

О. В. Валовий, В. М. Акімова
ДНП «ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО»

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ФУНКЦІЇ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ У ПАЦІЄНТІВ З МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

Вступ. Тиреоїдна дисфункція є однією з найбільш поширених ендокринних патологій, що можуть значно впливати на різні аспекти метаболічного здоров'я. Численні дослідження останніх років показують, що наявність тиреоїдної дисфункції, зокрема субклінічного гіпотиреозу, тісно корелює з компонентами метаболічного синдрому.

Мета дослідження. Метою цієї статті є оцінка частоти тиреоїдної дисфункції у пацієнтів з метаболічним синдромом.

Методи дослідження. Для аналізу рівня гормонів щитоподібної залози у сироватці крові використовувались лабораторні методи за стандартами якості. Також проведено порівняння результатів із клінічними даними пацієнтів та статистичний ROC-аналіз.

Результати й обговорення. У хворих на МС встановлено підвищений рівень TSH – на 56 % вищий порівняно з контрольною групою здорових осіб, що може вказувати на порушення регуляції тиреоїдної функції. У 8 % пацієнтів із МС рівень TSH був у межах референтних значень і лише у 12 % обстежених був значно вищим за норму на тлі нормальних значень FT4 та FT3, що може свідчити про розвиток субклінічного гіпотиреозу. Значення FT3/FT4 ($0,36 \pm 0,1$) перебуває на верхній межі норми. Значення TSHI є вірогідно зниженим, а TFI – підвищеним. ROC аналіз встановив, що найбільшу ігностичну цінність для виявлення тиреоїдної дисфункції при МС має TFI.

Висновки. У пацієнтів із МС виявлено нормальні рівні TSH, FT3, FT4 при підвищеному TFI, що свідчить про можливу периферичну резистентність до тиреоїдних гормонів. У 88 % обстежених із МС встановлено стан еутиреозу з присутнім дисбалансом біохімічних показників функціонального стану щитоподібної залози. У 12 % пацієнтів із МС встановлена тиреоїдна дисфункція, яка відповідає субклінічному гіпотиреозу. У результаті ROC-аналізу встановлено, що індекс TFI має найвищу діагностичну ефективність для виявлення метаболічного синдрому серед досліджуваних показників.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: тиреотропний гормон; щитоподібна залоза; метаболічний синдром; трийодтиронін; тироксин; тиреоїдні індекси.

ВСТУП. Тиреоїдна дисфункція є однією з найбільш поширених ендокринних патологій, що можуть значно впливати на різні аспекти метаболічного здоров'я. Метаболічний синдром (МС) є комплексним порушенням обміну речовин, яке включає в себе інсулінорезистентність, артеріальну гіпертензію, дисліпідемію та ожиріння, що значно підвищує ризик розвитку серцево-судинних захворювань та діабету 2-го типу. Численні дослідження останніх років показують, що наявність тиреоїдної дисфункції, зокрема субклінічного гіпотиреозу, тісно корелює з компонентами метаболічного синдрому [1; 2; 3].

Згідно з дослідженнями, тиреоїдні гормони мають велике значення у регуляції метаболічних процесів, таких як ліпідний та вуглеводний обмін [4]. Субклінічний гіпотиреоз, який часто залишається не діагностованим через відсутність явних клінічних проявів, може мати негативний вплив на

метаболізм, сприяючи розвитку інсулінорезистентності та змінюючи ліпідний профіль пацієнтів. Це, своєю чергою, підвищує ризик не лише розвитку серцево-судинних захворювань, але й важких порушень обміну речовин, таких як діабет 2-го типу [5; 6]. Інтегральні індекси, зокрема співвідношення FT3/FT4, TSH Index (TSHI), TFI пропонуються як чутливі маркери для виявлення змін тиреоїдного метаболізму, асоційованих із МС [7; 8].

З огляду на актуальність цієї проблеми, особливо в умовах глобальної епідемії метаболічних розладів, проведення кореляційного аналізу між тиреоїдною дисфункцією та компонентами МС є важливим кроком для поглибленого розуміння механізмів цієї взаємодії. **Метою цієї статті** є оцінка частоти тиреоїдної дисфункції у пацієнтів з МС.

