

УДК: 616 - 073.916

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РАДІОНУКЛІДНОЇ ДІАГНОСТИКИ В УКРАЇНІ

Зараз у світі інтенсивно розвивається радіонуклідна діагностика. Серед методів радіонуклідної діагностики важливе місце займають методи емісійної комп'ютерної томографії – однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ) і позитронна емісійна томографія (ПЕТ) [1, 2].

Україна – єдина серед країн СНД та одна з небагатьох країн світу, що розробила кілька моделей ОФЕКТ і налагодила їх серійне виробництво.

В Україні зараз функціонує 64 відділення та лабораторії радіонуклідної діагностики, в яких працюють 156 лікарів радіонуклідної діагностики. Для порівняння: у 1988 році в Україні працювало 203 лікарів в галузі ядерної медицини. В останні роки в зв'язку з відкриттям нових центрів дещо збільшилась кількість лікарів, але це не компенсує скорочення числа лікарів, особливо в 90-х роках ХХ сторіччя.

На сьогодні день на оснащенні відділень радіонуклідної діагностики перебувають:

- радіометри *in vitro* та *in vivo*;
- радіографи (переважно для виконання ренографії);
- сканери;
- гамма-камери, переважно угорського виробництва (МВ-9100 та МВ-9200);
- ОФЕКТ, переважно вітчизняного виробництва (ГКС-301Т «Тамара», ОФЕКТ-1);
- ОФЕКТ/КТ-3;
- ПЕТ/КТ-4.

Закуплені комбіновані діагностичні системи трьох модальностей: ОФЕКТ/ПЕТ/КТ.

Щодо радіонуклідної діагностики в світі, то станом на 2010 рік у США працювало понад 12 тисяч гамма-камер та ОФЕКТ. Функціонувало понад 300 ПЕТ-центрів з циклотронами та модулями синтезу та понад 1500 відділень, оснащених ПЕТ та ПЕТ/КТ з сателітною схемою забезпечення РФП. Один ПЕТ припадає менше ніж на 200000 населення (оптимально – 1 апарат на 1 млн населення). Працюють понад 3000 лікарів ядерної медицини та понад 14 тисяч медичних технологів, що виконують дослідження. Щорічно проводять більше ніж 13 млн досліджень із використанням РФП та 100 млн лабораторних тестів (радіоімунологічний аналіз).

Кількість гамма-камер ОФЕКТ на 1 млн населення:

- США – близько 40;
- Японія – 21,6;
- Західна Європа – 10,3 (Німеччина, Бельгія – понад 20, Франція – 5,2);
- Східна Європа – 2,2 (Україна – 1, Росія – 1);
- Латинська Америка – 2,1.

Оновлення гамма-камер в економічно розвинених країнах – кожні 5 років.

Кількість радіонуклідних обстежень на 1000 населення в рік: США – 32, Канада – 65, Німеччина – 34, Чехія – 28, Росія – 7, Україна – 5.

Структура радіонуклідних обстежень у США:

- ядерна кардіологія – 46%;
- онкологія – 34%;
- неврологія – 10%;
- інші дослідження – 10%.

На жаль, в Україні радіонуклідні дослідження серця виконують тільки в кількох відділеннях, і кількість цих досліджень мінімальна. Для порівняння: у США виконується щорічно 15 радіонуклідних досліджень серця на 1000 населення; в місті Томську (РФ, населення 550 тис.) виконується понад 4000 досліджень на рік, що становить більше ніж 7 радіонуклідних досліджень серця на 1000 населення.

Методи ядерної медицини використовуються більш ніж у 50 країнах світу.

На потреби ядерної медицини витрачається 50% річного виробництва радіонуклідів в усьому світі. Світове виробництво і споживання РФП зростають щорічно на 10-15%. Очікується подальше зростання ринку РФП за рахунок збільшення кількості досліджень і за рахунок появи нових більш ефективних РФП.

У світовій практиці використовується близько 130 радіодіагностичних методів *in vivo* і велика кількість наборів для радіоімунологічного аналізу. У Росії використовується 22 РФП для сцинтиграфії та ОФЕКТ, 20 імпортованих наборів для радіоімунологічного аналізу.

У США в 1964 р. у Рестоні, штат Вірджинія, створене Товариство ядерної медицини, сучасна назва – Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI).

В Європі в 1985 році в Лондоні створена Європейська асоціація ядерної медицини (European Association of Nuclear Medicine (EANM)).

