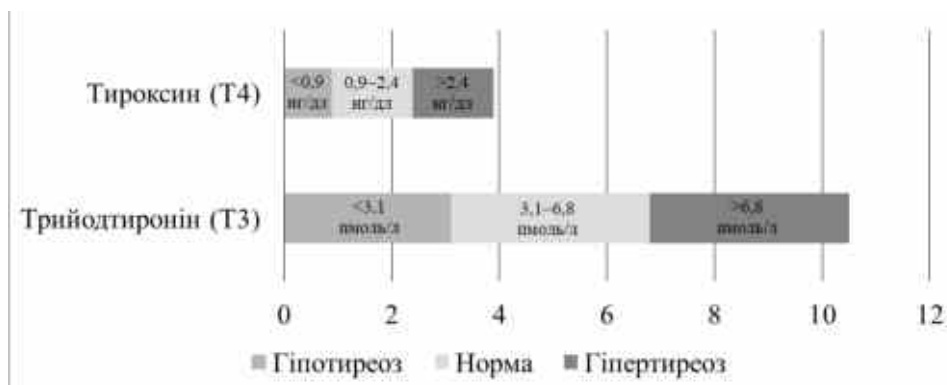


Рис. 2.5. Рівень Т3 та Т4 при гіпертиреозі та гіпотиреозі

Знижений рівень Т3 та Т4, зображений на рис. 2.5, підвищується зазвичай гормональною терапією препаратами тироксину, а також корекцією дієти (вживанням продуктів із йодом за дефіциту йоду в організмі) [13].

Таким чином, діагностика порушень функції щитоподібної залози базується на точному аналізі гормонів і антитіл. Лабораторні дослідження дозволяють виявити захворювання на ранніх стадіях і забезпечити своєчасне лікування. Комплексний підхід до оцінки функції щитоподібної залози сприяє покращенню якості життя пацієнтів та запобігає розвитку ускладнень. Визначення рівня ТТГ, Т3, Т4 та антитіл до тиреопероксидази є важливими індикаторами для точної діагностики і вибору стратегії лікування.

2.3. Діагностика захворювань надниркових залоз

Надниркові залози є критично важливими органами ендокринної системи, які регулюють численні фізіологічні процеси через синтез гормонів. Один із ключових гормонів, що виробляються наднирковими залозами, – це кортизол, який відіграє важливу роль у реакції на стрес, регуляції обміну речовин, підтримці гомеостазу та функціонуванні імунної системи. Порушення в роботі надниркових залоз можуть призводити до серйозних наслідків для здоров'я.

Діагностика функції надниркових залоз базується на визначенні рівнів гормонів, зокрема кортизолу.

Кортизол (від лат. cortex – кора) – це основний глюкокортикоїдний гормон, який виробляється корою надниркових залоз у відповідь на стимуляцію адренокортикотропним гормоном (АКТГ). Його рівень змінюється протягом доби і є важливим показником стану надниркових залоз. Кортизол, який синтезується корою надниркових залоз, є глюкокортикоїдним гормоном. Його секреція регулюється через систему гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози.

Функції кортизолу наведені на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Функції кортизолу

Визначення рівня кортизолу є ключовим фактором для діагностики порушень надниркових залоз. Підвищений рівень кортизолу зазвичай вказує на гіперкортицизм, а знижений – на гіпокортицизм.

Гіперкортицизм (англ. – hypercortisolism), або синдром Іценко-Кушинга (англ. Cushing's syndrome) – це стан, що виникає внаслідок тривалого впливу глюкокортикоїдів, таких як кортизол. Гіперкортицизм зазвичай викликаний

порушенням функції надниркових залоз, при якому відбувається надлишкова секреція кортизолу.

Гіпокортицизм (англ. – hypocortisolism) – це стан, який характеризується недостатньою продукцією гормонів кортизолу наднирковими залозами. Цей стан може бути спричинений різними причинами, такими як первинне ураження надниркових залоз (наприклад, хвороба Аддісона) або порушення функції гіпофіза, який регулює роботу надниркових залоз.

Вимірювання кортизолу у крові зазвичай відбувається за допомогою проведення лабораторних досліджень, наведених у таблиці 2.7. Зразки крові збираються натщесерце, зазвичай вранці, коли рівень кортизолу досягає максимуму. У деяких випадках може бути проведений аналіз на кортизол у вечірній час для оцінки його коливань протягом доби.

Таблиця 2.7

Методи лабораторного дослідження рівня кортизолу в організмі людини

Метод лабораторного дослідження	Нормативне значення	Інтерпретація результатів	
		Гіперкортицизм	Гіпокортицизм
Загальний кортизол у сироватці крові			
Радіоімунний або хемілюмінометричний (оптимальним є тест з функціональною чутливістю <1 мкг/дл)	110–692 нмоль/л (5–25 мкг/дл)	>25 мкг/дл (вночі)	<5 мкг/дл
Стимуляційний тест з використанням синтетичного кортикотропіну	>248 нмоль/л (9 мкг/дл)	>692 нмоль/л (25 мкг/дл)	<248 нмоль/л (9 мкг/дл)
Супресивний тест з 1 мг та 2 мг дексаметазону	<50 нмоль/л (1,8 мкг/дл)	>50 нмоль/л	-
Вільний кортизол в сечі			
Високоєфективна рідинна хроматографія, імунохімічні методи (менш точні)	55-330 нмоль/24 год (20-120 мкг/24 год)	>120 мкг/24 год	<20 мкг/24 год
Пізня вечірня концентрація вільного кортизолу у слині			
Двократний забір зразків слини між годинами 23:00-24:00 протягом 2-х днів поспіль	0,3-4,3 нмоль/л	>4,3 нмоль/л	<0,3 нмоль/л

Радіоімунний або хемілюмінометричний тест, як це показано у табл. 2.7, проводиться для визначення рівня кортизолу під час діагностики гіпер- та гіпокортицизму. Для діагностики недостатності кори надниркових залоз рівень

загального кортизолу у сироватці крові вимірюється в ранкові години (з 7:00 до 9:00). Показник, що є нижчим за нижню межу референтного діапазону, свідчить про наявність цього захворювання.

