

Д.А. Джужа

РАДІОНУКЛІДНІ МЕТОДИ У ДІАГНОСТИЦІ ПЕРВИННОГО ГІПЕРПАРАТИРЕОЗУ*Національний інститут раку, Київ*

Первинний гіперпаратиреоз (ПГПТ) — патологічна гіперфункція прищитоподібних залоз, обумовлена їх гіперплазією або новоутвореннями. Частота ПГПТ у загальній популяції складає 0,1–0,5%, близько 85–87% випадків спричинюються солітарними аденомами, 9–10% — гіперплазією, 1–3% — раком прищитоподібних залоз (ПЩЗ) [1, 2].

Незалежно від етіології, клінічні прояви ПГПТ різноманітні та можуть включати ураження нирок, кістяка, шлунково-кишкового тракту та нервової системи. У зв'язку з множинністю клінічних проявів зазвичай рекомендують хірургічне лікування, надто у тих випадках, коли симптоматика є тяжкою та стійкою.

Інструментальні методи діагностики для візуалізації ПЩЗ застосовуються понад 30 років, але їх використання було обмеженим, що обумовлювалося високою частотою (до 95%) успішних операцій у досвідчених хірургів без передопераційної візуалізації. Навіть згідно з висновком, прийнятим 1991 року Узгоджувальною комісією Національного інституту здоров'я США, показання до передопераційної інструментальної локалізації ПЩЗ існують рідко, і процедура не є економічно ефективною [3].

Іншою причиною обмеженого застосування різних методів візуалізації патологічних ПЩЗ була відносно низька точність діагностики. Передопераційне УЗД є найбільш безпечним, доступним і дешевим методом, але має невисокі чутливість і специфічність — 30–90% і 40–100% відповідно. Суттєвим недоліком методу є обмежені можливості у дослідженні середостіння.

Передопераційна комп'ютерна томографія (чутливість — 46–55%, специфічність — 43–98%) дорого коштує та дає мало додаткової інформації для вибору тактики хірургічного лікування. Можливості КТ обмежено труднощами у диференційному діагнозі між анатомічними структурами однакової щільності та артефактами. Чутливість МРТ коливається у межах 50–90% і не перевищує чутливості скінтиграфії ПЩЗ в одних і тих самих групах хворих, специфічність же завжди нижча [4, 5].

На початку 1980-х років для обстеження хворих на первинний гіперпаратиреоз почали застосовувати дворадіонуклідну субтракційну скінтиграфію ПЩЗ із талієм-201 і ^{99m}Tc -пертехнетатом [6]. У ході виконання методики зазвичай спочатку реєструються скінтиграми середостіння та шиї через 2–3 хвилини після внутрішньовенного введення 80–120 МБк $^{201}\text{TlCl}_2$, а потім — скінтиграми з 80–400 МБк ^{99m}Tc -пертехнетату. Зі скінтиграм із $^{201}\text{TlCl}_2$ виконується комп'ютерне серійне віднімання скінтиграм із ^{99m}Tc -пертехнетатом до видалення зображення щитоподібної залози. Методика дає можливість візуалізувати лише аденоми ПЩЗ і гіперпластичні залози, нормальні ПЩЗ не виявляються через свої малі розміри. Клінічне застосування даної методики не дало очікуваних результатів: маючи чутливість 26–68% і специфічність 77–100%, вона не була досить точною, аби бути критерієм вибору обсягу хірургічного втручання [2, 7–9].

Ширшого розповсюдження скінтиграфія ПЩЗ набула 1990-ми роками із впровадженням у клінічну практику методик, що використовували ^{99m}Tc -сестамібі (^{99m}Tc -МІБІ). Вперше про обстеження ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі повідомили Coakley A.J. et al. 1989 року [10]. Пізніше було розроблено двофазну одно-радіонуклідну скінтиграфію ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі [11, 12] і субтракційні методики з йодом-123 або ^{99m}Tc -пертехнетатом [13, 14].

Двофазна методика є простою у виконанні, економічною, легко інтерпретується та має високі чутливість і специфічність. Вона ґрунтується на тому, що ^{99m}Tc -сестамібі виводиться з нормальної тканини ЩЗ значно швидше, ніж із гіперфункціонуючих ПЩЗ. Ділянки гіперфіксації радіофармпрепарату (РПФ), що зберігаються на відстрочених скінтиграмах, інтерпретуються як патологічно змінені ПЩЗ. Скінтиграми шиї та середостіння реєструються через 15 хвилин після введення 200–800 МБк ^{99m}Tc -сестамібі та повторюються через 1, 2 і 3 години. Перевага надається використанню коліматора «пінхол» [15].

