УДК: 616.391-056.5:(546.15+547.226) DOI: https://doi.org/10.25040/aml2020.01.062

ДИНАМІКА ЗМІН МАСИ ТІЛА ПІД ВПЛИВОМ ПРИЙМАННЯ ЙОДУ ОРҐАНІЧНОЇ І НЕОРҐАНІЧНОЇ ХІМІЧНОЇ ПРИРОДИ В УМОВАХ СУБКЛІНІЧНОГО ГІПЕРТИРЕОЗУ

Рябуха О.І.

Львівський медичний інститут
Кафедра анатомії, фізіології та патології (зав. - доц. Рябуха О.І.)

Реферат

Мета. *Вивчити особливості впливу йоду різної хімічної природи на масу тіла в умовах субклінічного гіпертиреозу.*

Матеріал і методи. *Дослідження проведене на 90 білих безпородних щурах-самцях з початковою масою тіла в 140-160 г, які перебували на стандартному крохмально-казеїновому раціоні, зі складу сольової суміші якого був елімінований калію йодид. Модельний стан субклінічного гіпертиреозу створювали тиреоїдином, який додавали у харчову суміш у гістологічно апробованій дозі 15 мг/100 г маси тіла. Джерелом неорганічного йоду був розчин калію йодиду, органічного йоду - йодобілковий препарат із червоної чорноморської водорості філофори ребристої. Йодовмісні препарати додавали у харчову суміш у кількостях, які забезпечували надходження таких гістологічно підтверджених доз йоду: незначної (21 мкг/кг маси тіла), оптимальної (50 мкг/кг маси тіла), значної (100 мкг/кг маси тіла). Масу тіла визначали зважуванням тварин на медичній вазі 1 раз на тиждень. Усього було проведено 5 визначень.*

Результати й обговорення. *Приймання щурами йодовмісних засобів викликало суттєве зростання показників маси тіла, параметри якого залежали від хімічної природи і дози спожитого йоду. Під впливом органічного йоду кінцеві показники приросту становили при прийманні незначної дози - 55%, оптимальної дози - 84%, значної дози - 98%. При споживанні неорганічного йоду найбільші показники (58 і 51%) спостерігалися під впливом незначної і помірної доз, найменше (43%) - при споживанні значної дози. Аналізування показників щотижневих приростів маси тіла показало, що незалежно від хімічної природи спожитого йоду найінтенсивніше зростання припадало на перший тиждень дослідження. Показники приростів наступних (другого, третього і четвертого) тижнів зумовлювалися як дозою спожитого йоду, так і його хімічною природою: приймання неорганічного йоду в дозах 50 і 100 мкг/кг маси тіла супроводжувалося помірними (16-14%) приростами на третьому і четвертому тижнях, органічного йоду - на третьому тижні експерименту (22%).*

Висновок. *В умовах тиреоїдин-індукованого субклінічного гіпертиреозу додавання сполук йоду до йододефіцитного раціону супроводжується збільшенням маси тіла щурів, що логічно вважати наслідком блокування йодом процесів гормоноутворення в щитоподібній залозі. Феномен найбільш інтенсивного зростання маси тіла впродовж першого тижня можна вважати пристосувальною реакцією на активізувальну ("стресогенну") дію йоду в умовах підвищеної функціональної активності щитоподібної залози. Менші показники маси тіла, які установлені при споживанні неорганічного йоду, вказують на його м'якшу дію, що дає підстави вважати вплив неорганічного йоду в умовах гіпертиреозу більш фізіологічним, ніж дію органічного йоду.*

Ключові слова: *щитоподібна залоза, субклінічний гіпертиреоз, маса тіла, органічний йод, неорганічний йод*

Abstract

DYNAMICS OF THE BODY WEIGHT CHANGES INDUCED BY IODINE OF ORGANIC AND INORGANIC CHEMICAL NATURE IN THE CONDITIONS OF SUBCLINICAL HYPERTHYROIDISM

RYABUKHA O.I.
Medical Institute in Lviv

Aim. *To study features of the effect of iodine of different chemical nature on the body weight in subclinical hyperthyroidism.*

