

Взаємозв'язок показників імунної системи та тиреоїдного статусу в осіб з радіаційно-забруднених територій за умов психоемоційного навантаження

В.Л. Соколенко, С.В. Соколенко

Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького; e-mail: sokolenko@ukr.net

Вивчали особливості взаємозв'язку імунної системи та тиреоїдного статусу у мешканців радіаційно-забруднених територій, котрі зазнали додаткового психоемоційного навантаження. Обстежено 70 осіб з відносно екологічно чистих територій (контрольна група) і 100 осіб з IV радіаційної зони. Всі обстежені – студенти Черкаського національного університету віком від 18 до 24 років. Роль фактора, що зумовив формування психоемоційного навантаження, відіграла зимова екзаменаційна сесія. Встановлено, що 48 % обстежених з території посиленого радіоекологічного контролю мали ознаки гіпертиреозу. При цьому у осіб з підвищеним вмістом трийодтироніну (T_3) у периферичній крові спостерігалось певне напруження тиреоїдного статусу, що характеризувалося зростанням концентрації тиреотропного гормону (ТТГ: $3,67 \pm 0,25$ мкОД/мл порівняно з контрольною групою – $2,31 \pm 0,21$ мкОД/мл). За умов додаткового психоемоційного навантаження у осіб з ознаками гіпертиреозу вірогідно знижувався вміст T_3 від $2,59 \pm 0,07$ до $1,71 \pm 0,07$ нмоль/л на фоні відсутності змін концентрації тироксину і тенденції до зниження вмісту ТТГ. Ефект супроводжувався зниженням індексу кореляції між вмістом T_3 та окремими показниками клітинної ланки імунітету. Виявлені особливості можуть свідчити про вичерпування адаптаційних можливостей тиреоїдної системи, зумовлене пролонгованим впливом малих доз іонізуючого випромінювання.

Ключові слова: імунна система; тиреоїдний статус; радіаційне забруднення; стрес; кортизол; дезадаптація.

ВСТУП

Серед продуктів радіаційного забруднення одними з найбільш небезпечних для організму людини вважаються ізотопи йоду-131 (^{131}I), які домінують серед пріоритетних причин віддалених наслідків як у дитячого, так і дорослого населення, причому, зумовлюють виражений дозозалежний ефект [1]. Зростання концентрації радіоактивного йоду під час аварії на ЧАЕС викликало істотне внутрішнє опромінення, зокрема, при споживанні забруднених харчових продуктів, що призвело до розвитку різноманітних тиреоїдних патологій серед значних контингентів потерпілого населення [2, 3]. Зокрема, захворюваність на гіпотиреоз у Гомельській області зросла у 7 разів протягом 5 років після катастрофи,

на аутоімунний тиреоїдит – у більше ніж 600 разів [4]. Тиреоїдні дисфункції відмічені також серед ліквідаторів наслідків аварії на ЧАЕС. Найвищі ризики розвитку хронічного тиреоїдиту та гіпотиреозу відмічені при комбінованому характері опромінення щитоподібної залози, зокрема, поєднанні внутрішнього опромінення ^{131}I і та зовнішнього γ -опромінення [5].

Останнім часом тиреоїдні дисфункції вважаються досить поширеним явищем серед осіб, котрі народилися вже після чорнобильської катастрофи, тобто, не зазнали безпосереднього впливу радіоактивного йоду, причому, часто поєднуються зі станом підвищеної тривожності – типової ознакою наявності стресової ситуації [6]. Стресором може виступити будь-який стимул, здатний

змінити внутрішній гомеостаз, зазвичай, це психологічні, фізичні та фізіологічні стимули. Ініціювання відповіді на фізіологічні та фізичні фактори часто підсвідомі і мають виключно біологічний характер. Психологічні стрес-фактори зумовлюють додаткову когнітивну оцінку ситуації з прогнозуванням несприятливих наслідків та спроб знайти найбільш оптимальне вирішення. Однозначно, емоційний стресор повинен бути оцінений як фактор ризику для організму, що дає змогу скоординувати поведінкову та фізіологічну відповідь [7].