Для діагностики синдрому Іценка-Кушинга (СІК) важливо оцінити добовий ритм кортизолу, але найбільш інформативним є вимірювання його рівня у пізні вечірні години (з 23:00 до 24:00). Відсутність добового ритму секреції кортизолу проявляється підвищеним рівнем кортизолу в пізні вечірні години (з 23:00 до 24:00) у сироватці крові понад 149 нмоль/л (5,4 мкг/дл) або у слині понад 4,0 нмоль/л (145 нг/дл). Ранковий рівень кортизолу зазвичай перебуває в межах референтних значень [14].

Стимуляційний тест із використанням синтетичного кортикотропіну (АКТГ) використовується для оцінки функції кори надниркових залоз при підозрі на хворобу Аддісона (недостатність кортикостероїдів). Під час стимуляційного тесту із застосуванням синтетичного кортикотропіну рівень кортизолу в сироватці крові становить менше 248 нмоль/л (9 мкг/дл).

Рівень АКТГ менше 2 пмоль/л (10–20 нг/л) у пацієнта з гіперкортизолемією свідчить про АКТГ-незалежний синдром Іценка-Кушинга, а понад 4 пмоль/л (20 нг/л) – про АКТГ-залежний синдром Іценка-Кушинга (додаток Б). Якщо концентрація АКТГ знаходиться в межах 2–4 пмоль/л (10 нг/л), рекомендується провести стимуляційний тест з КРГ.

Супресивний тест з 1 мг та 2 мг дексаметазону проводиться для оцінки реакції організму на введення синтетичного глюкокортикоїду дексаметазону для діагностики синдрому Кушинга (надлишкової секреції кортизолу). Недостатнє зниження рівня кортизолу в сироватці крові при виконанні тесту з 1 мг дексаметазону (нічний або короткий супресивний тест). Пацієнту призначають 1 мг дексаметазону перорально перед сном (між 22:00–23:00 год), а наступного ранку натще (між 8:00–9:00 год) визначають концентрацію кортизолу. У разі проведення 2-денного тесту з 2 мг дексаметазону пацієнту призначають прийом 0,5 мг препарату перорально кожні 6 год протягом двох діб, а через 48 год після

першої дози проводять аналіз кортизолу — концентрація <50 нмоль/л (1,8 мкг/дл) з високою достовірністю виключає СІК.

Визначення рівня вільного кортизолу в сечі проводиться за допомогою високоефективної рідинної хроматографії, а також імунохімічними методами (менш точні). Цей тест відображає середній рівень гормону протягом доби. Референтні значення визначаються окремо для кожної лабораторії та варіюються залежно від методу аналізу, зазвичай знаходячись у межах 55–330 нмоль/добу (20–120 мкг/добу). Результат, що перевищує верхню межу норми у 3-4 рази, однозначно підтверджує діагноз синдрому Іценка-Кушинга. Якщо перевищення менше ніж у 3 рази, то це свідчить про псевдо-СІК (наприклад, у випадках постійної тривоги, депресії, алкоголізму) або під час вагітності. Нормальний або незначно підвищений результат не виключає можливості субклінічної гіперкортизолемії чи циклічного СІК із періодичною гіперсекрецією кортизолу.

Вечірня концентрація вільного кортизолу у слині визначається шляхом двократного забору зразків слини між годинами 23:00-24:00 протягом двох днів поспіль за допомогою пробірки з тампоном, що абсорбує слину. Результат показує рівень вільного кортизолу і має високу цінність для амбулаторної діагностики СІК. Окрім цього, дослідження використовується переважно для розмежування істинної ендогенної гіперкортизолемії та підвищеного кортизолу через збільшення концентрації CBG чи перехресні реакції [15].

Таким чином, діагностика захворювань надниркових залоз через визначення рівнів кортизолу є невід'ємною частиною сучасної ендокринології. Лабораторна діагностика захворювань надниркових залоз є важливим інструментом у виявленні їх гіпер- та гіпофункції. Ці дослідження дозволяють лікарям виявляти порушення на ранніх стадіях, розробляти індивідуальні плани лікування та запобігати серйозним ускладненням. Визначення рівнів кортизолу, АКТГ та інших гормонів дозволяє своєчасно діагностувати синдром Кушинга, хворобу Аддісона та інші патології, що впливають на стан організму. Завдяки технологічному прогресу діагностика стає все більш точною, забезпечуючи надійну основу для підтримки здоров'я пацієнтів.

3. ПЕРСПЕКТИВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ДІАГНОСТИКИ МЕТАБОЛІЧНИХ ПОРУШЕНЬ ТА ЕНДОКРИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

3.1. Діагностика ендокринних захворювань за допомогою експрес-тестів

Ендокринні захворювання, зокрема порушення функцій щитоподібної залози, надниркових залоз чи підшлункової залози, можуть мати серйозний вплив на здоров'я та якість життя людини, тому вони потребують точного та своєчасного діагностування. Зважаючи на зростання кількості випадків діабету, гіпертиреозу, гіпотиреозу та інших ендокринних порушень в Україні, швидка і точна діагностика відіграє важливу роль у їх виявленні та лікуванні. У цьому контексті експрес-тести стають важливим інструментом, що дозволяє швидко отримати необхідну інформацію про стан пацієнта.

В Україні одним із найпоширеніших типів експрес-тестів у діагностиці ендокринних захворювань є тести на визначення рівня глюкози у крові. Вони дозволяють пацієнтам з діабетом контролювати свій стан і своєчасно реагувати на зміни показників.

Наприклад, пацієнти можуть швидко перевірити рівень цукру за допомогою тест-смужок OneTouch Select №50 Lifescan виробництва американської компанії Johnson & Johnson company. OneTouch Select Plus має кольорові індикатори рівня глюкози, що полегшує розуміння результатів: показує, чи є рівень низьким, нормальним або високим. Автоматичне кодування та висока точність роблять цей прилад зручним для користувачів, яким важливо швидко інтерпретувати результати. Тест-смужки доступні для купівлі у багатьох аптеках по всій Україні, їх вартість становить близько 900 грн.