Результати таких досліджень можуть не тільки покращити діагностику та своєчасне виявлення субклінічних форм тиреоїдної дисфункції у пацієнтів із МС, але й допомогти в розробці нових стратегій лікування

та профілактики цього поширеного захворювання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Для оцінки частоти тиреоїдної дисфункції у пацієнтів із МС було проведено дослідження серед пацієнтів, що перебували на амбулаторному лікуванні в ендокринологічному відділенні Комунальної 4-ї міської клінічної лікарні 2 ТМО м. Львів.

У дослідження було включено 65 пацієнтів (71 % чоловіки, 29 % жінки) з МС відповідно до критеріїв Міжнародної діабетичної федерації (IDF), що включають наявність інсулінорезистентності, ожиріння (індекс маси тіла ≥ 30 кг/м²), артеріальну гіпертензію (АТ $\geq 140/90$ мм рт. ст.) та дисліпідемію (підвищення рівня тригліцеридів або знижений рівень ліпопротеїдів високої щільності). Пацієнти віком від 40 до 70 років були включені до дослідження за умови, що вони не мали в анамнезі захворювань, які б могли вплинути на функцію щитоподібної залози (онкологічні захворювання, важкі серцево-судинні хвороби, інфекційні процеси в гострій стадії). Контрольну групу склали 25 практично здорових осіб без ознак метаболічного синдрому.

Тиреоїдну функцію оцінювали за допомогою визначення рівнів тиреотропного гормону (TSH), вільного тироксину (FT4) та трийодтироніну (FT3) у сироватці крові методом хімілюмінесцентного імуноаналізу. Еутиреоз визначався за рівнем TSH 0,4–4,0 мкМЕ/мл; субклінічний гіпотиреоз за підвищенням рівня TSH більше за 4,0 мкМЕ/мл при нормальних рівнях T4 і T3, гіпотиреоз (маніфестний) діагностували при знижених рівнях T4 і T3 разом із підвищенням TSH (American Thyroid Association (ATA). Для оцінки периферійного перетворення тиреоїдних гормонів розраховували співвідношення FT3/FT4, Thyroid Function Index (TFI) та Jostel's TSH Index (TSHI) [9].

Для порівняння груп застосовували t-тест для незалежних вибірок або тест Манна-Уїтні для ненормально розподілених змінних. Різниця між групами вважалася статистично значущою при $p < 0,05$. Проведено ROC-аналіз для виявлення оптимальних порогових значень досліджуваних індексів.

Дослідження було проведено відповідно до принципів Гельсінкської декларації та дістало схвалення етичного комітету установи. Усі учасники були проінформовані про мету дослідження та надали письмову згоду на участь у ньому (протокол комісії з біоетики ЛНМУ імені Данила Галицького № 3 від 18 березня 2024 р.).

Основними обмеженнями дослідження є його спостережний характер, обмежена вибірка пацієнтів та можливе недооцінювання випадків субклінічного гіпотиреозу, оскільки деякі пацієнти могли не проходити регулярні перевірки тиреоїдної функції.

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. Для оцінки тиреоїдної дисфункції у пацієнтів із метаболічним синдромом визначали концентрацію тиреотропного гормону (TSH), вільного тироксину (FT4), вільного трийодтироніну (FT3) та проводили розрахунки деяких індексів. Результати представлені у таблиці 1.

У хворих на МС спостерігається підвищення рівня тиреотропного гормону (TSH), що може вказувати на порушення регуляції тиреоїдної функції. Отримане значення TSH ($3,61 \pm 0,42$ мкМО/мл) є вірогідно на 56 % вищим порівняно з контрольною групою здорових осіб. Тиреотропний гормон є основним показником для оцінки функції щитоподібної залози. Він регулює вивільнення тиреоїдних гормонів (T3 і T4) у крові.

Нашими дослідженнями встановлено, що у 88 % пацієнтів із МС рівень TSH був у межах референтних значень і лише у 12 % обстежених був значно вищим від норми (середнє = 13,84; медіана = 12,8) на тлі

Таблиця 1 – Біохімічні показники функціонального стану щитоподібної залози у хворих на метаболічний синдром, $M \pm m$

Показники	Контрольна група, n = 25	Хворі на МС, n = 25
TSH (мкМО/мл)	$2,31 \pm 0,18$	$3,61 \pm 0,42^*$
FT4 (пмоль/л)	$12,31 \pm 1,41$	$13,83 \pm 0,81$
FT3 (пмоль/л)	$5,97 \pm 0,67$	$4,85 \pm 0,32$
FT3/FT4	$0,31 \pm 0,07$	$0,36 \pm 0,1$
TSHI	$3,52 \pm 0,31$	$2,43 \pm 0,12^*$
TFI	$5,76 \pm 0,32$	$7,91 \pm 0,62^*$

Примітка * – вірогідність відмінності показників порівняно з контрольною групою ($p < 0,05$).