У розвитку стресової реакції беруть участь як тиреоїдна, так і імунна системи [8, 9]. Нині є докази участі клітин імунної системи у регуляції гормональної активності щитоподібної залози. Механізми, які лежать в основі такого явища, зокрема, за умов радіаційного опромінювання, потребують подальшого вивчення [10]. Таким чином, оцінка зв'язку між показниками імунної та тиреоїдної систем у осіб, котрі зазнали пролонгованого впливу малих доз іонізуючого випромінювання, залишається актуальною.

Мета нашої роботи – вивчити особливості взаємозв'язку показників імунної системи та тиреоїдного статусу у мешканців територій, забруднених радіонуклідами, за умов додаткового психоемоційного навантаження.

МЕТОДИКА

Обстежено 95 осіб чоловічої статі та 75 осіб жіночої статі (у період фолікулярної стадії менструального циклу), яких було поділено на дві групи: 1-ша (контрольна) – мешканці радіаційно-незабруднених районів (70 осіб) та 2-га – мешканці територій посиленого радіоекологічного контролю (IV радіаційна зона, щільність забруднення ґрунтів ізотопами ^{137}Cs $3,7 \cdot 10^4$ – $18,5 \cdot 10^4$ Бк/м², 100 осіб). Всі обстежені – студенти Черкаського національного університету віком від 18 до 24 років, котрі на час обстеження не мали гострих захворювань. Між показниками осіб

різних статей не спостерігалось статистично вірогідної різниці, тому надалі їх розглядали як єдину сукупність.

Забори крові проводили вранці до вживання їжі. У обстежених відбирали 15 мл венозної крові. Для частини аналізів (оцінки лейкоцитарної формули та кількості лейкоцитів) використовували капілярну кров. Перший аналіз показників імунної системи проводили у міжсесійний період, другий – після першого іспиту.

Загальне число лейкоцитів підраховували в камері Горяєва, лімфоцитів – на основі кров'яного мазка (фарбування за Романовським-Гімзе). Експресію поверхневих антигенів лімфоцитами периферичної крові визначали імунофлуоресцентним методом з використанням моноклональних антитіл до поверхневих маркерів клітин імунної системи LT1, LT3 (для оцінки експресії пан-Т-клітинних маркерів CD3 та CD5), LT4, LT8, LNK16 (для оцінки експресії антигенів CD4⁺, CD8⁺, CD16⁺ та CD72⁺) та F(ab)₂-фрагментів овечих антитіл до імуноглобуліну G (IgG) миші, мічених FITC («Сорбент», Росія). Вміст Ig у сироватці крові визначали методом радіальної імунодифузії з використанням моноспецифічних сироваток проти IgG(H), IgM(H), IgA(H), вміст кортизолу – імуноферментним методом з використанням набору «BIO-RAD» (США). Вміст тиреотропного гормону (ТТГ) досліджували за допомогою тест-набору PIA-ТТГ (IMMUNOTECH, Чехія), вміст тироксину (Т₄) – ріо-т4-іПр, трийодтироніну (Т₃) – ріо-т3-іПр (Інститут біоорганічної хімії Національної академії наук республіки Білорусь).

Отримані результати оброблено методами варіаційної статистики з використанням програми Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Виявлено, що для осіб, котрі зазнали пролонгованого впливу малих доз іонізуючого випромінювання, спостерігалось значне

варіювання концентрації ТТГ, T_3 та T_4 у периферичній крові. Враховуючи вищу калоригенну дію та біологічну ефективність T_3 , за вмістом цього гормону осіб з дослідної групи розділили на три підгрупи з ознаками: еутиреозу, гіпертиреозу, а також гіпотиреозу. Серед обстежених не було клінічних проявів патології щитоподібної залози.