Materials and Methods. *The study was performed on 90 white outbred male rats with body weight of 140-160 g, kept on a standard starch-casein diet, with potassium iodide being eliminated from the saline mixture. The model condition of subclinical hyperthyroidism was induced by thyreoidin added to the food mixture at a histologically tested dose of 15 mg/100 g body weight. The source of inorganic iodine was a potassium iodide solution; the source of organic iodine was iodine-protein drug of the red Black Sea algae Phyllophora crispa. Iodinated supplements were added to the food mixture in amounts that ensured supply of the following histologically verified doses of iodine: small (21 μg/kg body weight), optimal (50 μg/kg body weight), and significant (100 μg/kg body weight). Body weight was determined by weighing animals with the medical scales once a week. The total of 5 tests has been performed.*

Results and Discussion. *Consumption of iodine-containing agents by the rats caused a significant increase*

in the indices of body weight, the parameters of which depended on the chemical nature and dose of iodine consumed. Under the influence of organic iodine, the final growth rates were 55% when receiving a small dose, 84% - an optimal dose, and 98% - a significant dose. When consuming inorganic iodine, the highest rates (58 and 51%) were observed under the influence of small and moderate doses; the least (43%) - when consuming a significant dose. Analysis of weekly body weight gain showed that regardless of the chemical nature of the consumed iodine, the most intensive growth occurred during the first week of the study. The gain indices of the following (second, third, and fourth) weeks were determined both by the dose of iodine consumed and by its chemical nature: intake of inorganic iodine at the doses of 50 and 100 μg/kg body weight was accompanied by moderate (16-14%) weight gains during the third and the fourth weeks; organic iodine consumption caused the weight gains during the third week (22%).

Conclusion. *Under the conditions of thyreoidin-induced subclinical hyperthyroidism, addition of iodine compounds to the iodine deficient diet is accompanied by an increase in the body weight of rats, which is logical to be considered a consequence of iodine-induced blockage of hormone-producing processes in the thyroid gland. The phenomenon of the most intense body weight growth during the first week can be considered an adaptive reaction to the activating ("stress inducing") iodine action under the conditions of increased functional activity of the thyroid gland. Lower body mass indices, which were established in the consumption of inorganic iodine, indicate its milder effect, which gives grounds to consider the influence of inorganic iodine under hyperthyroidism more physiological than the effect of organic iodine.*

Key words: *thyroid gland, subclinical hyperthyroidism, body weight, organic iodine, inorganic iodine*

Вступ

Стан гіпертиреозу (ГТ), який характеризується збільшенням у крові концентрації тиреоїдних гормонів, зазвичай є наслідком підвищеної функціональної активності щитоподібної залози (ЩЗ) [4]. Значно рідше він може бути ятрогенним і виникати після передозування або тривалого приймання значних доз лікарських препаратів, які містять тиреоїдні гормони (ТГ) або йодовмісні речовини [12]. Як казуїстику розглядають випадки, пов'язані з надмірним надходженням йоду в орґанізм внаслідок нераціонального, неадекватного щодо його потреб споживанням комплексних полівітамінних препаратів, збагачених йодом харчових додатків тощо.

Гіпертиреоз супроводжується каскадом порушень діяльності різних орґанів і систем орґанізму [11]. До його найпоширеніших клінічних ознак належать очні симптоми, спостерігається дисфункція інших ендокринних залоз та пов'язані з цим розлади, зокрема порушується обмін кальцію з розвитком остеопорозу [2]. Оскільки підвищення активності ЩЗ супроводжується інтенсифікуванням обмінних процесів [5], у хворих на ГТ часто реєструється дистрофія міокарда, розвивається ішемічна хвороба серця [3], відбувається порушення функції шлунково-кишкового тракту з розвитком перніціозної анемії [7], а також спостерігається м'язова гіпотрофія і дефіцит маси тіла [9]. Таким чином, розлади діяльності орґанізму, що зумовлені підвищеним продукуванням ТГ, становлять серйозну медичну проблему, яка потребує продовження вивчення. На думку Franklyn J.A., Boelaert K. [6], майбутні зусилля, ймовірно, будуть зосереджені на нових і безпечних способах моделювання основного захворювання, а не на зупинці надмірного продукування гормонів щитоподібної залози.