нормальних значень FT4 та FT3, що може свідчити про розвиток субклінічного гіпотиреозу.

Тироїдні гормони, зокрема тироксин (T4) і трийодтиронін (T3), є критично важливими для регуляції метаболічних процесів в організмі. Оцінка рівнів цих гормонів та їх взаємодії дозволяє визначити функціональний стан щитоподібної залози, а також потенційні порушення в метаболізмі тиреоїдних гормонів.

Встановлено дисбаланс гормонів щитоподібної залози у хворих на МС. Рівень FT4 у хворих на МС є вищим на 12 %, а рівень FT3 є на 19 % нижчим порівняно з контролем, однак значення знаходяться в межах нормального діапазону для гормонів. Таким чином, достатні рівні FT3 та FT4 свідчать про адекватні перетворення T4 в активний T3 у периферичних тканинах.

Важливим додатковим показником периферичного метаболізму тиреоїдних гормонів є співвідношення FT3/FT4, яке у нормі становить 0,25–0,35. Отримане значення FT3/FT4 ($0,36 \pm 0,1$) знаходиться на верхній межі норми і може свідчити про те, що перетворення T4 в T3 в організмі може бути дещо більш ефективним або прискореним. Цей індекс є важливим показником, що допомагає оцінити функціональний стан щитоподібної залози і використовується для розуміння, який із гормонів (FT3 або FT4) переважає в організмі, що може бути важливим для діагностики різних ендокринних порушень. Наші дослідження вказують на певне зниження активності FT3 відносно FT4, що є характерним для станів, коли щитоподібна залоза не виробляє достатньо активного трийодтироніну. Однак якщо порівняти це значення з нормою, то воно може свідчити про деякі порушення в синтезі та активації тиреоїдних гормонів. У дослідженнях Urrunaga-Pastor D. et al визначали зв'язок між рівнями FT3, FT4 та їх співвідношенням (FT3/FT4) з наявністю МС у дорослих з еутиреозом. Було встановлено, що підвищені рівні FT3 та співвідношення FT3/FT4 асоціюються з підвищеним ризиком розвитку МС, навіть у пацієнтів з нормальними рівнями тиреоїдних гормонів. Таким чином, індекс FT3/FT4 може бути корисним маркером для оцінки ризику МС та потребує подальшого вивчення для визначення його клінічного значення [10].

Jostel's TSH Index (TSHI) є кількісним методом оцінки функції передньої частки гіпофіза, яка відповідає за стимуляцію щитоподібної залози через TSH. Цей індекс

дозволяє оцінити ефективність периферичного перетворення тиреоїдних гормонів та чутливість гіпофіза до змін у рівнях гормонів щитоподібної залози. Згідно з літературними даними, нормальний діапазон TSHI становить від 1,3 до 4,1. Значення, що виходять за ці межі, можуть свідчити про порушення в системі регуляції щитоподібної залози. TSHI також є важливим інструментом для оцінки ефективності та чутливості тканин до тиреоїдних гормонів і відображає ступінь периферичної резистентності до тиреоїдних гормонів [11].

Отримані результати досліджень свідчать про значну різницю між двома групами. У контрольній групі, яка складалася з осіб без метаболічних порушень, значення індексу TSHI було вищим на 30 % порівняно з хворими на МС. Різниця між цими двома групами є статистично значущою ($p < 0,05$), що вказує на наявність відмінностей у функції щитоподібної залози у пацієнтів із МС порівняно зі здоровими особами. Зниження значення TSHI у хворих на МС може бути пов'язано з порушеннями в метаболізмі тиреоїдних гормонів, що є характерним для пацієнтів з інсулінорезистентністю, ожирінням та іншими метаболічними змінами [11].

Зниження рівня індексу TSHI у хворих на МС може вказувати на порушення у регуляції функції щитоподібної залози, що часто спостерігається у пацієнтів із метаболічними розладами. Це може бути пов'язано з підвищенням периферичної резистентності до тиреоїдних гормонів, порушенням їх метаболізму або зниженням чутливості тканин до гормонів щитоподібної залози.