Встановили, що без психоемоційного навантаження у обстежених з еутиреозом вміст T_3 та T_4 статистично не відрізнявся від контролю. В осіб з гіпертиреозом значення були достовірно вищі від контролю, з гіпотиреозом – нижчий вміст T_3 . Концентрація ТТГ у обстежених з гіпотиреозом та гіпертиреозом була вищою відносно контролю ($P < 0,05$; табл. 1). Таким чином, у обстежених з території посиленого радіоекологічного контролю спостерігалася певне напруження тиреоїдного статусу, що характеризувалося підвищеною концентрацією ТТГ у осіб з досить високим вмістом T_3 у периферичній крові. За умов додаткового психоемоційного навантаження у студентів з дослідної групи зростав вміст кортизолу у сироватці крові і спостерігалася тенденція до зниження вмісту ТТГ. При цьому у осіб з гіпертиреозом достовірно знизився вміст T_3 без змін T_4 . У обстежених

з еутиреозом T_3 демонстрував тенденцію до зниження, а з гіпотиреозом не було істотних коливань показника (див. табл. 1).

Згідно з даними літератури, активація секреції кортизолу за умов психотравмуючої ситуації призводить до зниження продукції гормонів щитоподібної залози [8]. Ефект найчастіше проявляється інгібуванням конверсії T_4 до біологічно активного T_3 на фоні зниження продукції ТТГ [11]. Зокрема, подібні ефекти спостерігалися у емігрантів з тривожно-депресивним синдромом [12]. У нашому випадку вміст ТТГ мав лише тенденцію до зниження, що можна пояснити двома факторами: по-перше, рівень тривожності у студентів не сягав рівня психотравмуючого; по-друге, спрацював фактор напруження гіпоталамо-гіпофізарної системи, зумовлений пролонгованим впливом малих доз іонізуючого випромінювання.

Вважають, що радіаційний чинник, викликаючи ураження тиреоїдних клітин, призводить до компенсаторної гіперпродукції гормонів повноцінними тиреоцитами. При тривалій дії опромінення можливе виснаження функцій щитоподібної залози, наслідком чого є розвиток периферичного гіпотиреозу [13]. Серед обстежених нами осіб з радіацій-

Таблиця 1. Показники вмісту кортизолу та тиреоїдного статусу у осіб з території посиленого радіоекологічного контролю, котрі зазнали впливу психоемоційного навантаження

Показники	Контроль (n=70)	Еутиреоз (n=31)	Гіпертиреоз (n=48)	Гіпотиреоз (n=21)
Кортизол, нмоль/л				
до сесії		629,45±18,01*	633,81±19,01*	624,974±17,36*
під час сесії	348,96±9,86	881,13±15,21**	890,11±18,65**	877,35±20,01**
Тиреотропний гормон, мкОД/мл				
до сесії		3,05±0,42	3,67±0,25*	3,74±0,21*
під час сесії	2,31±0,21	2,44±0,28	2,74±0,46	2,81±0,49
Трийодтиронін, нмоль/л				
до сесії		1,56±0,05	2,59±0,07*	0,75±0,03*
під час сесії	1,54±0,05	1,45±0,04	1,71±0,07**	0,73±0,05
Тироксин, нмоль/л				
до сесії		96,04±6,43	127,31±6,25*	78,22±8,31
під час сесії	81,55±5,73	94,25±7,12	120,98±8,48	77,12±5,39

* $P < 0,05$ щодо контролю;

** $P < 0,05$ щодо показників до психоемоційного навантаження.

но-забруднених територій переважна їх кількість мала ознаки гіпертиреозу. Різке зниження у них концентрації T_3 за умов емоційного стресу може бути свідченням вичерпування адаптаційних можливостей тиреоїдної системи. Дійсно, цю групу значною мірою сформували особи, котрі зазнали безпосереднього впливу факторів чорнобильської катастрофи (під час внутрішньоутробного розвитку або в період від народження до 7 років на час аварії) – 17 осіб з 21 (81 %). До групи з ознаками гіпертиреозу увійшло 7 таких осіб (14,6 %). Групу з еутиреозом сформували обстежені, що народилися після аварії на ЧАЕС. Таким чином, особи, що зазнали так званого «йодного удару» під час аварії, є групою з пригніченою активністю щитоподібної залози. Тривале проживання на забруднених радіонуклідами територіях сприяє ризику розвитку тиреоїдних патологій, що характеризуються гіперпродукцією тиреоїдних гормонів.