Зазвичай вважається, що збільшення ПЩЗ викликано аденомою, якщо решта три залози мають нормальні розміри, тоді як діагноз гіперплазії виставляється за збільшення всіх чотирьох залоз. Водночас були повідомлення про існування одночасно двох аденом і двох нормальних ПЩЗ [16].

Точність діагностики за допомогою двофазної сцинтиграфії ПЩЗ може знижуватися з двох причин [17]. Перша — наявність у щитоподібній залозі вузлів, які накопичують і фіксують ^{99m}Tc -сестамібі тривалий час, як і паратиреоїдні аденоми [18, 19], що може обумовлювати хибно позитивні результати. Частота поєднання вузлового зоба та первинного гіперпаратиреозу може складати до 30% випадків [20, 21]. Іншим чинником, що знижує ефективність діагностики шляхом двофазної сцинтиграфії ПЩЗ, є існування паратиреоїдних аденом зі швидкою елімінацією ^{99m}Tc -сестамібі, порівнянню з виведенням із тканини щитоподібної залози, що може обумовлювати хибно негативні результати [22, 23]. У зв'язку з цим у випадках, коли припускається поєднання ПГПТ і вузлового зоба, рекомендується застосування двопрепаратної субтракційної сцинтиграфії ПЩЗ із ^{123}I або ^{99m}Tc -пертехнетатом.

Для здійснення субтракційної сцинтиграфії при щитоподібних залоз із йодом-123 внутрішньовенно вводять 10–20 МБк ^{123}I , через 2–4 години виконують сцинтиграфію шиї та середостіння, потім внутрішньовенно вводять 200–500 МБк ^{99m}Tc -сестамібі та проводять статичну або динамічну реєстрацію зображення впродовж наступних 30 хвилин. Після необхідних коректувань і комп'ютерної обробки із зображень, отриманих із ^{99m}Tc -сестамібі, віднімаються сцинтиграми з йодом-123.

Використовуючи різні вікна дискримінації, зображення з двома радіонуклідами можна реєструвати одночасно, що дозволяє усунути артефакти, пов'язані з позою пацієнта [24].

Хоча йод-123 є оптимальним РФП для субтракційної сцинтиграфії ПЩЗ, з його застосуванням пов'язано низку обмежень. Оскільки цей радіо-

нуклід не є генераторним, дослідження може проводитися лише у певні призначені дні, між введенням РФП і реєстрацією зображення необхідний досить тривалий інтервал (2–4 години); вартість йоду-123 значно більша, ніж ^{99m}Tc -пертехнетату. Тому було розроблено субтракційні сцинтиграфії ПЩЗ із застосуванням ^{99m}Tc -сестамібі та ^{99m}Tc -пертехнетату. У ході цих методик спочатку вводять внутрішньовенно 40–185 МБк ^{99m}Tc -пертехнетату і через 20 хвилин реєструють зображення щитоподібної залози, після чого вводять 300–500 МБк ^{99m}Tc -сестамібі та проводять динамічний запис зображення впродовж 20 хвилин. Після комп'ютерної обробки отримані сцинтиграми віднімаються. Основний недолік субтракційних методик із ^{99m}Tc -пертехнетатом — маскування накопичення ^{99m}Tc -сестамібі у ПЩЗ високою активністю РФП у щитоподібній залозі, але його можна усунути зменшенням активності ^{99m}Tc -пертехнетату, що вводиться, або прискоренням його виведення прийманням 400 мг калію перхлорату. Чутливість методики у хворих із паратиреоїдними аденомами складала 89–95%, хибно позитивних результатів, обумовлених вузлами щитоподібної залози, не реєстрували [17, 25–27]. Додаткові скісні проекції збільшують ефективність дослідження [28].

D.W. Dennam, J. Norman [2] наведено діагностичні показники двофазної та субтракційної методик передопераційної сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі у різних дослідженнях (таблиця). Вірогідної різниці в ефективності методик не знайдено.