Таким чином, наші результати підтверджують необхідність моніторингу функції щитоподібної залози у пацієнтів із метаболічним синдромом, оскільки зміни в індексах TSHI можуть слугувати маркерами раннього виявлення тиреоїдних порушень у цій групі осіб. Це може допомогти виявити субклінічні зміни функції щитоподібної залози, що важливо для своєчасного коригування лікування та зниження ризику розвитку супутніх захворювань [12].

За наявності підвищеного TSHI та нормальних рівнів TSH, FT3 і FT4 може бути підозра на периферичну резистентність до тиреоїдних гормонів, що може бути частиною клінічної картини субклінічного гіпотиреозу. У таких випадках, навіть при нормальних значеннях TSH і FT3/FT4, пацієнт може мати клінічні симптоми, схожі на гіпотиреоз.

У дослідженні [9] оцінювали індекси чутливості до тиреоїдних гормонів, включаючи

TSHI, FT3/FT4. Встановлено, що TSHI є корисним інструментом для оцінки периферичної чутливості до тиреоїдних гормонів. Збільшення значення TSHI може свідчити про знижену чутливість тканин до тиреоїдних гормонів, навіть при нормальних рівнях FT3 та FT4. Такі зміни можуть бути пов'язані з підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних захворювань та інших метаболічних порушень.

У нашому дослідженні також було проведено аналіз індексу TFI (Thyroid Function Index). Отримані результати свідчать про підвищення значення індексу TFI у пацієнтів із МС порівняно з особами контрольної групи. Підвищення TFI може вказувати на порушення регуляції функціональної активності щитоподібної залози, що супроводжує метаболічні порушення [11].

Зростання значення TFI у хворих на МС, ймовірно, пов'язане з компенсаторною активацією тиреоїдної системи на тлі інсулінорезистентності, ожиріння та хронічного запалення [12]. Це узгоджується з даними літератури, де повідомляється про зміну чутливості тканин до тиреоїдних гормонів та зміну їхньої метаболічної дії за наявності компонентів МС [11; 13].

Таким чином, підвищення індексу TFI у пацієнтів з метаболічним синдромом може слугувати маркером дисфункції щитоподібної залози на ранніх етапах розвитку метаболічних порушень. Це підкреслює важливість оцінки тиреоїдної функції у комплексній діагностиці та веденні пацієнтів з МС.

Для оцінки діагностичної ефективності тиреоїдних індексів Т було проведено ROC-аналіз (Receiver Operating Characteristic), який дозволяє оцінити ефективність моделей класифікації, порівнюючи їхню здатність правильно ідентифікувати позитивні й негативні випадки. Він будується на основі співвідношення між чутливістю (True Positive Rate) і специфічністю (False Positive Rate) при різних порогах класифікації. Оптимальний поріг визначається як точка на ROC-кривій, де різниця між чутливістю та специфічністю є максимальною, що забезпечує найкраще співвідношення правильних позитивних і негативних результатів для конкретної задачі. Детальні характеристики діагностичної ефективності обчислених індексів подані у таблиці 2 та на рис. 1.

У процесі дослідження було проведено ROC-аналіз для трьох індексів: TSHI, TFI та FT3/FT4 з метою оцінки їхньої діагностичної

Таблиця 2 – Порівняння діагностичних характеристик індексів TSHI, TFI та FT3/FT4 для виявлення МС

Показник	Порогове значення	AUC	Чутливість (%)	Специфічність (%)
FT/FT4	0,34	0,58	55	53
TFI	7,68	0,79	77	75
TSHI	3,04	0,67	68	66

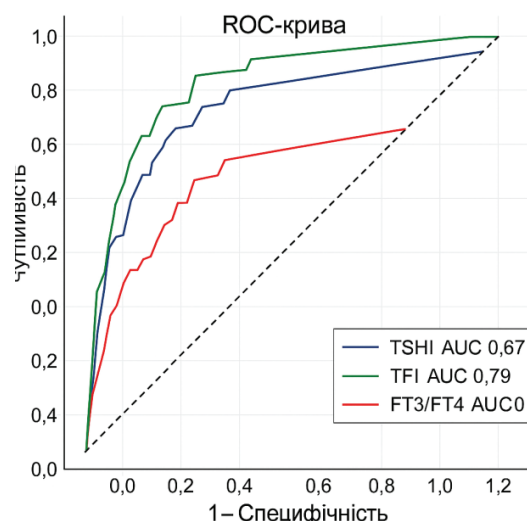


Рис. 1. Оптимальні пороги для діагностики пацієнтів із метаболічним синдромом (МС) на основі ROC-аналізу