Раніше нами було показано, що між показниками Т-клітинного імунітету та тиреоїдної системи існують тісні кореляційні зв'язки. Найбільш істотними вони виявилися у підгрупі з гіпотиреозом: зниження вмісту T_3 корелювало з вираженою імуносупресією функціонально зрілих Т-лімфоцитів (за рахунок їх хелперної субпопуляції з фенотипом $CD4^+$) та вмістом природних кілерів з фенотипом $CD16^+$ [14]. Також було показано [9], що за умов психоемоційного навантаження у осіб з різним тиреоїдним статусом відбувалися односпрямовані зміни: знижувалася відносна та абсолютна кількість лімфоцитів на фоні підвищення числа нейтрофілів у периферичній крові; зниження відносної та абсолютної кількості хелперних Т-лімфоцитів з фенотипом $CD4^+$, імунорегуляторного індексу $CD4^+/CD8^+$ та вмісту сироваткового IgG. Проте, як наслідок, між обстеженими з еутиреозом, гіпотиреозом і гіпертиреозом нівелювалися відмінності, характерні для міжсесійного періоду.

Зокрема, за умов відсутності психоемоційного навантаження у підгрупі з гіперти-

реозом імуносупресія, зумовлена пролонгованим впливом малих доз іонізуючого випромінювання, була виражена сильніше, ніж з еутиреозом (за абсолютною кількістю Т-клітин з фенотипом $CD3^+$, відносною та абсолютною кількістю лімфоцитів з фенотипом $CD16^+$), а з гіпотиреозом – сильніше, ніж з еутиреозом (за відносною та абсолютною кількістю лімфоцитів з фенотипами $CD3^+$, $CD4^+$, $CD16^+$, імунорегуляторним індексом $CD4^+/CD8^+$) та гіпертиреозом (за абсолютною кількістю Т-лімфоцитів з фенотипом $CD3^+$, за відносною та абсолютною кількістю лімфоцитів з фенотипами $CD4^+$, $CD16^+$, імунорегуляторним індексом $CD4^+/CD8^+$; табл. 2). Тобто найбільш виражені зміни показників клітинного імунітету спостерігалися у осіб з гіпотиреозом.

Під час екзаменаційної сесії між підгрупами обстежених з різним тиреоїдним статусом достовірної відмінності за більшістю із вказаних показників не відмічалось, натомість лише – між відносною кількістю лімфоцитів з фенотипом $CD16^+$ у осіб з гіпотиреозом та еутиреозом (при гіпотиреозі значення нижче). Варто враховувати, що природні кілери, одним з маркерів яких є антиген $CD16$, належать до факторів вродженого імунітету. За відсутності емоційного навантаження у осіб дослідної групи з різним тиреоїдним статусом відмінностей за показниками неспецифічного клітинного імунітету не відмічалось. У разі гіпотиреозу відносна кількість паличкоядерних нейтрофілів була вищою, ніж при еутиреозі та гіпертиреозі. Зростання у периферичній крові кількості незрілих гранулоцитів є ще одним підтвердженням напруження імунної системи на фоні зниженої продукції тиреоїдних гормонів. Варто враховувати, що у осіб з гіпертиреозом відмічався підвищений вміст сегментоядерних нейтрофілів. Таким чином, додаткове психоемоційне навантаження нівелювало участь тиреоїдних гормонів у підтриманні певного рівня специфічного імунного статусу за умов стресової ситуації, можливість якого вказується у даних літера-

тури [10]. Найвні зміни вмісту нейтрофільної фракції у осіб з ознаками гіпотиреозу чи гіпертиреозу можуть зумовлюватися процесами міграції цих клітин як закономірного наслідку стресового впливу.

Виявлені особливості підтвердилися кореляційним аналізом: зв'язки, відмічені між вмістом T_3 та окремими показниками клітинної ланки імунітету у міжсесійний період, під час емоційного стресу стали нижчими від вірогідності коефіцієнта кореляції (рис. 1).

Згідно з даними Поповича [3], радіаційний стрес викликає напруження захисних

адаптивних механізмів, важливу роль серед яких відіграє гіпофізарно-тиреоїдна система. Внаслідок високої потреби та активного метаболізму тиреоїдних гормонів виникає їх відносний дефіцит, який в свою чергу активує секрецію ТТГ. Дія іонізуючого випромінювання потенціюється супутніми факторами, зокрема, психо-емоційним стресом.