Українське товариство фахівців з ядерної медицини (УТФЯМ) створене в 1999 році у Києві на першому (установчому) з'їзді. Другий з'їзд УТФЯМ відбувся в 2004 році в Черкасах, третій – у 2007 році в Харкові, четвертий – у 2011 році в Одесі, п'ятий – в 2014 році в Києві. Щорічно УТФЯМ проводить науково-практичні конференції, на яких розглядаються актуальні проблеми ядерної медицини, наради завідувачів кафедр радіології з питань до та післядипломної освіти.

Таким чином, із наведеного вище видно відставання ядерної медицини України від економічно розвинутих країн, з іншого боку – позитивні моменти: створення вітчизняної апаратури для радіонуклідної діагностики, закупівля імпортованої радіодіагностичної апаратури, зокрема гібридних діагностичних систем, відкриття ПЕТ-центрів та впровадження в медичну практику ПЕТ/КТ-досліджень.

Перше ПЕТ/КТ-дослідження в Україні виконане 3 листопада 2011 року у Всеукраїнському центрі радіохірургії з використанням ПЕТ-технологій Клінічної лікарні «Феофанія». Центр оснащений сучасним комбінованим томографом Biograph 64 TruePoint (рис. 1), циклотроном (рис. 2), модулем синтезу. Є лабораторія контролю якості. У гібридному апараті Biograph 64 TruePoint:

- Діаметр кільця – 84,2 см.
- Розмір окремого детектора – 4x4 x 20 мм.
- Кількість детекторних кілець – 39 (опція – 52).

- Кількість детекторів на кільці – 624.
- Сумарна кількість детекторів – 24336 (опція – 32448).
- Аксиальне поле зору – 162 мм (опція – 216 мм).
- Кількість зрізів – 81 (опція – 108).
- Кількість детекторних блоків – 144.
- Кількість кристалів у детекторному блоці – 169.
- Кількість фотоелектронних помножувачів на детекторний блок – 4.

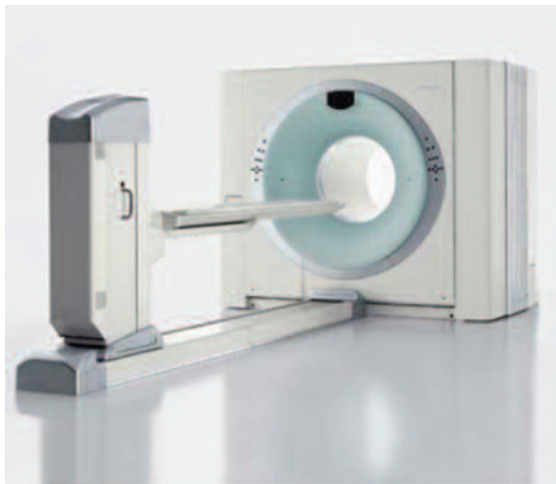


Рис. 1. ПЕТ/КТ Biograph 64 TruePoint (Siemens)



Рис. 2. Циклотрон Eclipse (Siemens)

На сьогодні в Україні функціонують ПЕТ-центри в Клінічній лікарні «Феофанія», Київському міському клінічному онкологічному центрі. Ці центри оснащені комбінованими діагностичними ПЕТ/КТ, циклотронами для виробництва РФП, модулями синтезу. У лікарні сучасної онкологічної допомоги встановлено ПЕТ/КТ з сателітною схемою забезпечення РФП (^{18}F -фтордезоксиглюкоза (^{18}F -ФДГ)).

ПЕТ має найбільше значення в онкології, кардіології, неврології [3 – 5].

При проведенні ПЕТ дуже важливий анамнез, який збирає перед дослідженням лікар, що проводить і інтерпретує дослідження, бажано із заповненням форми. При цьому указується:

- Первинний діагноз (дата).
- Первинне лікування – операція, хіміотерапія, променева терапія (дати).
- Гістологія (детально).
- Стадія захворювання, ступінь злоякісності пухлини.

- До- або післяопераційна хіміотерапія (так, ні); дати проведення.
- До- або післяопераційна променева терапія (так, ні); дати проведення.
- За наявності рецидиву чи виконувалася операція або інше лікування.
- Скарги, симптоми на сьогодні.
- Результати попередніх променевих та інших інструментальних досліджень (рентгенографія, ультразвукове дослідження, сцинтиграфія, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія з вказівкою дати дослідження).
- Рівень пухлинних маркерів.
- Супутні і перенесені захворювання.
- Сімейний анамнез (онкологічний).
- Лікування на сьогодні.
- Клінічна інформація, яку потрібно отримати при проведенні ПЕТ.