Окрім OneTouch Select Plus виробництва американської компанії Johnson & Johnson company в Україні доступні експрес-тести для вимірювання рівня глюкози в крові інших виробників (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Найбільш доступні в Україні експрес-тести для вимірювання рівня глюкози

Назва глюкометра	Зображення	Назва компанії-виробника	Країна виробництва	Ціна (грн)
Accu-Chek Active		Roche	Німеччина	~650
OneTouch Select Plus		LifeScan (Johnson & Johnson)	США	~900
Contour Plus		Ascensia Diabetes Care	Швейцарія	~750
Bionime GM550		Bionime Corporation	Тайвань	~550
Глюкофот Люкс		ПВП «Норма»	Україна	~650

Закінчення табл. 3.1

iHealth Gluco+		iHealth Labs	Китай/США	~2000
----------------	---	--------------	-----------	-------

Глюкометр Accu-Chek Active німецької компанії Roche, наведений у табл. 3.1, є досить простим у використанні, оскільки забезпечує швидке вимірювання рівня глюкози в крові за 5 секунд. Він має великий екран і функцію повторного нанесення крові, що зручно у разі недостатнього зразка. Глюкометр зберігає до 500 результатів вимірювань та підходить для щоденного домашнього використання. Глюкометр Contour Plus, створений швейцарською компанією Ascensia Diabetes Care, вирізняється високою точністю навіть при низькому рівні глюкози, а також має функцію повторного нанесення крові протягом 30 секунд та можливість синхронізації з мобільним додатком. Такий глюкометр підійде для пацієнтів, яким важливо отримувати максимально точні результати.

Bionime GM550 — прилад тайванського виробництва, який має простий дизайн та металеві електроди для підвищення точності вимірювання. Це недорогий глюкометр, зручний для щоденного моніторингу глюкози в домашніх умовах. Глюкофон Люкс — український глюкометр від ПВП «Норма». Оснащений великим екраном із підсвічуванням та простим інтерфейсом, що робить його зручним для людей старшого віку. Це економічний і доступний варіант серед аналогів. iHealth Gluco+ є сучасним глюкометром від компанії iHealth Labs, яка поєднує китайські та американські технології. Має можливість підключення до смартфона через Bluetooth, автоматично зберігає дані та відзначається стильним дизайном. Підійде для користувачів, які цінують цифрові технології та аналітику в мобільному додатку.

Також досить поширеними є експрес-тести вітчизняного виробництва для вимірювання рівня кетонів у сечі, які застосовується для виявлення кетоацидозу,

що може бути ускладненням діабету. Тест-смужки індикаторні Express Test для виявлення кетонів у сечі в аптеках України коштують 90-150 грн, проте їх вартість залежить від регіону країни.

Інші популярні в Україні експрес-тести призначені для вимірювання рівня тиреотропного гормону (ТТГ), який є ключовим маркером для виявлення порушень щитоподібної залози, а також визначення рівня кортизолу для оцінки функцій надниркових залоз. Одним із найбільш доступних тестів на тиреотропний гормон (ТТГ) в Україні є THYRO-Check® Selbsttest виробництва французької компанії VEDALAB, який допомагає виявити порушення функцій щитоподібної залози, таких як гіпотиреоз чи гіпертиреоз. Вартість даного експрес-тесту стартує від 600 грн і може досягати до 800 грн.

Тест на кортизол Cortisol Speicheltest виробництва німецької компанії Medivere:diagnostics використовується для оцінки функцій надниркових залоз і діагностики таких станів, як синдром Кушинга чи хвороба Аддісона. В Україні даний експрес-тест доступний в аптеках майже у всіх містах, його вартість варіюється в межах 800-900 грн.

Найбільш поширені в Україні експрес-тести, призначені для діагностики ендокринних захворювань, наведені на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Експрес-тести, призначені для діагностики ендокринних захворювань

Експрес-тести, наведені на рис. 3.1, забезпечують швидку діагностику та моніторинг стану пацієнтів, що є важливим для своєчасного лікування.

Експрес-тести мають ряд переваг, що роблять їх незамінними у клінічній практиці. У порівнянні з лабораторними методами, експрес-тести дозволяють отримати діагностичні дані протягом кількох хвилин, що особливо важливо у випадках екстрених станів. Завдяки простоті використання такі тести доступні для проведення в домашніх умовах, що робить їх зручним варіантом для пацієнтів із віддалених регіонів або тих, хто має обмежений доступ до медичних закладів. Експрес-тести, як правило, коштують дешевше ніж повноцінні лабораторні аналізи, що робить їх вигідним вибором для широкого загалу. Пацієнти з хронічними ендокринними порушеннями, як-от діабет, можуть регулярно перевіряти рівень глюкози у крові, знижуючи ризики ускладнень.

Попри численні переваги, експрес-тести мають свої обмеження. Результати експрес-тестів можуть бути менш точними, особливо якщо порушено умови їх проведення або якщо тест використовується неправильно. Експрес-тести здебільшого призначені для визначення окремих параметрів, таких як рівень глюкози чи ТТГ, тому їх можливості діагностики обмежені у порівнянні з лабораторними дослідженнями. Тести низької якості або з порушеним терміном придатності можуть давати хибні результати, що призводить до неправильних діагностичних висновків. Навіть у випадку позитивного результату експрес-тесту лікарі часто рекомендують додаткові лабораторні дослідження для уточнення діагнозу [16].

Таким чином, експрес-тести відіграють важливу роль у сучасній медицині, забезпечуючи швидку діагностику та моніторинг ендокринних захворювань. Їх використання сприяє ранньому виявленню патологій та ефективному моніторингу стану пацієнтів. Експрес-тести є зручним і швидким методом діагностики, що має низку переваг, таких як доступність та економічна ефективність. Водночас їх точність і спектр показників обмежені, тому їх використання слід доповнювати лабораторними аналізами для отримання комплексної оцінки стану пацієнта.