Виявлені нами зміни тиреоїдного статусу (на фоні відсутності вираженої тиреоїдної патології) у осіб, котрі зазнали пролонгованого впливу малих доз радіації, можна охарактеризувати як синдром еутиреоїдної

Таблиця 2. Показники імунної системи у осіб дослідної групи з різним тиреоїдним статусом

Показники	Еутиреоз (n=31)	Гіпертиреоз (n=48)	Гіпотиреоз (n=21)
Нейтрофіли паличкоядерні, %			
до сесії	4,59±0,19	4,61±0,32	4,75±0,32
під час сесії	6,99±0,15	7,03±0,29	7,98±0,21*,**
Нейтрофіли сегментоядерні, %			
до сесії	65,21±0,39	66,01±0,68	65,21±0,61
під час сесії	67,05±0,46	68,85±0,25*	68,01±0,71
CD3 ⁺ , %			
до сесії	63,81±0,54	62,55±0,81	59,93±1,10*
під час сесії	55,41±0,92	55,99±1,12	53,01±1,13
CD3 ⁺ , x10 ⁹ /л			
до сесії	1,11±0,01	1,06±0,03*	0,87±0,03*,**
під час сесії	0,79±0,05	0,81±0,06	0,65±0,07
CD4 ⁺ , %			
до сесії	35,45±0,32	33,99±0,69	31,25±0,89*,**
під час сесії	30,84±0,99	30,18±0,92	28,34±0,89
CD4 ⁺ , x10 ⁹ /л			
до сесії	0,64±0,01	0,62±0,02	0,55±0,02*,**
під час сесії	0,42±0,02	0,44±0,07	0,35±0,06
CD4 ⁺ /CD8 ⁺			
до сесії	1,41±0,02	1,38±0,04	1,25±0,04*,**
під час сесії	1,22±0,05	1,21±0,05	1,05±0,07
CD16 ⁺ , %			
до сесії	15,21±0,79	12,85±0,65*	10,22±0,72*,**
під час сесії	11,17±0,72	9,75±1,02	7,89±0,74*
CD16 ⁺ , x10 ⁹ /л			
до сесії	0,25±0,01	0,20±0,01*	0,15±0,01*,**
під час сесії	0,15±0,02	0,11±0,02	0,08±0,03

* P<0,05 щодо еутиреозу;

** P<0,05 щодо гіпертиреозу.

слабкості (синдром нетиреоїдної хвороби, non-thyroidal illness, euthyroid sick syndrome) – складний і загадковий процес, що характеризується відсутністю явних ознак захворювання щитоподібної залози. Дійсно, у його легких формах проявляється зниження циркулюючого T_3 , зазвичай, у результаті збою трансформації T_4 у T_3 в печінці чи нирках. При важких формах може знижуватися вміст їх обох, що зумовлено порушенням виходу T_4 із щитоподібної залози [15, 16]. Синдром еутиреоїдної слабкості вважають потенційним наслідком багатьох факторів: голодування, інфекції, сепсису, травми, короткочасного тотального опромінення. Хоча його біологічна доцільність не відома, він може бути ланкою механізму збереження енергії у періоди фізіологічного стресу [16, 17]. Синдром еутиреоїдної слабкості може проявлятися у випадках, коли продукція ТТГ змінилася незначною мірою. Дані експериментів стали підставою для припущення, що причиною зниження вмісту тиреоїдних гормонів наразі є імуносупресія, зумовлена стресом чи радіаційним впливом і зниженням кількості імунних клітин-продуцентів ТТГ [18]. Розглядається можливість включення у процес екстрагіпофізарного ТТГ, синтезованого імунокомпетентними клітинами, котрі мігрували до щитоподібної залози [19].

Слід відмітити, що між окремими показниками лімфоцитарної ланки імунітету і

вмістом ТТГ існує позитивний кореляційний зв'язок, що практично не змінюється під час додаткового психоемоційного навантаження (рис. 2). Тобто стрес-індукована динаміка вмісту ТТГ і певних субпопуляцій лімфоцитів відбувалася паралельно. Це може бути підтвердженням гіпотези про наявність унікальної популяції гемопоетичних клітин кісткового мозку, здатних мігрувати до щитоподібної залози для інтратиреоїдального синтезу ТТГ. Очевидно, що ця система функціонує на паракринній основі із залученням місцевого синтезу і використання гормонів щитоподібної залози [20].