Лікування ГТ є комплексним; іноді з цією метою певний час застосовують препарати йоду неорґанічного (ЙН) [1]. Водночас у літературі є дані про порушення синтезу ТГ прийманням ЙН і про сприятливий вплив йоду орґанічної хімічної природи (ЙО) [8]. Попри це, порівняльне вивчення впливу ЙО і ЙН в умовах ГТ на масу тіла, яка є універсальним показником загального стану орґанізму, здійснене у недостатньому обсязі і потребує глибшого дослідження.

Мета дослідження: вивчити особливості впливу йоду різної хімічної природи на масу тіла в модельних умовах субклінічного ГТ. Завдання дослідження полягають в порівнянні дії різних доз ЙО і ЙН на динаміку щотижневих приростів маси тіла і її кінцеві показники у піддослідних тварин в експерименті.

Матеріал і методи

Дослідження проведене в умовах віварію в

літній період на білих безпородних щурах-самцях початкової маси тіла 140-160 г, що дало змогу виключити гормональні зміни під час статевих циклів та забезпечити високу чутливість гіпоталамо-гіпофізарної осі. Щурі перебували на стандартному ізокалорійному крохмально-казеїновому раціоні, який дозволяє чітко дозувати надходження всіх нутрієнтів. Джерелом білка в раціоні був казеїн, вуглеводів - маїсовий крохмаль; жири, фітостерини, поліненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни та α-токоферолу ацетат тварини отримували з нерафінованою соняшниковою олією. Водорозчинні вітаміни надходили у вигляді розчину на дистильованій воді, який додавали у харчову суміш безпосередньо перед приготуванням. Зазначені складові вносили в раціон у кількостях, рекомендованих для тварин даного виду і віку. Джерелом основних макро- і мікроелементів була стандартна сольова суміш, із рецептури якої було вилучено калію йодид (КЙ). Їжу тваринам кожної групи готували в окремому посуді перед годуванням. Попередньо зважені складники харчової суміші ретельно перемішували; згідно з умовами експерименту до їжі тварин відповідних груп додавали різні кількості ЙО чи ЙН. Харчову суміш закладали в годівниці один раз на день у той самий час; фоновий вміст йоду в ній становив 13-15 мкг/кг маси тіла. Пиття дистильованої води із напувалок було ad libitum. Потрібну кількість клітковини тварини отримували з фільтрувальним папером. Очищення кліток, обробку напувалок і годівниць проводили щоденно перед годуванням.

Модельний стан субклінічного ГТ створювали додаванням до харчової суміші тиреоїдину ("Белгородвитамины", РФ) у гістологічно підтвердженій дозі 15 мг/100 г маси тіла. Вивчали вплив гістологічно визначених незначної (21 мкг/кг маси тіла), оптимальної (50 мкг/кг маси тіла) і значної (100 мкг/кг маси тіла) доз йоду. У медицині для профілактики і лікування часто застосовують КЙ [16], тому цю сіль кваліфікації "для аналізу" ("Acros Organics", Чехія) було використано як джерело ЙН; йодид надходив як розчин на дистильованій воді. Джерелом ЙО був йодобілковий препарат із чорноморської червоної водорості філофори ребристої (*Phyllophora nervosa*), який додавали до 0,2% розчину натрію гідрокарбонату. Тривалість дослідження становила 30 днів. Всього використано 90 щурів, з яких було сформовано 9 груп по 10 тварин у кожній. Умови і орґанізацію дослідження представлено в табл. 1.

Визначення маси тіла відбувалося індивідуальним зважуванням кожного щура на медичній вазі (похибка вимірювання ±0,5 г) один раз на тиждень уранці після очищення кліток до закладання в годівниці харчової суміші. Усього було проведено п'ять зважувань - початкове і чотири щотижневих (I, II, III, IV,

Таблиця 1

Орґанізація дослідження по визначенню маси тіла білих щурів-самців при прийманні йоду орґанічної і неорґанічної хімічної природи в умовах субклінічного гіпертиреозу (n=90)

Група	Умови харчування	Фонова кількість йоду в раціоні, (мкг/кг маси тіла)	Кількість тиреоїдину в раціоні, (мг/100 г маси тіла)	Кількість неорґанічного йоду калію йодиду в раціоні, (мкг/кг маси тіла)	Кількість орґанічного йоду йодобілкового препарату в раціоні, (мкг/кг маси тіла)
1 ($К_1$) n=10	Повноцінний загальновіваріальний корм				
2 ($К_2$) n=10	ІККР	13–15	-	-	-
3 ($К_3$) n=10	ІККР	13–15	15	-	-
4 n=10	ІККР	13–15	15	21	-
5 n=10	ІККР	13–15	15	50	-
6 n=10	ІККР	13–15	15	100	-
7 n=10	ІККР	13–15	15	-	21
8 n=10	ІККР	13–15	15	-	50
9 n=10	ІККР	13–15	15	-	100

