

УДК 616.831:616.12-008.331.1-07-08

# Інформативність однофотонної емісійної комп'ютерної томографії при цереброваскулярних захворюваннях

Ю.Д. ЗАЛІСНА

/Національна медична академія  
післядипломної освіти  
імені П.Л. Шупика/

## Резюме

### Інформативність однофотонної емісійної комп'ютерної томографії при цереброваскулярних захворюваннях

Ю.Д.Залесная

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) является ценным диагностическим методом оценки различной церебральной патологии. В отличие от традиционной сцинтиграфии, ОФЭКТ позволяет наблюдать трехмерное распределение радиофармпрепарата и анализировать изображения в параллельных срезах. Целью работы было проанализировать возможность и целесообразность применения ОФЭКТ у больных с признаками дисциркуляторной энцефалопатии на фоне гипертонической болезни, что может способствовать объективизации диагностических данных у таких пациентов. У 44,1% таких больных визуализируются признаки нарушения кровоснабжения головного мозга, что делает эмиссионную томографию наиболее информативной по сравнению с другими нейровизуализирующими методами. С развитием когнитивных нарушений у пациентов отмечается рост количества поражений головного мозга, связанных с нарушением кровоснабжения височных и височно-теменных областей головного мозга. ОФЭКТ является высокоинформативным методом диагностики нарушений кровоснабжения головного мозга у больных с дисциркуляторной энцефалопатией при развитии гипертонической болезни и атеросклеротического поражения.

**Ключевые слова:** однофотонная эмиссионная компьютерная томография, дисциркуляторная энцефалопатия, нарушение кровоснабжения головного мозга, диагностика

## Summary

### Informative single Photon Emission Computed Tomography in Cerebrovascular Diseases

Y.D. Zalisna

Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) is a valuable diagnostic method for the evaluation of various cerebral diseases. Unlike conventional scintigraphy, SPECT allows to observe a three-dimensional distribution of radiopharmaceuticals and analyze images in parallel sections. The aim of the work was to study possibility and feasibility of SPECT in patients with signs of encephalopathy dyscirculatory the background of hypertension, which may contribute to objectivization diagnostic data in these patients. In 44.1% of patients displays signs of circulatory disorders of the brain, which makes emission tomography most informative compared to other neurovisualization methods. With the development of cognitive impairment in patients marked increase in the number of brain lesions associated with circulatory disturbance temporal and temporo-parietal areas of the brain. SPECT with perfusion radiotracer is a highly informative method of diagnosis of cerebral blood flow in patients with dyscirculatory encephalopathy in the development of hypertension and atherosclerotic lesions.

**Key words:** single photon emission tomography, encephalopathy, circulatory disorders of the brain, diagnostics

Значні досягнення в розумінні механізмів розвитку і в підходах до лікування інсульту були зроблені завдяки прогресу методів нейровізуалізації, але постійне їх вдосконалення для оцінки стану пацієнта з цереброваскулярними захворюваннями ускладнює прийняття лікарем рішення. На підставі тільки анамнезу і даних фізикального обстеження неможливо виключити подібні до інсульту захворювання, такі, наприклад, як новоутворення, а також відрізнити геморагічний інсульт від ішемічного. Вторинні цілі візуалізації головного мозку – допомога у визначенні механізму цереброваскулярних захворювань, виявлення потенційно життєздатної тканини мозку, а також підвищення точності відбору тактики лікування пацієнтів.

Інформативність магнітно-резонансної томографії (МРТ) має більшу чутливість у порівнянні зі стандартною комп'ютерною томографією, і тому при діагностиці ішемічного інсульту в перші години від початку захворювання висновки експертів відрізняються меншими розбіжностями [1, 2] (клас I, рівень A).

У гострий період інсульту за допомогою перфузійної магнітно-резонансної томографії (ПМРТ) можна виявити наявність оборотно або необоротно ішемізованої тканини мозку [3] (клас II, рівень B). Різні перфузійні параметри в одного й того ж пацієнта відображають різний обсяг вогнища перфузійного дефіциту.