3.2. Автоматизація лабораторних досліджень та її вплив на ефективність діагностики

В останні десятиліття медицина стала свідком стрімкого технологічного прогресу, який змінив підходи до багатьох аспектів охорони здоров'я, включаючи лабораторну діагностику. Автоматизація лабораторних досліджень стала одним із ключових чинників, що сприяє підвищенню ефективності діагностики метаболічних порушень та ендокринних захворювань. Цей процес є надзвичайно важливим для медичної практики, оскільки точна і швидка діагностика є запорукою своєчасного лікування.

Сучасні медичні технології відіграють ключову роль у вдосконаленні діагностики різних захворювань, зокрема метаболічних порушень та ендокринних патологій. Автоматизація сприяє пришвидшенню інтеграції даних, отриманих із різних джерел, таких як гормональні профілі, біохімічні параметри та генетичні маркери, що дозволяє лікарям отримувати повніше уявлення про стан пацієнта. Також автоматизація лабораторних досліджень сприяє підвищенню точності, швидкості та доступності діагностичних процедур, що безпосередньо впливає на якість медичного обслуговування.

Метаболічні порушення та ендокринні захворювання вимагають комплексного підходу до діагностики, оскільки вони часто пов'язані із взаємозалежністю багатьох систем організму. Автоматизовані лабораторні системи дозволяють зменшити людський фактор та підвищити надійність результатів досліджень. У контексті метаболічних порушень та ендокринних захворювань автоматизація забезпечує прискорену обробку зразків та точність лабораторних досліджень.

Серед основних переваг автоматизації лабораторних досліджень варто виділити швидкість обробки даних. Завдяки збільшеній швидкості проведення досліджень зменшується час очікування результатів, особливо при аналізах на рівень глюкози, інсуліну, гормонів щитоподібної залози тощо. У випадках метаболічних або ендокринних захворювань, таких як цукровий діабет або

гіпотиреоз, своєчасність є критичним фактором. Завдяки автоматизованим приладам, результати аналізів доступні в значно коротші терміни, що дозволяє лікарям швидше приймати рішення щодо лікування (рис. 3.1) [17].

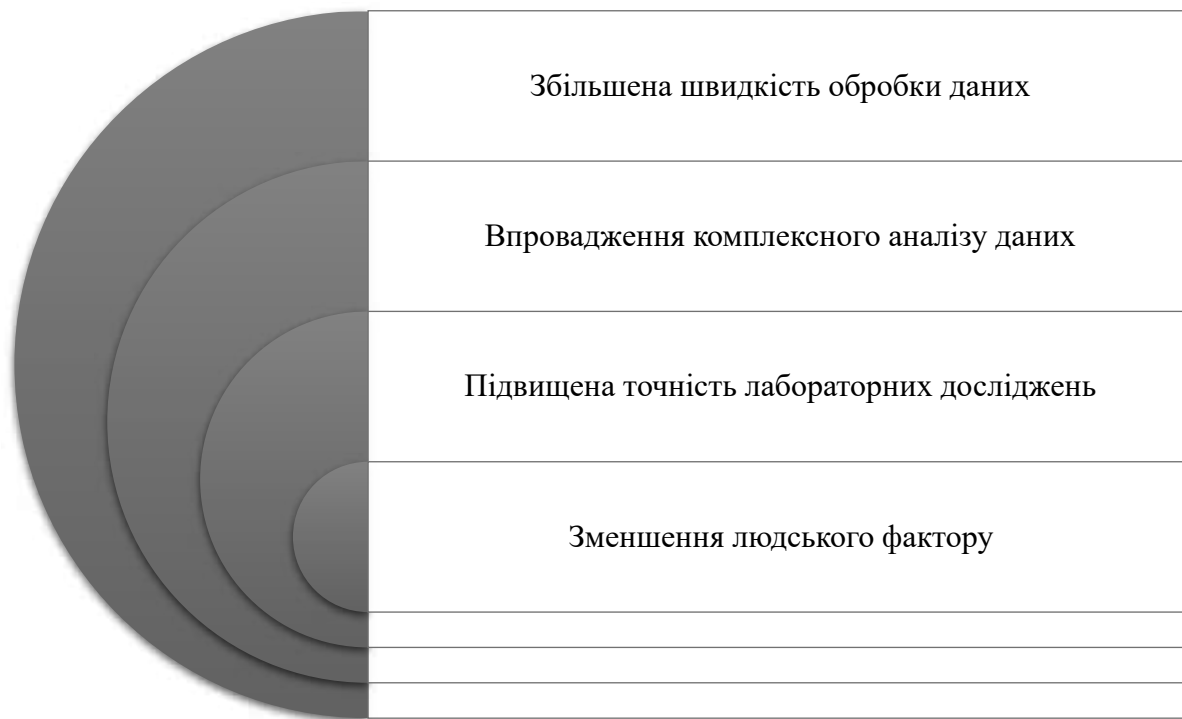


Рис. 3.1. Переваги автоматизації лабораторних досліджень

Як показано на рис. 3.1, окрім збільшення швидкості обробки даних, значною перевагою автоматизації лабораторних досліджень також є впровадження комплексного аналізу даних. Інтеграція даних у загальні медичні інформаційні системи проводиться для забезпечення доступу лікарів до повної картини стану пацієнта. Впровадження комплексного аналізу даних дозволяє швидше виявляти приховані патології завдяки використанню алгоритмів штучного інтелекту. Сучасні автоматизовані лабораторії здатні обробляти тисячі аналізів щодня. Це особливо важливо для пацієнтів із хронічними метаболічними порушеннями, що потребують постійного моніторингу показників, таких як рівень глюкози в крові.

Підвищена точність досліджень забезпечується завдяки мінімізації людських помилок під час обробки біоматеріалу. Автоматизовані системи дозволяють значно знизити ризик людських помилок під час аналізу даних.

Замість ручного введення результатів, машини виконують точні й стандартизовані процедури, що зменшує варіативність у результатах. Також забезпечується оптимізація ресурсів медичних закладів, оскільки автоматизовані системи можуть обробляти велику кількість зразків без втручання персоналу. Стандартизація автоматизованих лабораторних процесів забезпечує високу якість досліджень незалежно від лабораторії або медичного закладу.