ІККР - ізокалорійний крохмально-казеїновий раціон

V), з яких п'яте було кінцевим. Результати кожного зважування усереднювали для подальшого встановлення показників маси тіла тварин у кожній групі. Для дослідження впливу йоду на масу тіла порівнювали цифрові показники її початкових і кінцевих визначень та зіставляли її щотижневі прирости, які перераховували у відсотки. Дослідження було проведене з дотриманням вимог щодо гуманного ставлення до піддослідних тварин, регламентованих Законом України "Про захист тварин від жорстокого поводження" (№ 3447-IV від 21.02.2006 р.) та Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18.03.1986 р.).

Статистичне опрацювання отриманих даних здійснювали з використанням програми Statistica 6,0 програмного забезпечення Microsoft Office. Цифрові параметри представлено як середнє арифметичне ($\bar{x}$) та його стандартна похибка (m); для їхнього порівняння було використано t-критерій Стьюдента, при цьому різницю між величинами вважали вірогідною при $p \leq 0,05$.

Результати й обговорення

Динаміку змін маси тіла щурів, які на тлі тиреоїдин-індукованого субклінічного гіпертиреозу споживали різні кількості йоду органічної та неорганічної хімічної природи, представлено в табл. 2.

Встановлено, що додавання тиреоїдину до йододефіцитного раціону активізувало процеси метаболізму. Так, в умовах перебування на йододефіцитному харчовому раціоні кінцевий показник приросту маси тіла щурів групи 2 (К2) становив 75%, тоді як при приймманні тиреоїдину тваринами групи 3 (К3) він був у межах 50% ($p<0,01$). В обох обговорюваних групах перебудова організму відбувалася в перші два тижні дослідження, водночас якщо у щурів групи К2 за цей період маса тіла зросла на 64%, то у тварин, до раціону яких додавали тиреоїдин (група К3), її приріст становив 38% ($p<0,01$). Упродовж наступних (третього та четвертого) тижнів спостереження маса тіла щурів в обох групах зросла практично на однакові величині - відповідно 7% та 4% в групі 2 відносно 8% та 4% в групі 3 ($p>0,05$).

При додаванні 21 мкг ЙО до харчового раціону щурів групи 4 загальний приріст маси тіла в кінці експерименту становив 55% ($p<0,01$). Зростання маси тіла у тварин обговорюваної групи впродовж дослідження було двогорбим: її найбільш інтенсивне збільшення відбувалося на першому та третьому тижнях спостереження, тоді як упродовж другого та четвертого тижнів прирости маси тіла були значно меншим щодо результатів попередніх зважувань (в обох випадках $p<0,01$). Порівняння з показниками щурів контрольної групи 3 виявило, що попри близькі цифрові значення місячних приростів маси тіла (відповідно 55% і 50%) щотижневі показники її зростання в обговорюваних групах відрізнялися: в групі 3 маса тіла найбільше зростала протягом першого (21%) та другого (17%) тижнів дослідження, тоді як у щурів обговорюваної групи 4 - упродовж першого та третього тижнів. Співставлення з особливостями приросту маси тіла інтактних щурів групи 1 (К1) дало змогу встановити їх суттєву відмінність як за кінцевими показниками (55% порівняно з 26%), так і за динамікою щотижневих приростів.