ефективності у виявленні МС. Індекс TSHI виявив помірну діагностичну здатність із площею під кривою (AUC) близько 0,67. Оптимальне порогове значення становило 3,04, що забезпечувало чутливість 68 % та специфічність 66 %. Індекс TFI продемонстрував найкращі результати серед трьох показників: AUC склала близько 0,79, порогове значення – 7,68, чутливість – 77 %, специфічність – 75 %. Індекс FT3/FT4 мав найнижчу діагностичну здатність із AUC близько 0,58, що свідчить про обмежену ефективність цього індексу для діагностики МС.

Таким чином, результати нашого дослідження узгоджуються з попередніми даними щодо змін тиреоїдної функції при метаболічних порушеннях [13; 14] і вказують на перспективність використання індексу TFI для раннього виявлення тиреоїдної дисфункції у хворих на метаболічний синдром.

Підтвердженням наших висновків є дані попередніх досліджень [15; 16], які показали значення тиреоїдних індексів у ранньому виявленні тиреоїдної дисфункції при метаболічних порушеннях. Pleić et al. (2023) за допомогою методу менделевої рандомізації підтвердили існування двостороннього зв'язку між порушеннями функції щитоподібної залози і метаболічним синдромом. Це означає, що не лише метаболічні порушення можуть сприяти дисфункції щитоподібної залози, але й порушення тиреоїдної функції можуть посилювати метаболічні проблеми [15].

Так, He et al. (2021) виявили, що функція щитоподібної залози, зокрема рівень тиреоїдних гормонів, тісно пов'язана з компонентами метаболічного синдрому, такими як артеріальний тиск і рівень холестерину. Вони також показали, що лікування порушень щитоподібної залози може бути корисним для покращення метаболічного профілю [16]. Zhong et al. (2024) провели систематичний огляд і метааналіз, де показали, що МС є фактором ризику для розвитку субклінічного гіпотиреозу. Ці дані підтримують теорію, що порушення функції щитоподібної залози можуть бути важливим складником МС, особливо на ранніх стадіях, коли симптоми не є вираженими [17].

У результаті наших досліджень встановлено, що у більшості пацієнтів із МС (88 %) встановлено стан еутиреозу з присутнім дисбалансом біохімічних показників функціонального стану щитоподібної залози. У 12 % пацієнтів з МС встановлена тиреоїдна дисфункція, яка відповідає субклінічному гіпотиреозу: TSH значно підвищений; FT4 і FT3 – в межах референсу або на нижній межі. Результати численних досліджень вказують на високу поширеність субклінічного гіпотиреозу серед пацієнтів з МС. Наприклад, у дослідженні, опублікованому в The Egyptian Journal of Internal Medicine, було встановлено, що 32 % пацієнтів з МС мали тиреоїдну дисфункцію, з яких 21 % – субклінічний гіпотиреоз [1]. Крім того, метааналіз 18 досліджень за участю понад 79 000 осіб показав, що субклінічний гіпотиреоз асоціюється з підвищеним ризиком розвитку МС та його компонентів, таких як ожиріння, гіпертригліцеридемія та низький рівень HDL-холестерину [3].

Таким чином, регулярний скринінг функції щитоподібної залози у пацієнтів із МС є важливим для своєчасного виявлення та корекції тиреоїдної дисфункції, що може покращити загальний прогноз та знизити ризик серцево-судинних ускладнень.

ВИСНОВКИ

1. У пацієнтів із МС виявлено нормальні рівні гормонів щитоподібної залози TSH, FT3, FT4 зі зниженням значень індексів, що свідчить про можливу периферичну резистентність до тиреоїдних гормонів.

2. У 88 % пацієнтів із МС встановлено стан еутиреозу з присутнім дисбалансом біохімічних показників функціонального стану щитоподібної залози. У 12 % пацієнтів із МС встановлена тиреоїдна дисфункція, яка відповідає субклінічному гіпотиреозу.