Таким чином, у осіб віком від 18 до 24 років, котрі зазнали пролонгованого впливу малих доз іонізуючого випромінювання, спостерігалось напруження тиреоїдної системи, найбільш виражене при ознаках гіпертиреозу. Істотне зниження у них вмісту T_3 , за умов додаткового психоемоційного навантаження, свідчить про збій адаптаційних можливостей тиреоїдної системи до дії екзогенних чинників і сформовані передумови переходу гіпертиреозного стану у гіпотиреозний. Враховуючи, що при гіпотиреозі радіаційно зумовлена імуносупресія виражена найбільше, виявлену тенденцію можна охарактеризувати як передумову розвитку у населення радіаційно-забруднених територій вторинних імунodefіцитних станів. Зниження кореляції між показниками тиреоїдного статусу та імунної

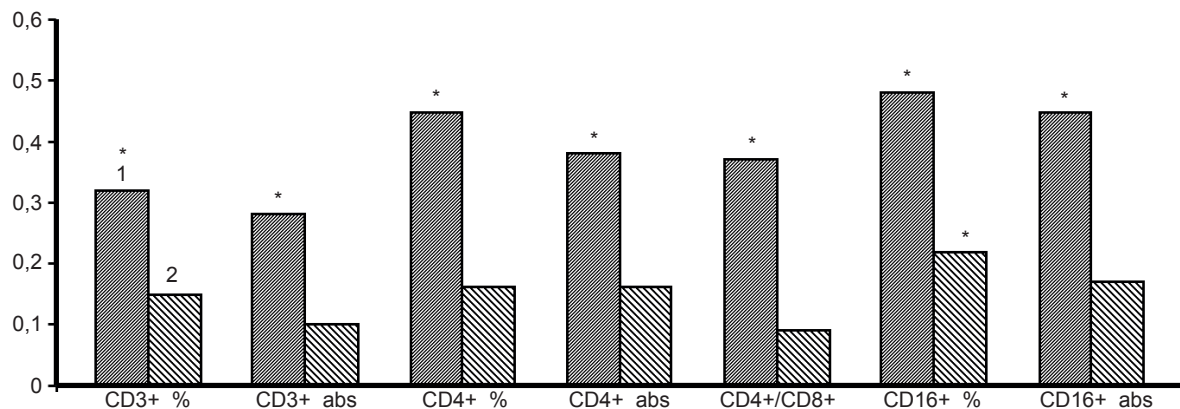


Рис. 1. Кореляція між вмістом трийодтироніну у периферичній крові та окремими показниками клітинної ланки імунітету: 1 – до сесії, 2 – під час сесії. * $P < 0,05$