Додавання до харчового раціону щурів 5-ї групи 50 мкг ЙО супроводжувалося інтенсивним збільшенням маси тіла - кінцеві значення обговорюваного показника перевищували початкові на 84% ($p<0,01$). Особливо стрімке зростання маси тіла спостерігалося у перші два тижні, коли відсоткові показники її приростів при зважуваннях II і III сумарно становили 60%. За третій і четвертий тижні експерименту маса тіла тварин цієї групи зросла значно менше, причому величини тижневих приростів різнилися незначно - результати зважування IV були більші за показники зважування III на 10%, а результати зважування V перевищували дані зважування IV на 14%. Характер щотижневого зростання маси тіла щурів обговорюваної групи суттєво

Таблиця 2

Маса тіла білих щурів-самців під впливом приймання йоду органічної і неорганічної хімічної природи в умовах субклінічного гіпертиреозу (n=90)

Група, кількість щурів у групі	Кількість тиреоїдину в харчовій суміші, (мг/100 г маси тіла)	Хімічна природа спожитого йоду	Кількість спожитого йоду	Зважування (за порядком) Маса тіла, (г)				
				I (початкове)	II	III	IV	V (кінцеве)
1 n=10	-	йодовмісну сполуку не давали		140±2,6	151±2,8 p<0,05 (*)	161±3,1 p<0,05 (*)	169±3,2 p<0,01 (*)	179±3,1 p<0,01 (*)
2 n=10	-	йодовмісну сполуку не давали	13#	140±3,6	182±3,3 p<0,01 (*) p<0,01 (1)	230±3,6 p<0,01 (*) p<0,01 (1)	239±3,8 p<0,01 (*) p<0,01 (1)	245±3,5 p<0,01 (*) p<0,01 (1)
3 n=10	15	йодовмісну сполуку не давали	13#	143±3,6	172±3,7 p<0,01 (*) p<0,01 (2) p<0,05 (3)	197±3,8 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (2)	208±3,6 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (2)	213±3,6 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (2)
4 n=10	15	органічна	21	159±3,5	193±3,6 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3)	205±3,6 p<0,01 (*) p<0,01 (2)	239±3,7 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3)	247±3,5 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3)
5 n=10	15	органічна	50	142±3,4	177±3,7 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,05 (4)	227±3,7 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3) p<0,01 (4)	242±3,6 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3)	262±3,8 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3) p<0,05 (4)
6 n=10	15	органічна	100	140±1,8	206±1,6 p<0,01(*) p<0,01 (1) p<0,01 (3) p<0,01 (5)	237±2,0 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (4) p<0,05 (5)	254±3,8 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,05 (3) p<0,05 (4) p<0,05 (5)	276±2,9 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3) p<0,01 (4) p<0,05 (5)
7 n=10	15	неорганічна	21	140±2,1	174±1,5 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,05 (4)	194±1,9 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,05 (4)	201±2,3 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (4)	220±2,1 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (4)
8 n=10	15	неорганічна	50	150±2,9	179±2,7 p<0,01 (*) p<0,01(1)	191±2,3 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (5)	215±2,1 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (5)	227±2,8 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (5)
9 n=10	15	неорганічна	100	165±2,5	187±2,3 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,05 (3) p<0,01 (6) p<0,05 (7) p<0,05 (8)	200±2,7 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (6) p<0,05 (7) p<0,05 (8)	212±2,2 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (6) p<0,05 (7)	236±3,3 p<0,01 (*) p<0,01 (1) p<0,01 (3) p<0,01 (6) p<0,05 (7) p<0,05 (8)

1. Кількість спожитого йоду вказано з розрахунку на 1 кг маси тіла.
2. Позначка # вказує на фоновий вміст йоду у йододефіцитному раціоні.
3. Позначка (*) вказує на порівняння з початковими визначеннями маси тіла.
4. Цифри в дужках вказують на номер групи, з якою проводили порівняння.
5. При значеннях p>0,05 дані до таблиці не вносили

відрізнявся від такого у тварин попередньої групи 4, які споживали 21 мкг ЙО, проте він був подібним до такого у щурів групи К3.

Подальше збільшення кількості ЙО в раціоні щурів групи 6 до 100 мкг викликало стрімке збільшення маси тіла: за перший тиждень вона зросла до 206,0±1,6 г, що становило 46% щодо початкових показників (p<0,01). Надалі темпи зростання показників маси тіла дещо уповільнилися. Так, результати зважування III були більшими за результати попереднього зважування II на 22% (p<0,01); зростання маси тіла за наступні (третій та четвертий) тижні спостереження було помірним та

практично однаковим - 14% та 16% відповідно. Загальний приріст маси тіла щурів обговорюваної групи становив 98% (279±2,9 г порівняно з початковими 140±1,8 г; p<0,01). Співставлення характеру щотижневих приростів маси тіла у тварин, які споживали досліджувані дози (21, 50 та 100 мкг) ЙО, дозволило встановити їх подібність у тварин груп 6 та 5, у харчову суміш яких додавали відповідно 100 мкг та 50 мкг йоду.