За даними W.D. Leslie et al. [29], дворадіонуклідна субтракційна методика з йодом-123 є кращою за однорадіонуклідну з ^{99m}Tc -сестамібі. Водночас P. Klieger, R. O'Mara [16] вважають, що задовільної точності діагностики не можна досягти з двофазною методикою, яка у більшості випадків є економічно вигіднішою. Оскільки відзначено низьку чутливість сцинтиграфії з ^{99m}Tc -сестамібі за багатовузлового зоба та можливість отримання хибно позитивних результатів, обумовлених вузлами щитоподібної

Таблиця

Методика	Кількість робіт	Діагностичні показники			
		чутливість, %		специфічність, %	
		діапазон значень	середній показник	діапазон значень	середній показник
Сцинтиграфія ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі	24	75-100	90,37	93-100	99,07
Двофазна сцинтиграфія ПЩЗ	14	80-100	90,35	93-100	98,69
Субтракційна сцинтиграфія ПЩЗ	10	75-100	90,39	97,5-100	99,55

залози, за наявності супутніх захворювань щитоподібної залози можна рекомендувати субтракційну методику з йодом-123 [30].

Не встановлено вірогідної кореляції між чутливістю сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі та передопераційними рівнями паратиреоїдного гормону (ПГ), а також розмірами аденоми [16, 31].

Сцинтиграфію з ^{99m}Tc -сестамібі можна використовувати після неефективних паратиреоїдектомій з приводу ПГПТ для точної локалізації залишеної паратиреоїдної тканини та поліпшення результатів реоперації. Хоча ектопічні ПЩЗ спостерігаються лише у 12–20% випадків, їх частота, очевидно, більша у хворих із неефективними паратиреоїдектоміями [32, 33]. Р. Kleiger, R. O'Mara [16] рекомендують застосування сцинтиграфії ПЩЗ у хворих із попередніми неефективними паратиреоїдектоміями, якщо результатами дослідження можна полегшити хірургічний пошук ектопованих, додаткових або погано доступних (інтратиреоїдних або ретроезофагальних) аденом у ході реоперації.

1995 року було продемонстровано можливість використання ^{99m}Tc -тетрафосміну як РФП для сцинтиграфії ПЩЗ [34]. Він міг би бути зручною альтернативою ^{99m}Tc -сестамібі, адже для його приготування не потрібно кип'ятіння. Натомість у процесі оцінки результатів використання ^{99m}Tc -тетрафосміну було отримано суперечливі результати. За даними низки досліджень, ^{99m}Tc -тетрафосмін не є ефективною заміною ^{99m}Tc -сестамібі у двофазній сцинтиграфії ПЩЗ, що обумовлено недостатньою різницею у швидкості виведення його з тиреоїдної тканини та гіперфункціонуючих ПЩЗ [35–37]. За даними A. Giordano et al. [38], ^{99m}Tc -тетрафосмін і ^{99m}Tc -сестамібі продемонстрували ідентичну діагностичну чутливість за використання у субтракційній методиці сцинтиграфії ПЩЗ (93%), тоді як за застосування у двофазній методиці чутливість ^{99m}Tc -тетрафосміну виявилася значно нижчою (56% проти 88%). Отже, ^{99m}Tc -тетрафосмін можна використовувати як прийнятну альтернативу ^{99m}Tc -сестамібі лише у дворадіонуклідних субтракційних методиках.

Застосування однофотонної емісійної комп'ютерної томографії (ОФЕКТ) теоретично може підвищувати діагностичну точність сцинтиграфії ПЩЗ, оскільки полегшує контрастування між тканинами щитоподібної та прищитоподібної залоз, уточнює локалізацію ектопічних ПЩЗ. Хоча у низці праць зазначається, що ОФЕКТ не поліпшує діагностичних показників порівняно з планарною сцинтиграфією

[39–41], більшість авторів вважають, що застосування ОФЕКТ може надати суттєву допомогу у діагностиці [42–47].

ОФЕКТ/КТ є ефективнішою у діагностиці гіперфункціонуючих ПЩЗ, дає додаткову анатомічну інформацію [48–51]. К. Zaplatnikov et al. [52] рекомендують в усіх випадках аденом діаметром менше від 1 см застосовувати лише комбінацію ОФЕКТ/спіральна КТ.

Висока діагностична ефективність сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі дозволила використовувати її дані для визначення можливості застосування обмежених хірургічних втручань, що дозволяють зменшити час операції, її вартість, ускладнення, розширити можливості хірургічного лікування хворих із протипоказаннями до тривалої анестезії.

Додатковим чинником, що сприяв розповсюдженню обмежених операцій, стала розробка способу визначення рівня ПГ безпосередньо під час операції. Було встановлено, що зниження рівня ПГ більше, ніж на 50% порівняно з вихідним через 10 хвилин після видалення аденоми ПЩЗ є точним показником цілковитого видалення гіперфункціонуючої тканини з предикативним значенням 96–100% [53, 54]. У низці досліджень показано, що виконання обмежених дисекцій за даними сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі є безпечною та ефективною тактикою у хворих із солітарними прищитоподібними аденомами [53–55].