Поширеність ішемічного пошкодження тканини мозку визначається не тільки об'ємом тканини зі зміненою перфузією, але і ступенем зменшення перфузії [4]. Було опубліковано пропозицію щодо стандартизації методів визначення перфузії і методів візуалізації пенумбри [1]. Виявлені при МРТ зміни, такі як лейкоареоз і великі вогнища, асоціюються з високим ризиком розвитку внутрішньомозкового крововиливу. МРТ може використовуватися для прогнозування розвитку масивного набряку головного мозку.

У зв'язку з цим вироблена проста альтернатива можливості одержання інформації щодо різних аспектів функціонування головного мозку, зокрема, метаболічної активності клітин, васкуляризації, перфузії мозкової тканини, проникності капілярів, експресії

рецепторів та ін. Саме однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ) є цінним діагностичним методом для оцінки різної церебральної патології.

Поява методу ОФЕКТ сприяла значному прогресу радіонуклідних досліджень. На відміну від традиційної скінтиграфії, ОФЕКТ дозволяє спостерігати тривимірний розподіл радіофармпрепарату (РФП) та аналізувати зображення у паралельних зрізах. Завдяки цьому можна уникнути маскувального впливу навколишніх тканин на об'єкт дослідження і чіткіше аналізувати глибинно розташовані утворення. Крім цього, сучасне програмне забезпечення дозволяє реконструювати зрізи цього об'єкта у будь-якій геометричній площині. Наприклад, при інсульті ОФЕКТ застосовують для оцінки церебральної перфузії. У ранніх дослідженнях перфузії головного мозку з використанням ОФЕКТ не було виявлено переваги цього методу в порівнянні зі структурованим клінічним обстеженням стосовно динаміки розвитку гострого інсульту [5]. Однак при ОФЕКТ із застосуванням димеру етилцистеїната (ECD) в перші 6 годин після інсульту Barthel et al. [6] вдалося визначити, у кого з пацієнтів розвинеться масивний некроз у басейні середньої мозкової артерії (СМА) з подальшим вклиненням. У цих хворих є високий ризик крововиливу після тромболізу, і ефективною може бути рання декомпресійна гемікраніектомія [7]. Раннє використання ОФЕКТ дозволяло точно прогнозувати розвиток інфаркту у всьому басейні СМА, ніж при ранньому проведенні КТ та оцінці клінічних параметрів. Прогностична цінність зростала при комбінованій оцінці результатів КТ, клінічного обстеження та ОФЕКТ [6]. В інших дослідженнях було показано, що ОФЕКТ підвищує прогностичну значущість клінічної оцінки при поступленні хворого до медичного закладу [8–10]. Таким чином, ОФЕКТ є інформативним методом при діагностиці гострого інсульту (клас III, рівень С). ОФЕКТ також інформативна при проведенні оцінки церебральної перфузії у пацієнтів не в гострий період цереброваскулярних захворювань, наприклад через кілька днів після субарахноїдального крововиливу (САК) [11] (клас III, рівень С).

Метод застосування ОФЕКТ при розвитку хронічної ішемії мозку використовується на сучасному етапі у науково-дослідних роботах кафедри неврології та рефлекотерапії НМАПО імені П.А. Шупика для оцінки прогностично важливих факторів ризику розвитку інсульту або з метою своєчасної первинної профілактики цереброваскулярних захворювань [12]. Застосування ОФЕКТ є найбільш ефективним порівняно з іншими методами діагностики цереброваскулярних захворювань на ранніх етапах їх розвитку, що забезпечує ввігідний прогноз результатів лікування.

**Мета роботи.** Дослідити можливість та доцільність застосування ОФЕКТ з перфузійними радіофармпрепаратами (РФП) у хворих з ознаками дисциркуляторної енцефалопатії на фоні гіпертонічної хвороби, що може сприяти об'єктивізації діагностичних даних у таких пацієнтів.