Дослідження проводиться натщесерце (мінімум через 6 годин після прийому їжі, краще – через 12 годин). Пацієнтам забороняється пити напої з цукром (тільки вода). Необхідно перевірити рівень глюкози в крові перед ін'єкцією ^{18}F -ФДГ. Дослідження можна проводити, якщо рівень глюкози в крові менше 10 ммоль/л. Інакше – дослідження відкладають до зниження рівня глюкози до вищезгаданих цифр. Якщо зниження рівня глюкози не досягнуто, дослідження має бути перенесене. Пацієнтам із цукровим діабетом не призначають пероральні гіпоглікемічні препарати або інсулін перед введенням ^{18}F -ФДГ (інсулін вводиться не пізніше, ніж за 2 години до введення РФП).

Ін'єкція ^{18}F -ФДГ проводиться в розслабленому положенні в зручному кріслі. Після ін'єкції ^{18}F -ФДГ пацієнтові можна читати, але не можна розмовляти, ходити, жувати. Необхідно уникати будь-якої м'язової активності. ^{18}F -ФДГ вводять внутрішньовенно з розрахунку 5 МБк/кг маси пацієнта. Дослідження виконують через 45-60 хвилин після введення РФП. Обов'язкова гідратація організму: до 1 л води (до і після введення РФП). Необхідне часте спорожнення сечового міхура, а також обов'язково безпосередньо перед укладанням на ПЕТ/КТ-сканер.

Протокол дослідження для ПЕТ/КТ:

1. Дослідження проводиться натщесерце.
2. Ін'єкція ^{18}F -ФДГ.
3. Пацієнт у лежачому, розслабленому положенні мінімум 20 хвилин.
4. Спорожнення сечового міхура безпосередньо перед дослідженням.
5. Топограма.
6. Низькодозова КТ (від голови до дна таза, за показаннями – всього тіла) або КТ з контрастним підсиленням. КТ-протоколи мають бути пристосовані до конкретних завдань. Дані трансмісійних вимірювань використовуються для корекції ослаблення.
7. ПЕТ-дослідження.
8. Суміщення зображень апаратними методами і інтерпретація результатів.

Як указувалося вище, ПЕТ найчастіше застосовують в онкології. Показання для проведення ПЕТ/КТ з ^{18}F -ФДГ:

- діагностика первинної пухлини (обмежене застосування, рис. 3);

- визначення наявності та поширеності метастатичного процесу в лімфатичних вузлах (рис. 4);
- діагностика віддалених метастазів (рис. 5 – 7);
- оцінка ефективності лікувальних заходів (рис. 8);
- вибір оптимальних полів опромінення при плануванні променевої терапії;
- своєчасна діагностика рецидивів при динамічному спостереженні за хворими (рис. 9, 10).

Проблеми в області радіонуклідної діагностики в Україні та шляхи їх вирішення

1. Апаратура. В Україні переважно фізично і морально застарілі гамма-камери. Шляхи вирішення: виробництво вітчизняної апаратури (ОФЕКТ-2), закупівлі імпортової, особливо ОФЕКТ/КТ, ПЕТ/КТ та інших гібридних систем.