Дослідження впливу ЙН на масу тіла показало, що збагачення харчового раціону щурів 7-ї групи 21 мкг йоду супроводжувалося загальним приростом маси тіла до 58% (220±2,1 г відносно початкових 140±2,1 г; p<0,01). Найбільше обговорюваний показник зріс за перший тиждень спостереження (p<0,01). Прирости маси тіла за другий та четвертий тижні дослідження були практично однаковими - відповідно 194±1,9 г порівняно з 174±1,5 г та 220±2,0 г порівняно з 201±2,3 г (в обох випадках p<0,01). Загалом, зростання маси тіла тварин цієї групи було доволі плавним - виняток становив лише третій тиждень дослідження, під час якого обговорюваний показник зріс тільки на 5%. Порівняння показників приросту маси тіла щурів груп 7 та К3 показало, що відмінності між ними були незначними.

Загальний приріст маси тіла щурів групи 8, до раціону яких додавали 50 мкг НЙ, за період спостережень становив 51% (p<0,01). Її щотижневі зростання були нерівномірними: найбільші цифрові значення припадали на перший та третій тижні дослідження - 19% та 16% (в обох випадках p<0,01). Характер приросту маси тіла щурів групи 8 за період спостереження був дуже подібним до такого у щурів групи 4, які споживали 21 мкг ЙО, проте відрізнявся від такого у щурів, які споживали меншу (21 мкг) дозу йоду КЙ (група 7).

Споживання 100 мкг йоду КЙ щурами групи 9 супроводжувалося найменшим місячним приростом маси тіла - 43% (p<0,01). Вивчення щотижневої динаміки показників приростів маси тіла щурів обговорюваної групи показало, що їх найбільші значення припадали на перший і третій тижні дослідження - відповідно 13% і 14%. Аналіз динаміки приростів маси тіла тварин обговорюваної групи 9 показав їхню подібність до таких у щурів групи 4, що дає підстави припустити існування певної подібності перебігу метаболічних процесів в умовах споживання 100 мкг йоду КЙ та 21 мкг ЙО.

Таким чином, у підгострому експерименті, проведеному нами в модельних умовах приймання тиреоїдину, підтверджено, що його доза 15 мг/100 г маси тіла є достатньою для розвитку субклінічного ГТ, про що свідчили показники маси тіла тварин, які були менші (p<0,01), ніж у тварин, які перебували в умовах аліментарного йододефіциту. Результати, отримані при прийманні йоду в репрезентованих умовах, свідчать про залежність маси тіла, а отже й загалом метаболізму, як від хімічної природи спожитого йоду, так і від його дози. Нами встановлено, що приймання і ЙО, і ЙН в досліджуваних умовах викликало суттєве зростання кінцевих показників маси тіла. Оскільки приймання екзогенного ТГ посилює процеси катаболізму, отримані дані можуть свідчити про компенсаторне активізування процесів анаболізму, пов'язане з впливом йоду незалежно від його хімічної природи. На це вказують і більші, ніж у інтактних щурів (К1), параметри кінцевих визначень. Загалом, результати наших досліджень щодо вивчення впливу йоду на масу тіла при ГТ певною мірою співпадають з даними [10], в яких сповіщається про випадки зростання маси тіла пацієнтів після лікування ГТ антитиреоїдними препаратами.

Необхідно вказати на існування певних відмінностей у дії ЙО і ЙН. Так, зокрема при споживанні ЙО збільшення показників місячного приросту маси тіла відбувалося зі збільшенням дози спожитого йоду. Попри це значні показники кінцевих приростів, які були отримані при споживанні йоду в дозах 50 і 100 мкг, дають підстави припустити, що в умовах субклінічного ГТ приймання помірної і значної доз ЙО супроводжується схожими метаболічними ефектами, тоді як механізми

впливу незначної дози ЙО можуть бути інакшими. Водночас при споживанні ЙН чіткої залежності показників маси тіла від дози спожитого йоду не простежувалося. Навпаки, найбільші зростання спостерігалися при прийманні його незначної (21 мкг) і помірної (50 мкг) доз, тоді як при споживанні значної дози (100 мкг) зростання було найменшим (43%). Вплив на організм незначної дози ЙН відрізнявся від впливу інших доз ЙН і ЙО. Загалом отримані дані кореспондуються з нашими дослідженнями про відмінності впливу ЙО і ЙН на діяльність фолікулярних тироцитів [13, 14] та загальний стан організму [15].