Подальшим розвитком обмежених хірургічних втручань за аденом ПЩЗ стала мінімально інвазивна радіоконтрольована операція (MIPO). Метод полягає у передопераційній діагностиці аденоми шляхом реєстрації ділянки підвищеного накопичення ^{99m}Tc -сестамібі та видаленні її через невеликий шкірний розтин. Запропоновано 2 протоколи MIPO. Згідно з першим, хворому вводять 740 МБк ^{99m}Tc -сестамібі та виконують передопераційну двофазну сцинтиграфію, через 3 години виконують операцію під контролем портативного інтраопераційного гамма-датчика. Головна перевага даного протоколу — виконання передопераційної діагностики та хірургічного втручання впродовж одного дня [56].

За другою методикою, запропонованою Casara D. et al. [57], передопераційну сцинтиграфію виконують субтракційним способом за декілька днів перед хірургічним втручанням, а безпосередньо перед паратиреоїдектомією в операційній вводять невелику активність (37 МБк) ^{99m}Tc -сестамібі. Під час операції визначають рівень ПГ для підтвердження радикальності видалення гіперфункціонуючої пара-

тиреоїдної тканини. На думку авторів, проведення субтракційної сцинтиграфії ПЩЗ дозволяє ліпше спланувати хірургічне втручання за наявності супутнього вузлового зоба. Введення малих активностей ^{99m}Tc -сестамібі безпосередньо перед операцією зменшує променеве навантаження на медперсонал і поліпшує діагностику аденом ПЩЗ зі швидким виведенням РФП. Виконання МІРО за цією методикою було успішним у 93% випадків. Аденоми ПЩЗ видаляли через шкірний розтин 2–2,5 см, середня тривалість операції складала 34 хвилини. За результатами інших досліджень, ефективність МІРО складала 95–100%, час операції — 10–50 хвилин (у середньому 32 ± 14 хв.) [58–60].

Основними перевагами МІРО є зменшення обсягу та часу операції, скорочення часу анестезії або можливість застосування місцевої анестезії, зменшення термінів госпіталізації. МІРО можна рекомендувати хворим із солітарними аденомами ПЩЗ, що характеризуються інтенсивним пасивним накопиченням ^{99m}Tc -сестамібі, без супутнього вузлового зоба, множинного ендокринного або родинного гіперпаратиреозу. Інтраопераційне визначення ПГ має бути обов'язковим [17]. МІРО може бути проведена у 60–70% хворих із ПГПТ, коли відбір пацієнтів здійснюється на підставі точної передопераційної візуальної діагностики [61].

МІРО, як і ендоскопічна операція, є безпечною та ефективною методикою для проведення мінімально інвазійної паратиреоїдектомії, водночас вона менш тривала та технічно легша. За наявності відділення ядерної медицини МІРО має вважатися хірургічною процедурою вибору для мінімально інвазійної паратиреоїдектомії [61].

D.W. Dennam, J. Norman [2] провели оцінку економічної ефективності передопераційної сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі у хворих із ПГПТ на підставі аналізу 175 праць. Автори встановили, що високі середні чутливість (90,7%) і специфічність (98,8%) дослідження дозволяють використовувати його як критерій для визначення можливості виконання однобічного хірургічного втручання. За результатами аналізу когорти з 6331 пацієнта, 87% випадків гіперпаратиреозу спричинюються солітарними аденомами. Середня економія витрат за проведення однобічної операції складає 650\$, і її можна реалізувати у 90% хворих із солітарною аденомою. Авторами доведено, що виконання обмеженої операції вже у 51% хворих робить економічно виправданим здійснення дослідження в усіх хворих. За даними сцинтиграфії ПЩЗ, 78% усіх хворих зі спора-

дичним первинним гіперпаратиреозом (чутливість 90% у 87% випадків із солітарними аденомами) показано однобічну операцію, що свідчить про економічну ефективність даного дослідження навіть з урахуванням можливої похибки близько 1%.

H. Chen et al. [62] проведено дослідження економічної ефективності проведення МІРО за даними сцинтиграфії ПЩЗ і традиційного двобічного хірургічного втручання. У групі хворих, де виконували МІРО, значно скорочувалися тривалість госпіталізації та вартість лікування з тією ж ефективністю лікування, що і в групі зі стандартною операцією.

Отже, двофазна та субтракційна сцинтиграфія ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі мають досить високі чутливість і специфічність, що робить їх клінічно корисними та економічно ефективними методиками для передопераційної топічної діагностики гіперфункціонуючих ПЩЗ за ПГПТ. Дворадіонуклідна субтракційна методика з йодом-123 може поліпшити точність діагностики у випадках із супутніми захворюваннями щитоподібної залози.