Завдяки вищенаведеним перевагам автоматизація лабораторних досліджень покращує ефективність діагностики. Проте автоматизація супроводжується певними недоліками, такими як:

- висока вартість обладнання, що може обмежити можливості малих лабораторій, адже необхідність дорогого обладнання та навчання персоналу може створювати бар'єри для впровадження таких технологій у невеликих клініках;
- необхідність технічного обслуговування та навчання персоналу для роботи з новітніми системами [18].

Таким чином, автоматизація лабораторних досліджень протягом останніх років стала революційним кроком у медицині. З огляду на швидкий розвиток технологій вона стає незамінним елементом сучасної медицини, адже покращує точність, швидкість і масштаб діагностики, що особливо важливо для складних захворювань, таких як метаболічні порушення та ендокринні хвороби. Майбутнє цієї галузі виглядає багатообіцяючим, оскільки автоматизовані системи стають усе більш інноваційними та доступними, забезпечуючи кращу якість медичної допомоги для пацієнтів у всьому світі. А невинний розвиток технологій і здешевлення обладнання обіцяють зробити автоматизацію доступнішою в майбутньому. Впровадження автоматизації лабораторних досліджень не лише покращує якість діагностики метаболічних порушень та ендокринних захворювань, але й сприяє загальному підвищенню рівня медичного обслуговування.

3.3. Використання великих даних (Big Data) і штучного інтелекту в медичній діагностиці

Технології великих даних (BigData) і штучного інтелекту (ШІ) стають невід'ємною частиною сучасної медицини. Їхнє використання в діагностиці метаболічних порушень та ендокринних захворювань відкриває нові горизонти, забезпечуючи точність і високу ефективність. Цей підхід суттєво змінює діагностичні процеси та лікування, створюючи нові можливості для покращення здоров'я пацієнтів.

Великі дані складаються з величезних масивів інформації, що збираються з різноманітних джерел, таких як медичні записи, лабораторні дослідження, геноміка, носимі пристрої та мобільні додатки для здоров'я. У контексті метаболічних порушень та ендокринних захворювань, таких як цукровий діабет, ожиріння чи гіпертиреоз, великі дані дозволяють:

- виявляти приховані закономірності, наприклад, взаємозв'язок між генетичними, метаболічними та екологічними чинниками;
- прогнозувати ризики розвитку захворювань на основі даних пацієнта [19].

Штучний інтелект є інструментом, який дозволяє максимально використовувати потенціал великих даних. Він застосовується для аналізу складних медичних даних за допомогою алгоритмів машинного навчання, глибокого навчання та нейронних мереж. У випадку метаболічних порушень та ендокринних захворювань ШІ здатен:

- ідентифікувати ранні ознаки захворювань, які можуть бути пропущені під час традиційної діагностики;
- підтримувати персоналізовану медицину, створюючи індивідуальні плани лікування для кожного пацієнта;
- сприяти розробці нових методів прогнозування та терапії, базуючись на аналітиці великих даних.

Одним із вражаючих досягнень у медицині за останні роки є використання алгоритмів ШІ для аналізу зображень, таких як УЗД чи КТ, що допомагає діагностувати ендокринні пухлини. ШІ також використовується для моніторингу стану пацієнтів із діабетом за допомогою носимих пристроїв, які відстежують рівень глюкози у реальному часі, що дозволяє лікарям отримувати актуальні дані та вносити корективи в лікування.

У лабораторній медицині ШІ можна використовувати для прийняття оперативних рішень, а також для автоматизації або розширення людських робочих процесів (рис. 3.2) [20].

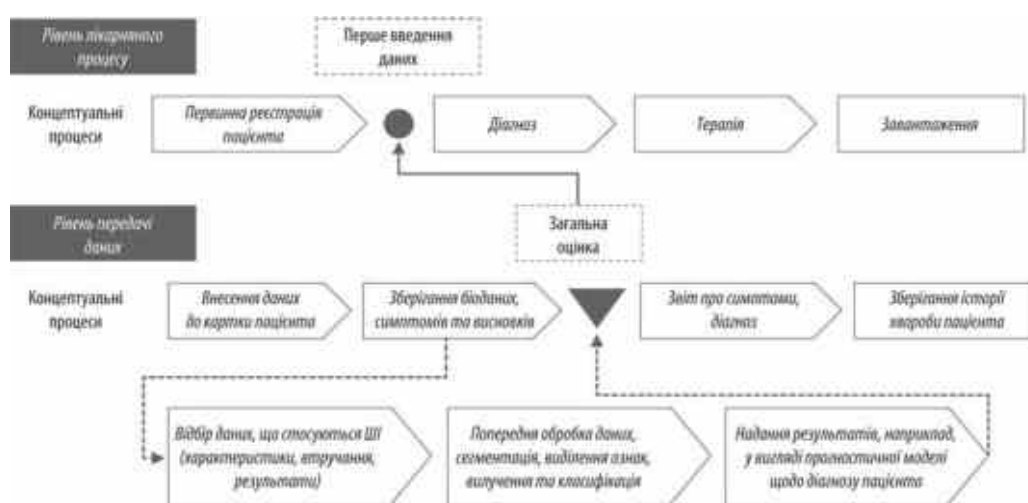


Рис. 3.2. Алгоритм використання штучного інтелекту у лабораторній діагностиці

Незважаючи на величезний потенціал, використання великих даних і ШІ у медицині супроводжується низкою викликів, таких як конфіденційність пацієнтських даних, стандартизація медичної інформації та потреба у високій кваліфікації персоналу. Етичні питання також вимагають уваги, оскільки алгоритми мають бути прозорими, а рішення – обґрунтованими [20].

Таким чином, великі дані та штучний інтелект суттєво змінюють підходи до діагностики та лікування метаболічних порушень і ендокринних захворювань. Вони забезпечують швидкість, точність і персоналізацію, відкриваючи шлях до інноваційної медицини майбутнього. З розвитком технологій і підвищенням доступності цих рішень, їхній вплив на охорону здоров'я стає все більш вагомим, пропонуючи нові можливості для покращення якості життя пацієнтів.