Цікаві відмінності у впливі ЙО і ЙН на масу тіла показало співставлення показників її тижневих приростів. Так, при прийманні незначної дози ЙО найбільші прирости маси тіла відбувалися впродовж першого і третього тижнів дослідження і становили відповідно 21% та 22%, при цьому вони чергувалися з двома рівновеликими (7% і 5%) плато на другому і четвертому тижнях. Хоча при прийманні такої самої кількості ЙН найбільший приріст маси тіла (24%) також припадав на перший тиждень спостереження; два менші рівновеликі підйоми (14% та 15%) спостерігалися саме на другому та четвертому тижнях.

При споживанні помірної і значної кількостей йоду зберігалася залежність величин щотижневих приростів від його хімічної природи. Зокрема, приймання ЙО в помірній кількості викликало найбільше зростання маси тіла у перші два тижні дослідження. Натомість приймання аналогічної дози ЙН супроводжувалося рівновеликими підйомами у 19% та 16% на першому і третьому тижнях спостереження, які чергувалися з рівновеликими (по 8%) плато на другому та четвертому тижнях. Приймання значної дози ЙО викликало зростання маси тіла на 46% вже на першому тижні, тоді як при споживанні значної дози КЙ рівновеликі підйом у 13% та 14% на першому і четвертому тижнях дослідження були розділені плато, під час яких маса тіла тварин зростала незначно (по 8% упродовж другого і третього тижнів). Зазначене наводить на думку про існування відмінностей в обміні ТГ, субстратом яких був йод різної хімічної природи. Водночас особливості щотижневих приростів маси тіла щурів, які споживали 50 і 100 мкг ЙН були подібними з такими у тварин, які приймали 21 мкг ЙО, що може вказувати на наявність певних співпадінь у перебігу метаболічних процесів. Феномен значних кінцевих приростів маси тіла, який спостерігався під дією 50 і 100 мкг ЙО (84% та 98% відповідно), потребує поглибленого вивчення тонких та ультратонких особливостей морфофункціонального стану ЩЗ щурів цих груп.

Висновок

1. В умовах тиреоїдин-індукованого гіпертиреозу додавання сполук йоду до йододефіцитного раціону білих щурів супроводжується збільшенням маси тіла, що логічно вважати ознакою блокування йодом процесів гормоноутворення в щитоподібній залозі.
2. Феномен найбільш інтенсивного зростання маси тіла впродовж першого тижня можна розглядати як відповідь на стресогенну дію йоду на тлі підвищеної функціональної активності щитоподібної залози.
3. Вплив йоду органічної і неорганічної хімічної природи на масу тіла має певні відмінності: різна конфігурація її щотижневих приростів дає підстави припускати існування відмінностей у перебігові метаболічних процесів під впливом йоду різної хімічної природи. Менші показники, установлені при споживанні неорганічного йоду, вказують на його м'якшу дію, що може бути ознакою більш фізіологічного впливу.

Ураховуючи всі подані відомості, ми вважаємо необхідним поглибити дослідження шляхом з'ясування особливостей впливу йоду різної хімічної природи на процеси гормоноутворення, які відбуваються в щитоподібній залозі.