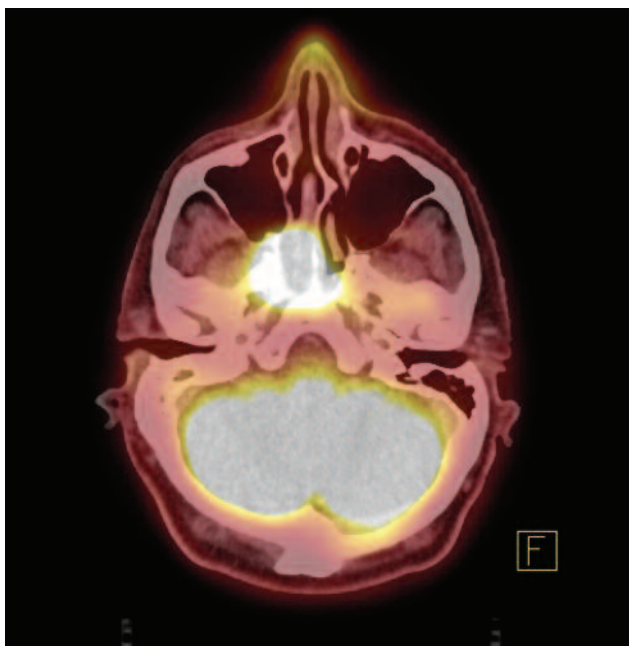


Рис. 3. ПЕТ/КТ, аксіальний зріз. Пухлина носоглотки

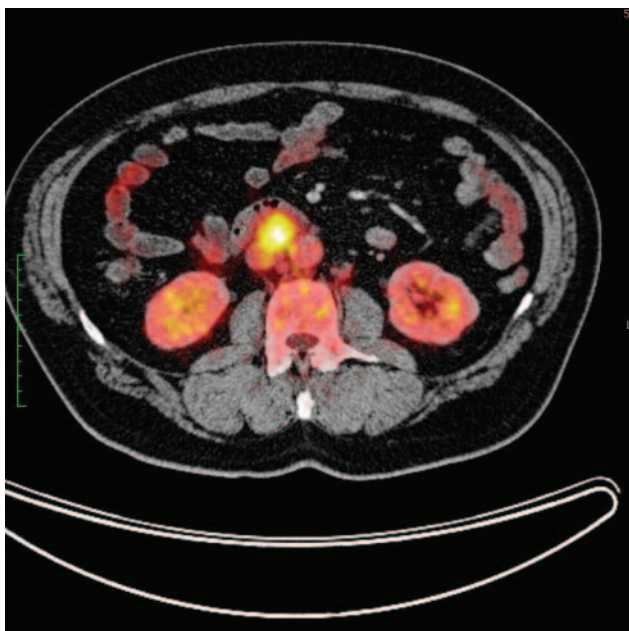


Рис. 4. ПЕТ/КТ, аксіальний зріз. Метастази раку передміхурової залози в парааортальні лімфатичні вузли

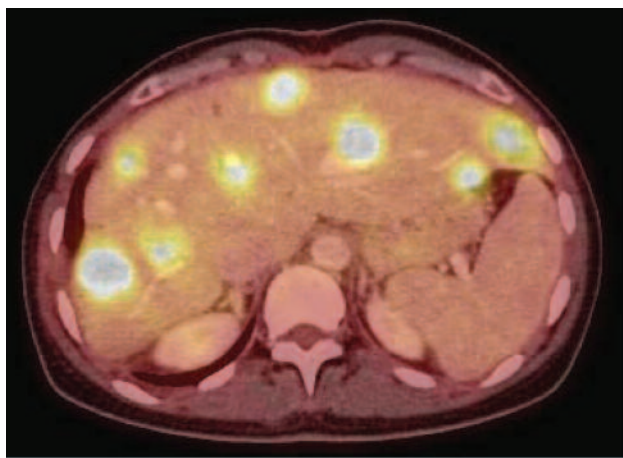


Рис. 5. ПЕТ/КТ, аксіальний зріз. Множинні метастази раку товстого кишечника в печінку