ВИСНОВКИ

1. Проведений огляд наукової літератури, присвяченої діагностиці метаболічних та ендокринних захворювань, показав, що наукова література свідчить про значний прогрес у дослідженні діагностики метаболічних та ендокринних захворювань завдяки розвитку сучасних лабораторних та інструментальних методів. Наукові дослідження спрямовані на вдосконалення методів виявлення захворювань, розробку нових біомаркерів та впровадження персоналізованої медицини в ендокринологію.

2. Своєчасна діагностика цукрового діабету за допомогою лабораторних тестів дозволяє виявити захворювання на ранніх стадіях та розпочати ефективне лікування. Застосування глюкозотолерантного тесту та аналізу рівня HbA1c забезпечує точність і повноту діагностичного процесу, що дозволяє лікарям своєчасно призначати лікування та запобігати ускладненням. Діагностика порушень функції щитоподібної залози базується на точному аналізі гормонів і антитіл. Лабораторні дослідження дозволяють виявити захворювання на ранніх стадіях і забезпечити своєчасне лікування. Комплексний підхід до оцінки функції щитоподібної залози сприяє покращенню якості життя пацієнтів та запобігає розвитку ускладнень. Визначення рівня ТТГ, Т3, Т4 та антитіл до тиреопероксидази є важливими індикаторами для точної діагностики і вибору стратегії лікування. Діагностика захворювань надниркових залоз через визначення рівнів кортизолу є невід'ємною частиною сучасної ендокринології. Лабораторна діагностика захворювань надниркових залоз є важливим інструментом у виявленні їх гіпер- та гіпофункції. Ці дослідження дозволяють лікарям виявляти порушення на ранніх стадіях, розробляти індивідуальні плани лікування та запобігати серйозним ускладненням. Визначення рівнів кортизолу, АКТГ та інших гормонів дозволяє своєчасно діагностувати синдром Кушинга, хворобу Аддісона та інші патології, що впливають на стан організму. Завдяки технологічному прогресу діагностика стає все більш точною, забезпечуючи надійну основу для підтримки здоров'я пацієнтів.

3. Будь-які порушення ендокринної системи можуть призвести до значних змін у метаболізмі, впливаючи на стан здоров'я людини. Ендокринні порушення мають глибокий вплив на метаболізм, і їх вчасна діагностика є ключовою для запобігання ускладненням та підтримання здоров'я. Експрес-тести відіграють важливу роль у сучасній медицині, забезпечуючи швидку діагностику та моніторинг ендокринних захворювань. Їх використання сприяє ранньому виявленню патологій та ефективному моніторингу стану пацієнтів. Експрес-тести є зручним і швидким методом діагностики, що має низку переваг, таких як доступність та економічна ефективність. Водночас їх точність і спектр показників обмежені, тому їх використання слід доповнювати лабораторними аналізами для отримання комплексної оцінки стану пацієнта.

4. Автоматизація лабораторних досліджень протягом останніх років стала революційним кроком у медицині. З огляду на швидкий розвиток технологій вона стає незамінним елементом сучасної медицини, адже покращує точність, швидкість і масштаб діагностики, що особливо важливо для складних захворювань, таких як метаболічні порушення та ендокринні хвороби. Майбутнє цієї галузі виглядає багатообіцяючим, оскільки автоматизовані системи стають усе більш інноваційними та доступними, забезпечуючи кращу якість медичної допомоги для пацієнтів у всьому світі. А невпинний розвиток технологій і здешевлення обладнання обіцяють зробити автоматизацію доступнішою в майбутньому. Впровадження автоматизації лабораторних досліджень не лише покращує якість діагностики метаболічних порушень та ендокринних захворювань, але й сприяє загальному підвищенню рівня медичного обслуговування. Великі дані та штучний інтелект суттєво змінюють підходи до діагностики та лікування метаболічних порушень і ендокринних захворювань. Вони забезпечують швидкість, точність і персоналізацію, відкриваючи шлях до інноваційної медицини майбутнього. З розвитком технологій і підвищенням доступності цих рішень, їхній вплив на охорону здоров'я стає все більш вагомим, пропонуючи нові можливості для покращення якості життя пацієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Р. О. Сабадишин, В. Д. Лукашук, В. І. Баб'як, О. П. Мялюк. Лабораторна діагностика порушень вуглеводного обміну до появи клінічних ознак та наявність компонентів метаболічного синдрому в дітей на різних стадіях ожиріння. *Вісник медичних і біологічних досліджень*. 2020. DOI: 10.11603/bmbr.2706-6290.2020.1.10909
2. Камінський О. В. Офіційні критерії діагностики цукрового діабету, нормоглікемія і самоконтроль глікемії. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2017. № 3.
3. М. Д. Тронько, О. В. Большова, Л. К. Соколова. Цукровий діабет 2-го типу: етіологія, патогенез, клініка, діагностика та лікування. *Практикуючий лікар*. 2021. №4. URL: <https://plr.com.ua/index.php/journal> (дата звернення: 07.03.2025);
4. Таращенко Ю. М., Омельчук О. В. Оптимізація діагностики, хірургічного лікування та прогнозування перебігу пухлин щитоподібної залози та інциденталом надниркових залоз. *Ендокринологія | Endokrynologia*. 2023. №28(2). URL: <https://endokrynologia.com.ua/index.php/journal/article/view/702> (дата звернення: 08.03.2025);
5. Омеляненко І., Фалалєєва Т., Кобиляк Н., Сулаєва О. Цитологічна діагностика щитоподібної залози в Україні за умов воєнного стану. *Вісник київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2024. №1(96). URL: https://bio.visnyk.knu.ua/article/view/vol96_n1.63-67/vol96-n1.63-67 (дата звернення: 10.03.2025);
6. Mayer-Davis E. J. Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Definition, epidemiology, and classification of diabetes in children and adolescents. *Pediatr Diabetes*. 2018. №19. DOI: <https://doi.org/10.1111/pedi.12773> (дата звернення: 11.03.2025);
7. Павлов С. В. Лабораторна діагностика в ендокринології: навч. посіб. Запоріжжя: ЗДМУ, 2021. 120 с.;