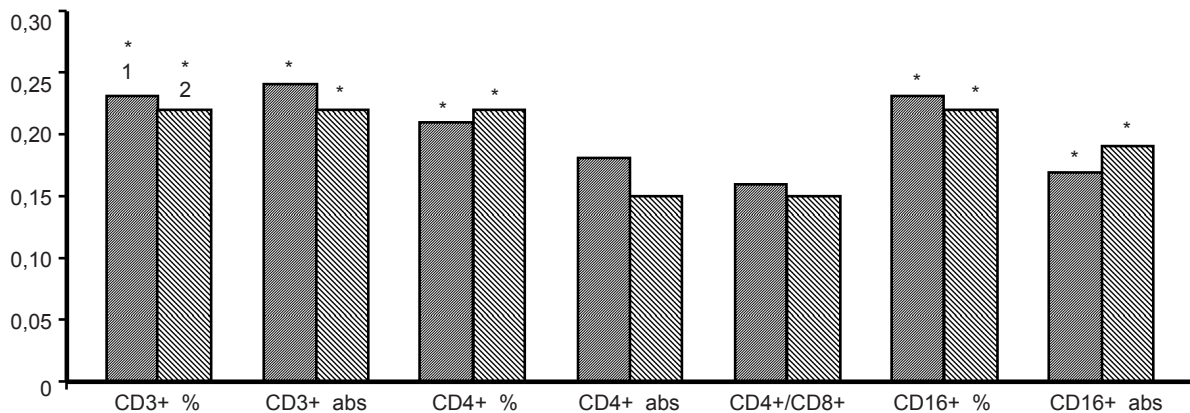


Рис. 2. Кореляція між вмістом тиреотропного гормону у периферичній крові та окремими показниками клітинної ланки імунітету: 1 – до сесії, 2 – під час сесії. * P<0,05

системи за умов додаткового психоемоційного навантаження вказує на порушення їхнього взаємозв'язку, можливість якого, за рахунок продукції імунокомпетентними клітинами ТТГ, описано у літературних джерелах [20].

В.Л. Соколенко, С.В. Соколенко

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ И ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА У НАСЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Изучали особенности взаимодействий между показателями иммунной системы и тиреоидного статуса у населения радиационно-загрязненных территорий, подвергнувшегося дополнительной психоэмоциональной нагрузке. Обследовано 70 человек из относительно экологически чистых территорий (контрольная группа) и 100 человек из IV радиационной зоны. Все обследованные – студенты Черкасского национального университета в возрасте от 18 до 24 лет. Роль фактора, обусловившего формирование психоэмоциональной нагрузки, сыграла зимняя экзаменационная сессия. Установлено, что 48 % обследованных из территории усиленного радиоэкологического контроля имели признаки гипертиреоза. При этом у лиц с повышенным содержанием трийодтиронина (T_3) в периферической крови наблюдалась определенное напряжение тиреоидной системы, характеризовавшееся ростом концентрации тиреотропного гормона (ТТГ: $3,67 \pm 0,25$ мкЕД/мл по сравнению с контрольной группой – $2,31 \pm 0,21$ мкЕД/мл). В условиях дополнительной психоэмоциональной нагрузки у лиц с признаками гипертиреоза достоверно снижалось содержание T_3 от $2,59 \pm 0,07$ до $1,71 \pm 0,07$ нмоль/л на фоне отсутствия изменений тироксина и тенденции к снижению

содержания ТТГ. Эффект сопровождался снижением индекса корреляции между содержанием T_3 и отдельными показателями клеточного звена иммунитета. Выявленные особенности могут свидетельствовать об истощении адаптационных возможностей тиреоидной системы, обусловленном пролонгированным воздействием малых доз ионизирующего излучения.

Ключевые слова: иммунная система; тиреоидный статус; радиационное загрязнение; стресс; кортизол; дезадаптация

V.L. Sokolenko, S.V. Sokolenko

INTERACTIONS BETWEEN IMMUNE SYSTEM PARAMETERS AND THYROID STATUS IN PEOPLE FROM RADIOACTIVE CONTAMINATED AREAS BY THE CONDITIONS OF EMOTIONAL STRESS

We have been studying specifics of interactions between immune system and thyroid status among inhabitants of radioactive contaminated areas who suffered further emotional stress. The research involved 70 people from relatively environmentally friendly areas (control group) and 100 people from the radiation zone IV. All examined are National University of Cherkasy students aged 18 to 24 years. The main factor that led to the formation of emotional stress was winter examination session. It was determined that 48% of examined taken from the areas of enhanced radiation monitoring showed the signs of hyperthyroidism. In this case, people with high content of triiodothyronine (T_3) in peripheral blood showed some definite tension in their thyroid system, which was characterized by increasing concentration of thyrotrophic hormone (TSH, 3.67 ± 0.25 μ IU/mL compared with control group – 2.31 ± 0.21 μ IU/mL). Under conditions of additional emotional stress in patients with symptoms of hyperthyroidism a significant reduction of triiodothyronine level was observed (from 2.59 ± 0.07 to 1.71 ± 0.07 nmol/l) along with the absence of changes in thyroxine level and tendency to reduction of TSH.

This effect was also accompanied by a decrease in correlation index between T₃ level and some definite indicators of cellular immunity. The revealed features may indicate a depletion of adaptive capacity of thyroid system caused by the prolonged effects of low doses of ionizing radiation.