3. У результаті ROC-аналізу встановлено, що індекс TFI має найвищу діагностичну ефективність для виявлення метаболічного синдрому серед досліджуваних показників, із площею під кривою (AUC) 0,79, чутливістю 77 % та специфічністю 75 % при оптимальному пороговому значенні 7,68.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Abd El-Hay G. A. E.-S., Argoon S. A., Mousa N. M. M. A. Evaluation of the frequency and patterns of thyroid dysfunction in patients with metabolic syndrome. *The Egyptian Journal of Internal Medicine*. 2021. Vol. 33, No. 1. P. 24. DOI: 10.1186/s43162-021-00054-z.
2. Shaji B., Joel J. J., Sharma R., Shetty S. Evaluation of the Multifaceted Impact of Hypothyroidism on Metabolic Components and Quality of Life. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*. 2025. Vol. 15, No. 2. P. 397–406. DOI: 10.5530/ijpi.20250019.
3. Yang L., Lv X., Yue F., Wei D., Liu W., Zhang T. The association between subclinical hypothyroidism and metabolic syndrome: An updated meta-analysis of observational studies. *Endocrine Research*. 2020. Vol. 45, No. 3. P. 158–165. DOI: 10.1080/07435800.2020.1758912.
4. Senthil N., Thomas S., Santosh P., Sujatha S. A study of prevalence of thyroid dysfunction in patients with metabolic syndrome. *International Journal of Research in Medical Sciences*. 2015. Vol. 3, No. 11. P. 3213–3217. DOI: 10.18203/2320-6012.ijrms20151157.
5. Gupta R., Vijayan A. K., Choudhary S. Thyroid dysfunction in patients of metabolic syndrome: A study from a tertiary care center in Indi. *Asian Journal of Medical Sciences*. 2021. Vol. 12, № 10. P. 47–50. DOI: 10.3126/ajms.v12i10.38313.
6. Azizi F., Hadaegh F., Khalili D., Mehrabi Y., Sheikholeslami F. Thyroid function and metabolic syndrome: A population-based thyroid study. *Hormones*. 2017. Vol. 16, No. 3. P. 253–262. DOI: 10.14310/horm.2002.1742.
7. Ginnaram S. R., Sridevi D., Dambal A. A., Reddy S. Y., Pingle A. R. Prevalence of thyroid dysfunction in metabolic syndrome – A cross-sectional study. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research*. 2020. Vol. 7, № 3. P. 374–379. DOI: 10.18231/ijicbr.2020.080.
8. Deng L., Wang L., Zheng X., Shuai P., Liu Y. Women with subclinical hypothyroidism are at higher prevalence of metabolic syndrome and its components compared to men in an older Chinese population. *Endocrine Research*. 2021. Vol. 46, № 4. P. 186–195. DOI: 10.1080/07435800.2021.1928177.
9. Yu G., Liu S., Song C., Ma Q., Chen X., Jiang Y., Duan H., He Y., Wang D., Wan H., Shen J. Association of sensitivity to thyroid hormones with all-cause mortality in euthyroid US adults: a nationwide cohort study. *European Thyroid Journal*. 2024. Vol. 13, № 1. P. e230130. DOI: 10.1530/ETJ-23-0130.
10. Urrunaga-Pastor D., Guarnizo-Poma M., Moncada-Mapelli E., Aguirre L. G., L6zaro-Alc6ntara H., Paico-Palacios S., Pantoja-Torres B., Benites-Zapata V. A. High free triiodothyronine and free-triiodothyronine-to-free-thyroxine ratio levels are associated with metabolic syndrome in a euthyroid population. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2018. Vol. 12, № 2. P. 155–161. DOI: 10.1016/j.dsx.2017.12.003.
11. Huang X., Cheng H., Wang S., Liu X. The role of thyroid hormone in metabolism and metabolic syndrome. *Lipids in Health and Disease*. 2025. Vol. 24, № 1. P. 1–12. DOI: 10.1186/s12944-025-01879-9.
12. Mane M., Kumar B. R., Nashte A. Thyroid function tests in patients with metabolic syndrome: A comprehensive analysis. *Journal of Advanced Zoology*. 2023. Vol. 44, Special issue 2. P. 1–9. DOI: 10.53555/jaz.v44iS2.666.
13. Duntas L. H., Brenta G. The effect of thyroid disorders on lipid levels and metabolism. *Medical Clinics of North America*. 2012. Vol. 96, № 2. P. 269–281. DOI: 10.1016/j.mcna.2012.01.012.
14. Wang J., Zhuang Z.-H., Shao C.-L., Yu C.-Q., Wang W.-Y., Zhang K., Meng X.-B., Gao J., Tian J., Zheng J.-L., Huang T., Tang Y.-D. Assessment of causal association between thyroid function and lipid metabolism: A Mendelian randomization study. *Chinese Medical Journal*. 2021. Vol. 134, № 9. P. 1064–1069. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001505.
15. Pleić N., Gunjača I., Babić Leko M., Zemunik T. Thyroid Function and Metabolic Syndrome: A Two-Sample Bidirectional Mendelian Randomization Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2023. Vol. 108, № 12. P. 3190–3200. DOI: 10.1210/clinem/dgad371.
16. He J., Lai Y., Yang J., Yao Y., Li Y., Teng W., Shan Z. The Relationship Between Thyroid Function and Metabolic Syndrome and Its Components: A Cross-Sectional Study in a Chinese Population. *Frontiers in Endocrinology*. 2021. Vol. 12. P. 661160. DOI: 10.3389/fendo.2021.661160.
17. Zhong L., Liu S., Yang Y., Xie T., Liu J., Zhao H., Tan G. Metabolic syndrome and risk of subclinical hypothyroidism: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*. 2024. Vol. 15. P. 1399236. DOI: 10.3389/fendo.2024.139923.