8. Офіційний сайт Всесвітньої організації охорони здоров'я. 2025. URL: <https://www.who.int> (дата звернення: 12.03.2025);
9. Elhassan YS, Alahdab F, Prete A. Natural history of adrenal incidentalomas with and without mild autonomous cortisol excess: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2019 №17;
10. Couper JJ, Hailer MJ, Greenbaum CJ, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018 Stages of type 1 diabetes in children and adolescents. *Pediatric diabetes.* 2018. DOI: 10.1111/pedi.12734;
11. HEARTS D. Діагностика та ведення цукрового діабету 2 типу. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ. 2023. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/366082/WHO-EURO-2023-6184-45949-66346-ukr.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 12.03.2025);
12. Паньків В. І. Сучасні підходи до лабораторної діагностики й менеджменту синдрому тиреотоксикозу. *International journal of endocrinology.* 2018. №4. DOI: 10.22141/2224-0721.14.4.2018.140189
13. The selection and use of essential in vitro diagnostics: report of the fourth meeting of the WHO Strategic Advisory Group of Experts on In Vitro Diagnostics. 2022. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373322/9789240081093-eng.pdf?sequence=1> (дата звернення: 12.03.2025);
14. Офіційний сайт Міністерства здоров'я України. 2025. URL: <https://moz.gov.ua/uk> (дата звернення: 14.03.2025);
15. Золотухіна Ю. Сучасні виклики та рідкісна патологія в практичній ендокринології. *Спеціалізований медичний портал Health-ua.* 2020. №4;
16. Електронний каталог лікарських препаратів в Україні. URL: <https://tabletki.ua> (дата звернення: 15.03.2025);
17. Tretyak O. Clinical and laboratory characteristics of patients with adrenal incidentalomas in the differential diagnosis of subclinical hypercortisolism. *Journal of Education, Health and Sport.* 2020 №10 (11);

18. Chiodini I, Albani A, Ambrogio AG, Campo M, De Martino MC, Marcelli G, Morelli V. Six controversial issues on subclinical Cushing's syndrome. *Endocrine*. 2017. №56 (2);

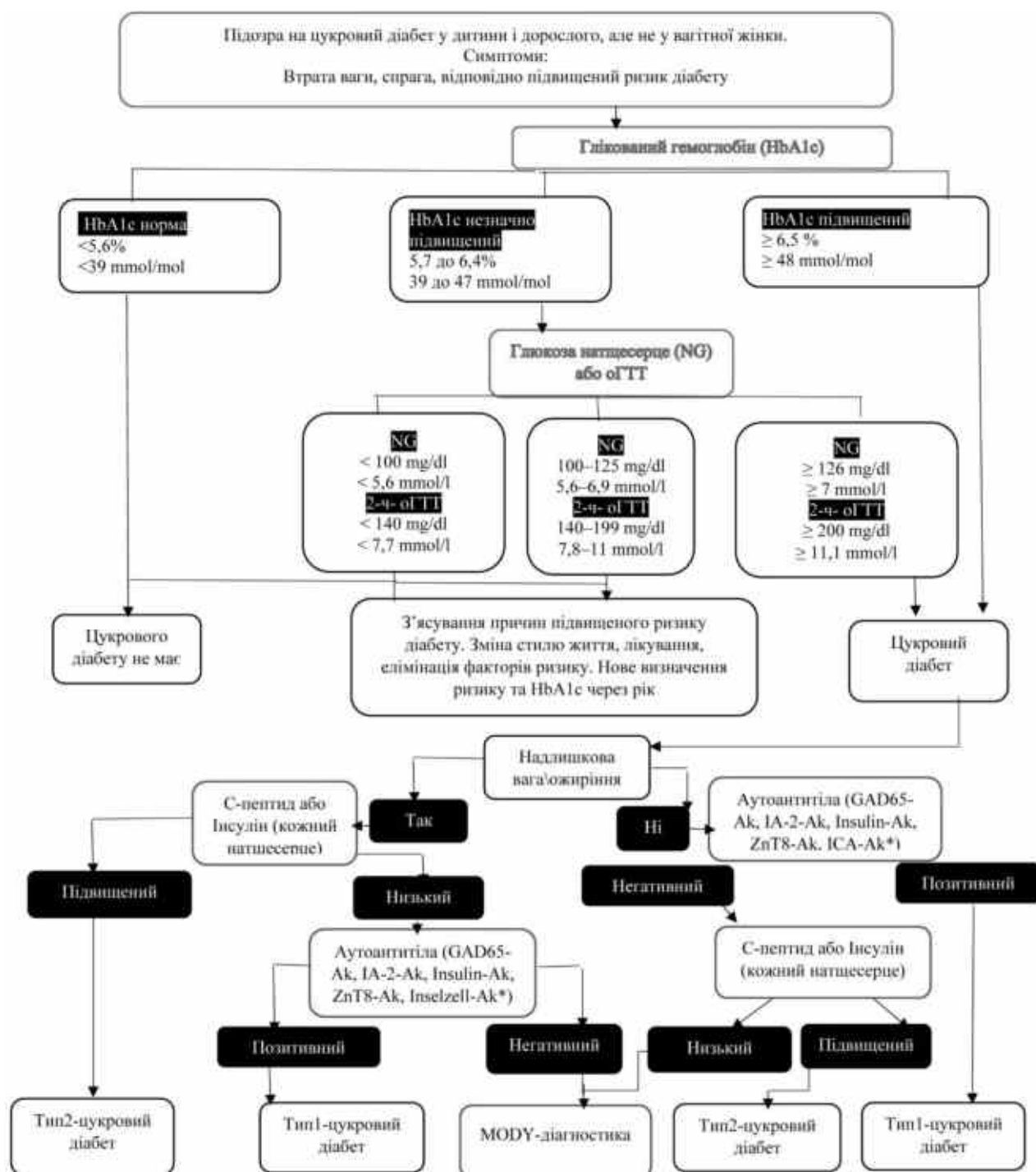
19. Федів О. І., Вінярська М. С. Сучасні технології та аналізатори для виконання лабораторних досліджень. *КЗВО «Львівська медична академія ім. Андрея Крупинського»*. 2023. URL: <https://lma.edu.ua/wp-content/uploads/2023/08/suchasni-tehnologiyi-ta-analizatory-dlya-vykonannya-laboratornyh-doslidzhen-1.pdf> (дата звернення: 17.03.2025);

20. Коротка В. О., Мокринський В. А. Технології штучного інтелекту в сучасній медицині: впровадження та проблематика. *Український медичний часопис*. 2023. №5 (163).