Сцинтиграфії ПЩЗ є показаними у хворих із попередніми нерезультативними паратиреоїдектоміями для підвищення ефективності реоперацій.

Дані сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі дозволяють визначати можливість виконання обмежених хірургічних втручань, які є економічно виправданими, менш тривалими і травматичними.

Сумісне застосування сцинтиграфії ПЩЗ із ^{99m}Tc -сестамібі та інтраопераційної радіометрії гамма-датчиком забезпечує проведення мінімально інвазійних радіоконтрольованих операцій, які за однакової з ендоскопічними втручаннями ефективності є технічно простішими та займають менше часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Heath H. III. Primary hyperthyroidism: incidence, mortality and potential economic impact in a community / H. III Heath, S.F. Hobgson S.F., M.A. Kennedy // *N. Engl. J. Med.* — 1980. — Vol. 302. — P. 189–198.
2. Dennam D.W. Cost-effectiveness of preoperative sestamibi scan for primary hyperparathyroidism is dependent solely upon the surgeon's choice of operative procedure / D.W. Dennam, J. Norman // *J. Am. Col. Surg.* — 1998. — Vol. 186. — № 3. — P. 293–304.
3. Consensus Development Conference Panel. Diagnosis and management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: Consensus Development Conference statement // *Ann. Intern. Med.* — 1994. — Vol. 114. — P. 593–597.
4. Lee V.S. MR imaging of abnormal parathyroid glands / V.S. Lee, Spritzer C.E. // *Am. J. Roentgenol.* — 1998. — Vol. 170. P. 1097–1103.