Keywords: immune system; thyroid status; contamination; stress; cortisol; deconditioning

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

REFERENCES

- Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynik VA, Lubin JH et al. I-131 dose response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chernobyl accident. *Environ Health Perspect.* 2011;119(7):933–9.
- Demidchik YE, Saenko VA, Yamashita S. Childhood thyroid cancer in Belarus, Russia, and Ukraine after Chernobyl and at present. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2007;51:748–62.
- Popovych IL, Fliunt IS, Aliksieiev OI, Baryliak LH, Bilas VR. Sanogenetic principles of rehabilitation of urological patients of Chernobyl contingent at Truskavets resort. Kyiv: Computer press, 2003: 192 p.
- Stepanova EI, Kolpakov IE, Kondrashova VG, Vdovenko VYu, Davidenko OA, Galichanskaya TY et al. Review of 15-year observations of the children health suffered as a result of the Chernobyl accident. *Int J Radiat Med.* 2001; 3(1–2):128.
- Antipkin YG, Arabskaya LP. Peculiarities of hormonal regulation of physical development and bone tissue in children born after accident at Chernobyl Nuclear power plant. *Int J Radiat Med.* 2003; 5(1–2): 223–30.
- Contis G, Foley T.P. Depression, Suicide Ideation, and Thyroid Tumors Among Ukrainian Adolescents Exposed as Children to Chernobyl Radiation. *J Clin Med Res.* 2015; 7(5): 332–38.
- Filaire E, Alix D, Ferrand C, Verger M. Psychophysiological stress in tennis players during the first single match of a tournament. *Psychoneuroendocrinology.* 2009;34(1):150–7.
- Tafet GE, Bernadini R. Psychoneuroendocrinological links between chronic stress and depression. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 2003;27(6): 893–903.
- Sokolenko VL. Impact of emotional stress on the immune system indices among residents of radiation contaminated areas. *Fiziol Zh.* 2016; 62(4):53–9. [Ukrainian].
- Zhou Q, Wang H-C, Klein JR. Characterization of a novel anti-mouse thyrotropin monoclonal antibody. *Hybridoma Hybridomics.* 2002;21:75-9.
- Charmandari E, Tsigos C, Chrousos G. Endocrinology of the stress response. *Annu Rev Physiol.* 2005; 67:259–84.
- Nadolnyk LI. Stress and thyroid. *Biomed Chem.* 2010; 56(4): 443–56.
- Ito M, Yamashita S, Ashizawa K, Namba H, Hoshi M, Shibata Y et al. Childhood thyroid diseases around Chernobyl evaluated by ultrasound examination and fine needle aspiration cytology. *Thyroid.* 1995;5:365–8.
- Sokolenko VL. Cellular immunity indices in people with certain thyroid status characteristics under conditions of low doses of chronic radiation exposure. *Bull Probl Biol Med.* 2016; 1(126): 403–5 [Ukrainian].
- Kelley G. Peripheral metabolism of thyroid hormones: A review. *Alternative Med Rev.* 2000;5:306–33.
- De Groot LJ. Dangerous dogmas in medicine: The nonthyroidal illness syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999; 84:151–64.
- Fakete C, Gereben B, Doleschall M. Lipopolysaccharide induces type 2 iodothyronine deiodinase in the mediobasal hypothalamus: Implications for the nonthyroidal illness Syndrome. *Endocrinology.* 2004; 145:1649–55.
- Besedovsky HO, del Rey A, Sorkin E. Changes in plasma hormone profile after tumor transplantation into syngeneic and allogeneic rats. *Int J Cancer.* 1985;36:209–16.
- Klein JR, Wang H-C. Characterization of a novel set of resident intrathyroidal bone marrow-derived hematopoietic cells: potential for immune-endocrine interactions in thyroid homeostasis. *J Exp Biol.* 2004; 207(1): 55–65.
- Wang H-C, Whetsell M, Klein JR. Local hormone networks and intestinal T cell homeostasis. *Science.* 1997; 275:1937–9.

*Матеріал надійшов
до редакції 16.12.2016*