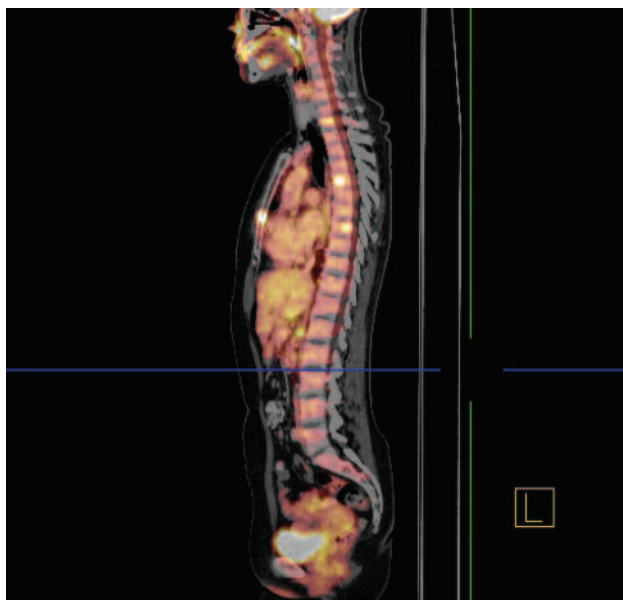


Рис. 6. ПЕТ/КТ, сагітальний зріз. Метастази раку молочної залози в скелет

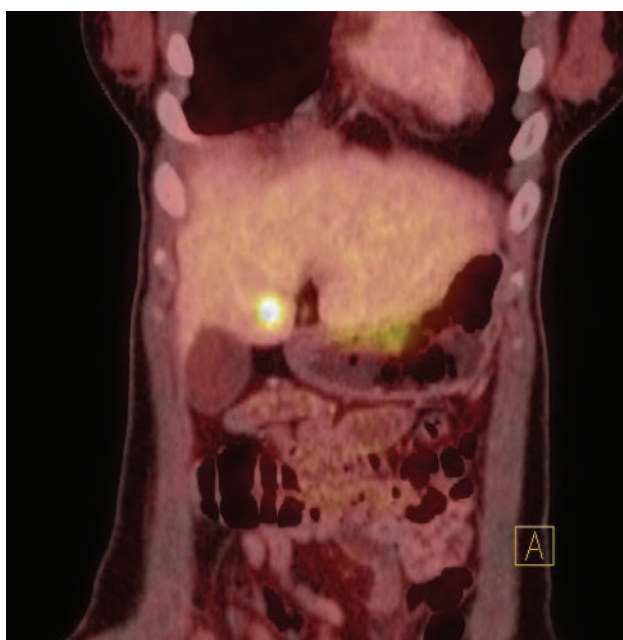


Рис. 7. ПЕТ/КТ, фронтальний зріз. Метастаз меланоми в печінку

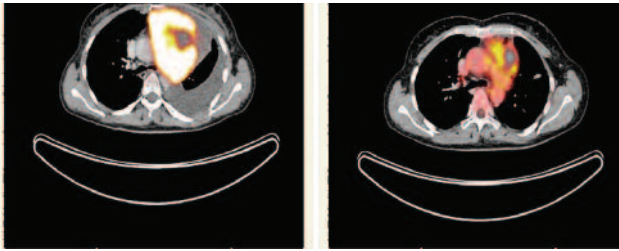


Рис. 8. ПЕТ/КТ, аксіальний зріз. Дифузна В-клітинна лімфома. До і після 2 курсів поліхіміотерапії (інтервал – 42 дні). Ефект лікування

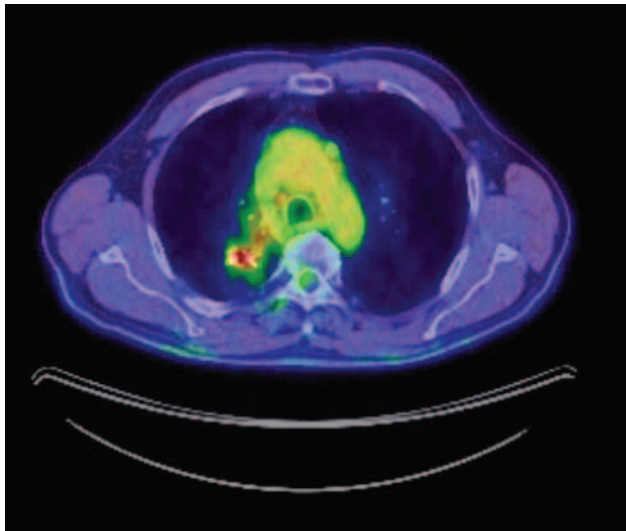


Рис. 9. ПЕТ/КТ, аксіальний зріз. Рак правої легені, стан після комбінованого лікування. Локальний рецидив

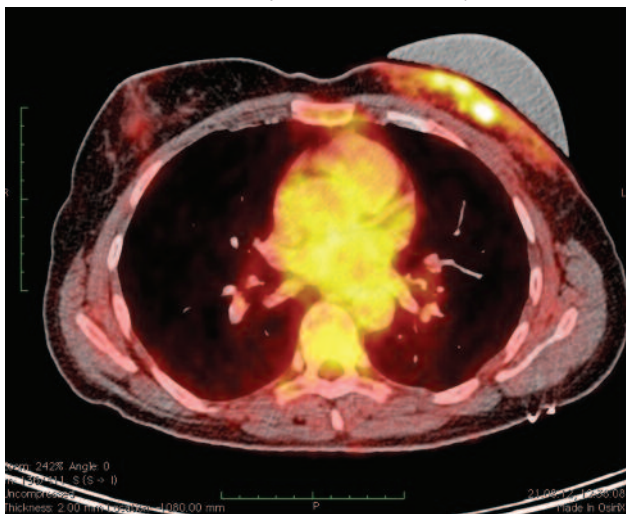


Рис. 10. ПЕТ/КТ, аксіальний зріз. Рак лівої молочної залози, стан після мастектомії. Місцевий рецидив