REFERENCES

1. Abd El-Hay, G. A. E.-S., Argoon, S. A., & Mousa, N. M. M. A. (2021). Evaluation of the frequency and patterns of thyroid dysfunction in patients with metabolic syndrome. *The Egyptian Journal of Internal Medicine*, 33(1), 24. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43162-021-00054-z>.
2. Shaji, B., Joel, J. J., Sharma, R., & Shetty, S. (2025). Evaluation of the Multifaceted Impact of Hypothyroidism on Metabolic Components and Quality of Life. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*, 15(2), 10–18. DOI: <https://doi.org/10.5530/ijpi.20250019>.
3. Yang, L., Lv, X., Yue, F., Wei, D., Liu, W., & Zhang, T. (2020). The association between subclinical hypothyroidism and metabolic syndrome: An updated meta-analysis of observational studies. *Endocrine Research*, 45(3), 158–165. DOI: <https://doi.org/10.1080/07435800.2020.1758912>.
4. Senthil, N., Thomas, S., Santosh, P., & Sujatha, S. (2015). A study of prevalence of thyroid dysfunction

in patients with metabolic syndrome. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 3(11), 3213–3217. DOI: <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20151157>.

5. Gupta, R., Vijayan, A. K., & Choudhary, S. (2021). Thyroid dysfunction in patients of metabolic syndrome: A study from a tertiary care center in India. *Asian Journal of Medical Sciences*, 12(10), 47–50. DOI: <https://doi.org/10.3126/ajms.v12i10.38313>.

6. Azizi, F., Hadaegh, F., Khalili, D., Mehrabi, Y., & Sheikholeslami, F. (2017). Thyroid function and metabolic syndrome: A population-based thyroid study. *Hormones*, 16(3), 253–262. DOI: <https://doi.org/10.14310/horm.2002.1742>.

7. Ginnaram, S. R., Sridevi, D., Dambal, A. A., Reddy, S. Y., & Pingle, A. R. (2020). Prevalence of thyroid dysfunction in metabolic syndrome – A cross-sectional study. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research*, 7(3), 374–379. DOI: <https://doi.org/10.18231/ijcbr.2020.080>.

8. Deng, L., Wang, L., Zheng, X., Shuai, P., & Liu, Y. (2021). Women with subclinical hypothyroidism are at higher prevalence of metabolic syndrome and its components compared to men in an older Chinese population. *Endocrine Research*, 46(4), 186–195. DOI: <https://doi.org/10.1080/07435800.2021.1928177>.

9. Yu, G., Liu, S., Song, C., Ma, Q., Chen, X., Jiang, Y., Duan, H., He, Y., Wang, D., Wan, H., & Shen, J. (2024). Association of sensitivity to thyroid hormones with all-cause mortality in euthyroid US adults: a nationwide cohort study. *European Thyroid Journal*, 13(1), e230130. DOI: <https://doi.org/10.1530/ETJ-23-0130>.

10. Urrunaga-Pastor, D., Guarnizo-Poma, M., Moncada-Mapelli, E., Aguirre, L. G., L6zaro-Alc6ntara, H., Paico-Palacios, S., Pantoja-Torres, B., & Benites-Zapata, V. A. (2018). High free triiodothyronine and free-triiodothyronine-to-free-thyroxine ratio levels are associated with metabolic syndrome in a euthyroid population. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical*

Research & Reviews, 12(2), 155–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2017.12.003>.