5. *Preoperative MR imaging in hyperthyroidism: results and factors affecting parathyroid detection* / McDermott V.G., Mendez Fernandez R.J., Meakem T.J. III [et al.] // *Am. J. Roengenol.* — 1996. — Vol. 166. — P. 705–710.
6. *Felin G. New perspectives in localization enlarged parathyroids by technetium-thallium subtraction scan* / G. Felin, N. Borsato, M. Camerani // *J. Nucl. Med.* — 1983. — Vol. 24. — P. 438–441.
7. *Mitchell B.K. Localization studies in patients with hyperparathyroidism* / B.K. Mitchell, R.C. Merrell, B.K. Kinder // *Surg. Clin. North Am.* — 1995. — Vol. 75. — P. 483–498.
8. *Miller D.L. Pre-operative localization and interventional treatment of parathyroid tumors: when and how?* / D.L. Miller // *World J. Surg.* — 1991. — Vol. 15. — P. 706–715.
9. *Broadie T.A. Location, location, location* / T.A. Broadie // *Am. Surg.* — 1997. — Vol. 63. — P. 567–572.
10. *Technetium-99m-sestamibi: a new agent for parathyroid imaging* / A.J. Coakley, A.G. Kettle, C.P. Wells [et al.] // *Nucl. Med. Com.* — 1989. — Vol. 10. — P. 791–794.
11. *Detection and localization of parathyroid adenomas in patients with hyperparathyroidism using a single radionuclide imaging procedure with technetium-99m-sestamibi (double-phase study)* / R. Taillefer, Y. Boucher, C. Potvin, R. Lambert // *J. Nucl. Med.* — 1992. — Vol. 33. — P. 1801–1807.
12. *Parathyroid imaging with technetium-99m-sestamibi: preoperative localization and tissue uptake studies* / J.M.J. O'Doherty, A.G. Kettle, C.P. Wells [et al.] // *J. Nucl. Med.* — 1992. — Vol. 33. — P. 313–318.
13. *Preoperative localization of parathyroid tissue with ^{99m}Tc-sestamibi 123I subtraction scanning* / P. Thule, K. Thakore, J. Vansant [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 1994. — Vol. 78. — P. 77–82.
14. *Wei J.P. Preoperative imaging of abnormal parathyroid glands in patients with hyperparathyroid disease using combination Tc-99m-pertechnetate and Tc-99m-sestamibi radionuclide scans* / J.P. Wei, G.J. Burke, A.R. Jr. Mansberger // *Ann. Surg.* — 1994. — Vol. 219. — P. 568–572.
15. *Comparison of pinhole and SPECT Tc-99m MIBI imaging in primary hyperparathyroidism* / I.A. Ho Shon, W. Yan, P. J. Roash [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2007. — Vol. 34, suppl. 2. — P. 204–205.
16. *Klieger P. The diagnostic utility of dual phase Tc-99m sestamibi parathyroid imaging* / P. Klieger, R. O'Mara // *Clin. Nucl. Med.* — 1998. — Vol. 23, № 4, P. 208–211.
17. *Giordano A. New trends in parathyroid scintigraphy* / A. Giordano, D. Rubello, D. Casara // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2001. — Vol. 28. — P. 1409–1420.
18. *Foldes I. Comparative scanning of thyroid nodules with technetium-99m pertechnetate and technetium-99m methoxyisobutylisonitrile* / I. Foldes, A. Levay, G. Stotz // *Eur. J. Nucl. Med.* — 1993. — Vol. 20. — P. 330–333.
19. *Rubello D. The role of technetium-99m methoxyisobutylisonitrile scintigraphy in the planning of therapy and follow-up of patients with differentiated thyroid carcinoma after surgery* / D. Rubello, R. Mazzarotto, D. Casara // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2000. — Vol. 27. — P. 431–440.
20. *Parathyroid imaging using simultaneous double-window recording of technetium-99m-sestamibi and iodine-123* / E. Hindie, D. Melliere, C. Jeanguillaume [et al.] // *J. Nucl. Med.* — 1998. — Vol. 39. — P. 1100–1105.
21. *Role of preoperative imaging with ^{99m}Tc/MIBI scintigraphy combined with neck ultrasound, and intraoperative sestamibi gamma probe technique in planning unilateral and minimally invasive surgery in primary hyperparathyroidism* / D. Casara, D. Rubello, M.R. Pelizzo, B. Shapiro // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2001. — Vol. 21. P. 1351–1359.
22. *Parathyroid adenomas without sestamibi retention* / W.D. Leslie, K.T. Riese, J.O. Dupont, A.E. Teterdy // *Clin. Nucl. Med.* — 1995. — Vol. 20. — P. 699–702.
23. *Rapid wash-out of technetium-99m-MIBI from a large parathyroid adenoma* / F. Benard, B. Lefebvre, F. Beuvon [et al.] // *J. Nucl. Med.* — 1995. — Vol. 36. — P. 241–243.
24. *Parathyroid imaging using simultaneous double-window recording of technetium-99m-sestamibi and iodine-123* / E. Hindie, D. Melliere, C. Jeanguillaume [et al.] // *J. Nucl. Med.* — 1998. — Vol. 39. — P. 1100–1105.
25. *Wei J.P. Preoperative imaging of abnormal parathyroid glands in patients with hyperthyroid disease using combination of Tc-99m-pertechnetate and Tc-99m-sestamibi radionuclide scans* / J.P. Wei, G.J. Burke, A.R. Mansberger // *Ann. Surg.* — 1994. — Vol. 5. — P. 568–573.
26. *The accuracy of parathyroid gland localization in primary hyperthyroidism using sestamibi radionuclide imaging* / B. Johnston, M.J. Carroll, K.E. Britton [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 1996. — Vol. 81. — P. 346–352.
27. *Parathyroid imaging with pertechnetate plus perchlorate/MIBI subtraction scintigraphy. A fast and effective technique* / D. Rubello, G. Saladini, D. Casara [et al.] // *Clin. Nucl. Med.* — 2000. — Vol. 25. — P. 527–531.
28. *I123/Tc99m-sestamibi parathyroid scintigraphy: the benefit of pinhole oblique views* / H. Rakotonirina, C. Jeanguillaume, G. Metrard [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2008. — Vol. 35, suppl. 2. — P. 371.
29. *Parathyroid adenomas without sestamibi retention* / W.D. Leslie, K.T. Riese, J.O. Dupont, A.E. Peterdy // *Clin. Nucl. Med.* — 1995. — Vol. 20. — P. 699–704.
30. *Comparison among sonography, double-tracer subtraction scintigraphy, and double-phase scintigraphy in the detection of parathyroid lesions* / S. Mazzeo, D. Caramella, R. Lencioni [et al.] // *AJR.* — 1996. — Vol. 166. — P. 1465–1501.
31. *Significance of the parathyroid hormone values in the primary hyperparathyroidism* / M.P. Orduna, L. Diez, P. Paredes [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2007. — Vol. 34, suppl. 2. — P. 304.