2. Виробництво РФП. Виробництво позитронвипромінюючих РФП доцільно на двох діючих у Києві циклотронах для ще декількох ПЕТ/КТ-сканерів, що зменшить капіталовкладення при введенні в дію нових апаратів. Враховуючи дороговизну імпортованих РФП та неналежну якість деяких виробників, необхідно розглянути можливість власного виробництва традиційних РФП, зокрема генераторів

технецію та ^{131}I , та придбання лабораторії контролю якості.

3. Підготовка кадрів для роботи на гібридних діагностичних апаратах. У цьому питанні необхідно враховувати європейські варіанти підготовки фахівців для роботи з ПЕТ/КТ [6 – 8], які неодноразово обговорювалися на радіологічних форумах в Україні та отримали схвальну оцінку фахівців та співробітників кафедр радіологічного профілю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербина О.В. Современные методы лучевой диагностики – однофотонная эмиссионная компьютерная томография и позитронная эмиссионная томография // Международный медицинский журнал. – 2007. – Т. 13, № 1. – С. 108 – 116.
2. Позитронная эмиссионная томография. Возможности клинического использования / Солодянникова О.И., Сукач Г.Г., Северин Ю.П., Войт Н.Ю. // Променева діагностика, променева терапія. Науково-практична конференція „Актуальні питання використання сучасного рентгенологічного обладнання”. Наукові статті та тези доповідей. – К., 2007. – С. 59 – 65.
3. Clinical Nuclear Medicine / Eds. G. Cook, M. Maisey, K. Britton, V. Chengazy. – London: Hodder Arnold, 2006. – 915 p.
4. Мечев Д.С., Щербина О.В. Позитронна емісійна томографія – теоретичні та клінічні аспекти // Радіологічний вісник. – 2011. – № 2. – С. 24 – 25.
5. Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография (ПЭТ-КТ) в онкологии / Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Дергунова Н.И. и др. – СПб: ЭЛБИ-СПб, 2005. – 105 с.
6. Мечев Д.С., Щербина О.В. Підготовка фахівців для роботи з мультимодальними зображеннями // Променева діагностика, променева терапія. – 2012. – № 1. – С. 78 – 79.
7. Мечев Д.С., Щербина О.В. Європейські варіанти підготовки фахівців для роботи з ПЕТ // Український радіологічний журнал. – 2012. – Т. 20, № 3. – С. 320 – 322.
8. Мечев Д.С., Щербина О.В. Європейські варіанти підготовки фахівців для роботи з ПЕТ-КТ // Променева діагностика, променева терапія. – 2012. – № 2. – С. 147–148.

РЕЗЮМЕ. У статті розглянуті сучасні тенденції розвитку радіонуклідної діагностики в Україні. Описано впровадження ПЕТ/КТ у клінічну практику. Наведені показання для проведення ПЕТ з ^{18}F -фтордезоксиглюкозою в онкологічній практиці. Розглянуто проблеми в галузі радіонуклідної діагностики в Україні та шляхи їх вирішення.

Ключові слова: радіонуклідна діагностика, ОФЕКТ, ПЕТ, ПЕТ/КТ, радіофармпрепарати.

РЕЗЮМЕ. В статье рассмотрены современные тенденции развития радионуклидной диагностики в Украине. Описано внедрение ПЭТ/КТ в клиническую практику. Приведены показания для проведения ПЭТ с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой в онкологической практике. Рассмотрены проблемы в области радионуклидной диагностики в Украине и пути их решения.

Ключевые слова: радионуклидная диагностика, ОФЭКТ, ПЭТ, ПЭТ/КТ, радиофармпрепараты.

SUMMARY. The article describes the current trends of nuclear medicine in Ukraine. Described the introduction of PET/CT in clinical practice. Indications for the PET with ^{18}F -fluorodeoxyglucose in oncology practice. The problems in the field of nuclear medicine in Ukraine and ways of solving them.

Key words: radionuclide diagnosis, SPECT, PET, PET/CT, radiopharmaceuticals.

О.В. Щербина, Я.В. Кметюк,
м. Київ