11. Huang, X., Cheng, H., Wang, S., & Liu, X. (2025). The role of thyroid hormone in metabolism and metabolic syndrome. *Lipids in Health and Disease*, 24(1), 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12944-025-01879-9>.

12. Mane, M., Kumar, B. R., & Nashte, A. (2023). Thyroid function tests in patients with metabolic syndrome: A comprehensive analysis. *Journal of Advanced Zoology*, 44(S2), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.53555/jaz.v44iS2.666>.

13. Duntas, L. H., & Brenta, G. (2012). The effect of thyroid disorders on lipid levels and metabolism. *Medical Clinics of North America*, 96(2), 269–281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2012.01.012>.

14. Wang, J., Zhuang, Z.-H., Shao, C.-L., Yu, C.-Q., Wang, W.-Y., Zhang, K., Meng, X.-B., Gao, J., Tian, J., Zheng, J.-L., Huang, T., & Tang, Y.-D. (2021). Assessment of causal association between thyroid function and lipid metabolism: A Mendelian randomization study. *Chinese Medical Journal*, 134(9), 1064–1069. DOI: <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000001505>.

15. Pleić, N., Gunjača, I., Babić Leko, M., & Zemunik, T. (2023). Thyroid Function and Metabolic Syndrome: A Two-Sample Bidirectional Mendelian Randomization Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 108(12), 3190–3200. DOI: <https://doi.org/10.1210/clinem/dgad371>.

16. He, J., Lai, Y., Yang, J., Yao, Y., Li, Y., Teng, W., & Shan, Z. (2021). The Relationship Between Thyroid Function and Metabolic Syndrome and Its Components: A Cross-Sectional Study in a Chinese Population. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 661160. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.661160>.

17. Zhong, L., Liu, S., Yang, Y., Xie, T., Liu, J., Zhao, H., & Tan, G. (2024). Metabolic syndrome and risk of subclinical hypothyroidism: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1399236. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1399236>.

Адреса для листування: viorikakimova@gmail.com

V. M. Akimova, O. V. Valovyi

STATE NON-PROFIT ENTERPRISE "DANYLO HALYTSKY LVIV NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY"

THE INTEGRAL ASSESMENT OF THYROID FUNCTION IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME

Summary

Introduction. *Thyroid dysfunction is one of the most common endocrine disorders that can significantly affect various aspects of metabolic health. In recent years, numerous studies have shown that the presence of thyroid dysfunction, particularly subclinical hypothyroidism, is closely associated with components of metabolic syndrome (MS).*

The Aim of the Study. *The aim of this study is to assess the prevalence of thyroid dysfunction in patients with metabolic syndrome.*

Research Methods. *Serum levels of thyroid hormones were analyzed using laboratory methods compliant with quality standards. The results were compared with the clinical data of the patients, and statistical analysis was performed using ROC-analysis.*

Results and Discussion. *Patients with metabolic syndromedemonstrated a 56% higher TSH level compared to the control group, indicating potential thyroid regulatory dysfunction. In 88% of patients with metabolic syndrome, TSH levels remained within reference ranges, while 12% had elevated TSH with normal FT3 and FT4 values, suggesting possible subclinical hypothyroidism. The FT3/FT4 ratio (0.36±0.1) was at the upper limit of normal, TSHI*

was significantly decreased and TFI elevated. ROC analysis showed that the TFI index has the highest diagnostic efficiency for detecting metabolic syndrome, with an AUC of 0.79, sensitivity of 77%, and specificity of 75% at a threshold of 7.68. The TSHI index has moderate discriminatory ability (AUC 0.67), while the FT3/FT4 index demonstrated limited diagnostic value (AUC 0.58), indicating its low effectiveness for metabolic syndrome screening.

Conclusions. Patients with MS showed normal TSH, FT3, and FT4 levels but elevated TSH Index, indicating potential peripheral resistance to thyroid hormones. Elevated TSH Index requires further diagnostics and monitoring to prevent hypothyroidism. TFI is the most promising index for use in the diagnostic algorithm for detection of endocrine disturbances and for personalizing management strategies in metabolic syndrome patients.

KEY WORDS: thyroid-stimulating hormone; thyroid gland; metabolic syndrome; triiodothyronine; thyroxine; thyroid functional index.