32. Levin K.E. The reasons for failure in parathyroid operations / K.E. Levin, O.H. Clark // *Arch. Surg.* — 1989. — Vol. 124. — P. 911–917.
33. Akerstorm G. Surgical anatomy of human parathyroid glands / G. Akerstorm, J. Malmaeus, R. Bergstrom // *Surgery.* — 1984. — Vol. 95. — P. 14–21.
34. Ishibashi M., Nishida H., Kumabe T. et al. Tc-99m tetrofosmin: a new diagnostic tracer for parathyroid imaging // *Clin. Nucl. Med.* — 1995. — Vol. 20. — P. 902–905.
35. Mansi L. Kinetics of Tc-99m sestamibi and Tc-99m tetrofosmin in a case of parathyroid adenoma / L. Mansi, P.F. Rambaldi, G. Marino [et al.] // *Clin. Nucl. Med.* — 1996. — Vol. 21. — P. 700–703.
36. Nowak B. Various dynamics of Tc-99m-tetrofosmin and Tc-99m-MIBI in a parathyroid adenoma / B. Nowak, O. Sabri, C. Hoff [et al.] // *Nuclear medicine.* — 1999. — Vol. 38. — P. 160–163.
37. ^{99m}Tc-tetrofosmin of ^{99m}Tc-sestamibi for double-phase parathyroid scintigraphy? / A.C. Froberg, R.Valkema, H.J. Bonjer, E.P. Krenning // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2003. — Vol. 30. — P. 193–196.
38. Italian multicenter study on ^{99m}Tc-tetrofosmin and ^{99m}Tc-sestamibi in parathyroid scintigraphy. Results in 133 subjects / A. Giordano, G. Meduri, G. Rubini [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 1998. — Vol. 25. — P. 956.
39. Comparison of parathyroid imaging with technetium-99m-pertechnetate/sestamibi subtraction, double-phase technetium-99m-sestamibi and technetium-99m-sestamibi SPECT / C.C. Chen, L.E. Holder, W.A. Scvill [et al.] // *J. Nucl. Med.* — 1997. — Vol. 38. — P. 834–839.
40. Staudenherz A., Abela C., Niederle B. et al. Comparison and histopathological correlation of three parathyroid imaging methods in a population with high prevalence of concomitant thyroid disease / A. Staudenherz, C. Abela, B. Niederle [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 1997. — Vol. 24. — P. 143–149.
41. Comparison of pinhole and SPECT Tc-99m MIBI imaging in primary hyperparathyroidism / I.A. Ho Shon, W. Yan, P. J. Roash [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2007. — Vol. 34, suppl. 2. — P. 204–205.
42. Iterative reconstruction: an improvement of technetium-99m-MIBI SPECT for the detection of parathyroid adenoma? / D. Moka, W. Eschner, E. Voth [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2000. — Vol. 27. — P. 485–489.
43. Giordano A. Uso del SPET con ^{99m}Tc-sestamibi en un paciente afecto de un carcinoma laringeo y de un adenoma paratiroideo / A. Giordano, J. Galli, L. Corina // *Rev. Esp. Med. Nucl.* — 2000. — Vol. 3. — P. 212–215.
44. Rubello D. The role of scintigraphy with dual tracer and potassium perchlorate (^{99m}Tc₄ and KClO₄/MIBI) in primary hyperparathyroidism / D. Rubello, G. Saladini, D. Casara // *Minerva Endocrinol.* — 2001. — Vol. 26. — P. 13–21.
45. Dabiri Oskouie S.S. The role of SPECT Tc-99m-MIBI parathyroid scintigraphy in the preoperative evaluation of patients with primary hyperparathyroidism / S.S. Dabiri Oskouie, S. Emami, F. Dabiri // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2008. — Vol. 35, suppl. 2. — P. 370.
46. Parathyroid detection by pinhole SPECT / M. Hesse, C. Brichand, S. Walrand [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2008. — Vol. 35, suppl. 2. — P. 370.
47. Can we simplified the parathyroid gland gammagraphic technique to the exclusively use of SPECT-MIBI-Tc99m / C.C. Jose Manuel, L. Celmira, M. Antonio [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2009. — Vol. 36, suppl. 2. — P. 451.
48. Usefulness of SPECT-CT in the diagnosis in hyperparathyroidism / A. Rodriguez-Revuelto, E. Rivera, V. Camacho [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2007. — Vol. 34, suppl. 2. — P. 204.
49. SPECT-CT in the detection and localization of the hyperfunctioning parathyroid glands / S.M. Rossi-Seoane, J. Castell Conesa, M. Boronat de Ferrater [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2008. — Vol. 35, suppl. 2. — P. 371–372.
50. Value of dual-phase ^{99m}Tc sestamibi SPECT/CT in preoperative assessment of patients with primary hyperparathyroidism / N. Solar, K. Taborska, J. Asti [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2009. — Vol. 36, suppl. 2. — P. 360.
51. Role of SPECT/CT in preoperative assessment of patients before minimally invasive radioguided parathyroidectomy / G. Manca, E. Biggi, M. Arganini [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2009. — Vol. 36, suppl. 2. — P. 375.
52. Value of Tc-99m-MIBI-SPECT and SPECT/CT-Fusion in addition to planar Tc-99m-MIBI scintigraphy in hyperparathyroidism / K. Zaplatnikov, W. Wiedemann, V. Soukhov // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2008. — Vol. 35, suppl. 2. — P. 371.
53. Sfakianakis G.N., Irvin G.L., Foss J. et al. Efficient parathyroidectomy guided by SPECT-MIBI and hormonal measurements // *J. Nucl. Med.* — 1996. — Vol. 37. — P. 798–804.
54. Carty S.E., Worsey M.J., Virji M.A. et al. Concise parathyroidectomy: the impact of preoperative SPECT ^{99m}Tc-sestamibi scanning and intraoperative quick parathormone assay // *Surgery.* — 1997. — Vol. 122. — P. 1107–1116.
55. Hindie E., Melliere D., Jeanguillaume C. et al. Unilateral surgery for primary hyperparathyroidism on the basis of technetium-99m sestamibi iodine-123 subtraction scanning // *Arch. Surg.* — 2000. — Vol. 135. — P. 1461–1468.
56. Norman J.G. Minimally invasive radioguided parathyroidectomy: an endocrine surgeon's perspective // *J. Nucl. Med.* — 1998. — Vol. 39. — P. 24.
57. Casara D., Rubello D., Piotto A., Pelizzo M.R. ^{99m}Tc-MIBI radio-guided minimally invasive parathyroid surgery planned on the basis of a preoperative combined ^{99m}Tc-pertechnetate/^{99m}Tc-MIBI and ultrasound imaging protocol // *Eur. J. Nucl. Med.* — 2000. — Vol. 27. — P. 1300–1304.
58. The utility of Tc-99m-sestamibi in the localization of parathyroid adenomas in minimally invasive radiogu-