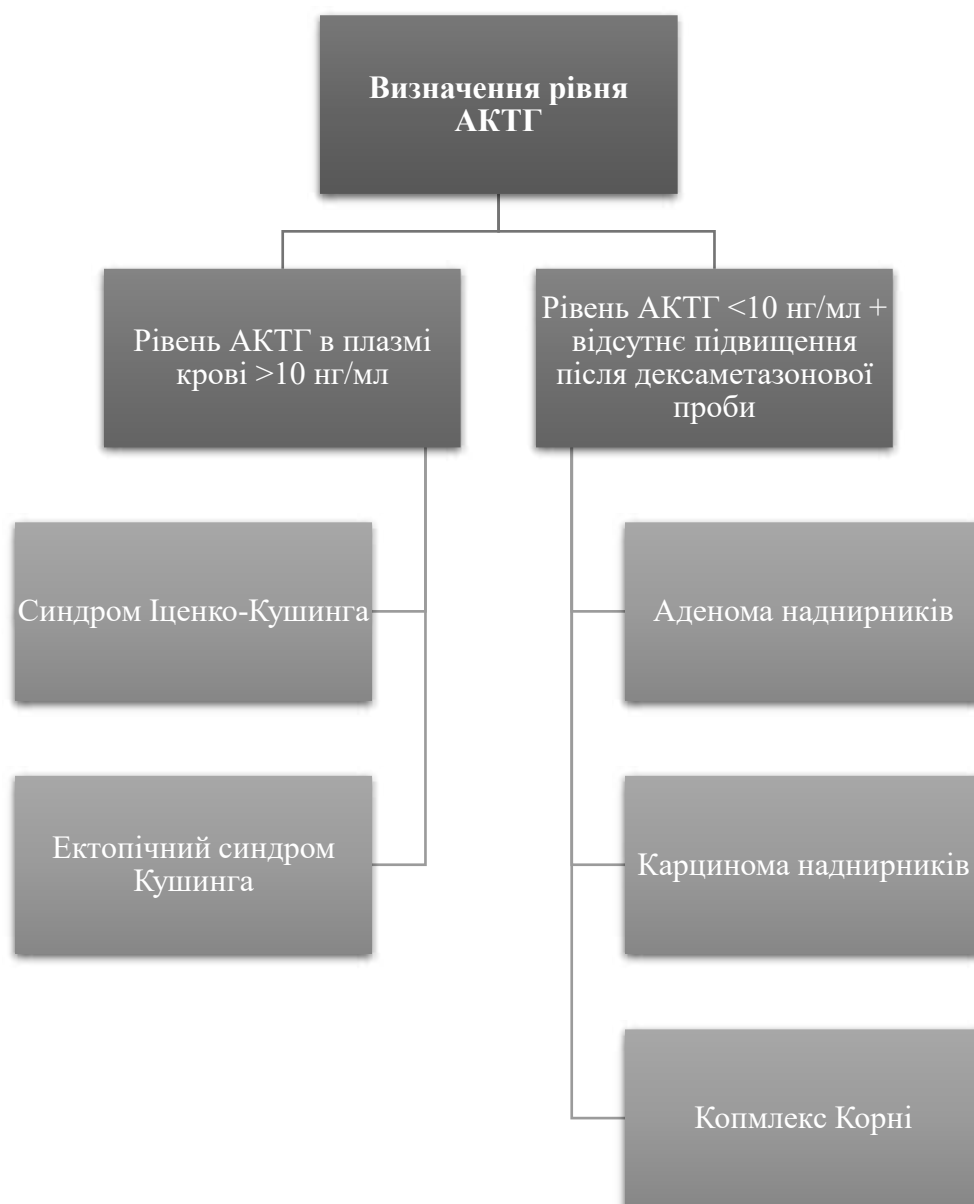
ДОДАТКИ

Додаток А

Алгоритм лабораторних досліджень під час діагностики цукрового діабету



Лабораторні дослідження рівня АКТГ під час діагностики синдрому Іценко-Кушинга



SUMMARY

Modern laboratory research plays a crucial role in diagnosing metabolic disorders and endocrine diseases, ensuring timely and accurate identification of health conditions. Advances in laboratory diagnostics have significantly improved the detection of hormonal imbalances, metabolic dysfunctions, and related pathologies, contributing to better patient outcomes. This study examines contemporary laboratory methods used in metabolic and endocrine diagnostics, evaluating their accuracy, efficiency, and applicability in clinical practice.

The research employs both theoretical and empirical approaches, including a comprehensive review of scientific literature, comparative analysis of laboratory techniques, and case studies from medical institutions. Special attention is given to advanced biochemical, genetic, and immunological tests that enhance diagnostic precision for disorders such as diabetes, thyroid dysfunctions, and adrenal gland diseases. Additionally, the study explores the integration of automated and point-of-care technologies in laboratory diagnostics, assessing their impact on patient care and healthcare accessibility.

The findings highlight the importance of continuous advancements in laboratory testing to improve early disease detection and personalized treatment strategies. However, challenges such as cost-effectiveness, standardization, and accessibility remain significant concerns. The study emphasizes the need for further research and innovation in laboratory diagnostics to optimize their role in endocrine and metabolic disease management.

In conclusion, this research underscores the essential contribution of modern laboratory methods to early and accurate diagnosis, supporting their integration into routine clinical practice for enhanced patient care.

Keywords: laboratory diagnostics, metabolic disorders, endocrine diseases, biochemical tests, healthcare innovation.