Література

1. Balabolkin M.I., Klebanova E.M., Kreminskaya V.M. Fundamental and clinical thyroidology (a Guide).

Moscow: Meditsina; 2007. 816 p. Russian (Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В. М. Фундаментальная и клиническая тироидология (руководство). М.: Медицина; 2007. 816 с).
2. Bellassen P, Kyrilli A, Lytrivi M, Corvilain B: Graves' disease, multinodular goiter and subclinical hyperthyroidism. Ann Endocrinol (Paris). www.sciencedirect.com/journal/annales-dendocrinologie/articles-in-press. Available online: 25 Sep 2018.
3. Collet T-H, Gussekloo J, Bauer DC, den Elzen WPJ, CappolaAR, Balmer P et al.: Subclinical hyperthyroidism and the risk of coronary heart disease and mortality. Arch Intern Med 2012, 172(10), 799-809.
4. De Leo S, Lee SY, Braverman LE: Hyperthyroidism. Lancet 2016, 388(10047), 906-918.
5. Devereaux D, Tewelde SZ: Hyperthyroidism and Thyrotoxicosis. Emerg Med Clin N Am 2014, 32(2), 277-292.
6. Franklyn JA, Boelaert K: Thyrotoxicosis. Lancet 2012, 379(9821), 1155-1166.
7. Kermani A: Hyperthyroidism. In: Encyclopedia of Gastroenterology. Ed.: Johnson LR, Academic Press, New York 2003, 413-415.
8. Korzun V.N., Tykhonenko Yu.S., Bruslova K.M. Functional foodstuffs in the prevention of iodine deficiency diseases. Hihiiena naselenykh mists' 2010; 55: 284-289. Ukrainian (Корзун В.Н., Тихоненко Ю.С., Бруслова К.М. Функціональні харчові продукти у профілактиці йоддефіцитних захворювань. Гігієна населених місць 2010; 55: 284-289).
9. Kyriacou A: Thyroid and Weight. In: Practical Guide to Obesity Medicine. Ed.: Weaver J, Elsevier, Philadelphia 2018, 49-57.
10. KyriacouA, KyriacouA, Makris KC, SyedAA, Perros P: Weight gain following treatment of hyperthyroidism - A forgotten tale. Clin Obes 2019, e12328.
11. Litvitskiy P.F. Endocrine pathology. Etiology and pathogenesis of endocrinopathy: dysfunction of thyroid and parathyroind glands. Voprosy sovremenno pediatrii 2012; 11(1): 61-75. Russian (Литвицкий П.Ф. Патология эндокринной системы. Этиология и патогенез эндокринопатий: нарушения функций щитовидной и паращитовидных желез. Вопросы современной педиатрии 2012; 1: 61-75).
12. Roti E, Uberti ED: Iodine excess and hyperthyroidism. Thyroid 2001, 11(5), 493-500.
13. Ryabukha O.I. Ultrastructural features of the follicular thyrocytes' synthetic activity while taking organic iodine under conditions of alimentary iodine deficiency. Visnyk problem biolohiї i medytsyny 2017; 4,2(140): 134-139. Ukrainian (Рябуха О.І. Ультраструктурні особливості синтетичної діяльності фолікулярних тироцитів при прийманні органічного йоду в умовах аліментарного йододефіциту. Вісник проблем біології і медицини 2017; 4,2(140): 134-139).
14. Ryabukha O.I. Study of the follicular thyrocytes' synthetic activity while taking inorganic iodine under conditions of alimentary iodine deficiency. Visnyk problem biolohiї i medytsyny 2017; 4,3(141): 218-223. Ukrainian (Рябуха О.І. Дослідження синтетичної діяльності фолікулярних тироцитів при прийманні неорганічного йоду в умовах аліментарного йододефіциту. Вісник проблем біології і медицини 2017; 4,3(141): 218-223).
15. Ryabukha O.I. Body weight as an indicator of the organisms's general condition while receiving iodine of organic and inorganic chemical origin under conditions of the optimal iodine supplementing. Visnyk problem biolohiї i medytsyny 2018; 1,1(142): 97-102. Ukrainian (Рябуха О.І. Маса тіла як показник загального стану організму при прийманні йоду органічної і неорганічної хімічної природи в умовах оптимального забезпечення йодом. Вісник проблем біології і медицини 2018; 1,1(142): 97-102).
16. Yemel'yanenko I.V., Voronych-Semchenko N.M., Tuchak O.I. et al. Comparative analysis of structural and functional peculiarities of the hypothalamic-pituitary-thyroid system under the conditions of correction of the thyroid gland hypothyroidism by potassium iodine and in combination with β-tocopherol. Klinichna ta eksperymental'na patolohiia 2012; 1,XI,3(41): 63-67. Ukrainian (Ємельяненко І.В., Воронич-Семченко Н.М., Тучак О.І. та ін. Порівняльний аналіз структурно-функціональних особливостей гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдної системи за умов корекції гіпофункції щитоподібної залози йодидом калію та в комплексі з β-токоферолом. Клінічна та експериментальна патологія 2012; 1,XI,3(41): 63-67).