- ided surgery / R.P. Hussain, A. Jamal, M. Zaman [et al.] // Eur. J. Nucl. Med. — 2007. — Vol. 34, suppl. 2. — P. 305.
59. Radioguided surgery in primary hyperparathyroidism due to parathyroid adenoma / E. Prats, P. Razola, L. Tardin [et al.] // Eur. J. Nucl. Med. — 2007. — Vol. 34, suppl. 2. — P. 372.
 60. Radioguided surgery on the treatment of ectopic parathyroid adenoma / L. Tardin, A. Andres, E. Prays [et al.] // Eur. J. Nucl. Med. — 2008. — Vol. 35, suppl. 2. — P. 370.
 61. Rubello D., Nuclear medicine and minimally invasive surgery of parathyroid adenomas: a fair marriage / D. Rubello, M.R. Pelizzo, D. Casara // Eur. J. Nucl. Med. — 2003. — Vol. 30. — P. 189–192.
 62. Chen H., Sokoll L.J., Udelsman R. Outpatients minimally invasive parathyroidectomy: a combination of sestamibi-SPECT localization, cervical block anesthesia, and intraoperative parathyroid hormone assay // Surgery. — 1999. — Vol. 126. — P. 1016–1022.

РЕЗЮМЕ

Радионуклидные методы в диагностике первичного гиперпаратиреоза**Д.А. Джужа**

В обзоре подробно описаны радионуклидные методы, применяемые в комплексной диагностике первичного гиперпаратиреоза. Показано, что предоперационная сцинтиграфия паращитовидных желез с ^{99m}Tc -сестамиби позволяет повысить точность диагностики гиперфункционирующих паращитовидных желез, оптимизировать тактику хирургического лечения и является экономически оправданной.

Ключевые слова: первичный гиперпаратиреоз, аденома паращитовидной железы, сцинтиграфия паращитовидных желез, ^{99m}Tc -сестамиби.

SUMMARY

Radionuclide methods in the diagnostics of the primary hyperparathyroidism**D. Dzhuzha**

In article the radionuclide methods at complex diagnostics of primary hyperparathyroidism were reviewed. It was showed that preoperative parathyroid scintigraphy with ^{99m}Tc -sestamibi increased the efficacy of the diagnostics of hyperfunction parathyroid glands, optimized the tactics of operative treatment and is cost effective.

Key words: primary hyperparathyroidism, parathyroid adenoma, parathyroid scintigraphy, ^{99m}Tc -sestamibi.

Дата надходження до редакції 23.09.2010 р.