## Матеріали та методи дослідження

Емісійну томографію проведено на двоходетекторному однофотонному емісійному томографі «E. Cam» («Siemens»), як РФП було застосовано  $^{99m}\text{Tc}$ -ЕЦД виробництва «Polatom» (Польща). Кожному хворому РФП вводили у літкову вену активністю 555–740 МБк у 3–5 мл фізіологічного розчину. Через 5 хвилин проводили ОФЕКТ. Кожне дослідження включало збір 64 або 120 проєкцій при матриці збору 64×64 або 128×128. Реконструкцію зрізів проводили в аксіальній, фронтальній та сагітальній проєкціях із застосуванням фільтру Low-Pass Cosine.

Проводилась візуальна оцінка одержаних томограм кожного хворого, з визначенням зон або вогнищ зниженої радіоактивності, обумовлених зниженням перфузії. В разі наявності таких вогнищ проводилась напівкількісна оцінка коефіцієнта асиметрії (КА), який обчислювався за загальноприйнятими методиками, по відношенню радіоактивності у зоні інтересу (вогнищі зниженої радіоактивності) до радіоактивності контрлатеральної ділянки.

Крім цього, всім пацієнтам проведена оцінка об'ємного мозкового кровотоку (ОМК) у півкулях головного мозку математичним способом за методикою N. Lassen [11, 12, 13], результати якої можуть бути представлені у абсолютних величинах вираження:

$$ОМК = A \times (C_i/C_{ref}) \cdot [1 + A - (C_i/C_{ref})] \times ОМК_{ref},$$

де ОМК – об'ємний кровоток у зоні інтересу, у мл/100 г/хв;

A – емпіричний коефіцієнт (дорівнює 1,5), який регламентує процес переходу радіоіндикатора із крові у мозкову тканину, швидкість зворотної перфузії у кров та конверсію РФП з ліпофільною у гідроксильну форму безпосередньо у мозковій тканині;

C<sub>i</sub> – значення інтенсивності зображення зони інтересу на моніторі, імп/піксель;

C<sub>ref</sub> – значення інтенсивності зображення референтної зони (мозочка) на моніторі, імп/піксель;

pОМК<sub>ref</sub> – об'ємний кровоток у референтній зоні (мозочок) дорівнює 55 мл/100 г/хв.

Таке математичне обчислення ОМК було застосоване Lassen N. лише при дослідженні з  $^{99m}\text{Tc}$ -ГМПАО, однак дослідження, проведені Puri A. et al. [14], вказують про високу кореляцію кінетики  $^{99m}\text{Tc}$ -ГМПАО та  $^{99m}\text{Tc}$ -ЕЦД, який застосований у наших дослідженнях, що дозволило нам застосувати цю методику при дослідженні церебральної перфузії з  $^{99m}\text{Tc}$ -ЕЦД.

Проведено 54 емісійно-томографічних обстежень, при цьому основну групу складали 34 пацієнта з клінічними ознаками дисциркуляторної енцефалопатії. Середній вік пацієнтів 50±9,3 року (33–68). Контрольну групу склали 20 пацієнтів без клінічних ознак порушення мозкової перфузії.

## Результати та їх обговорення

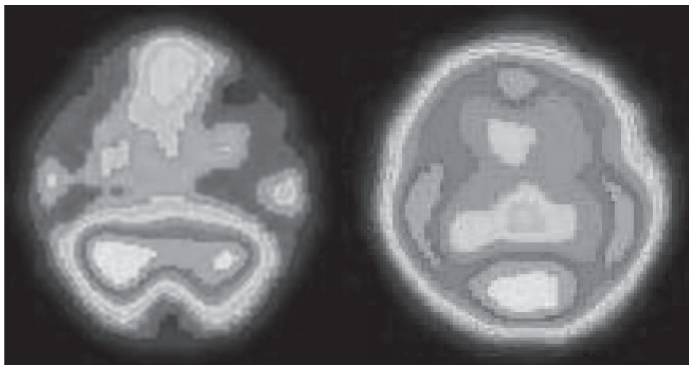
В основній групі (34 пацієнта) було 25 жінок та 9 чоловіків. Середній ОМК у правій півкулі головного мозку відмічений на рівні 36,9±3,23 мл/100г/хв, у лівій — 36,1±3,06 мл/100г/хв.

У контрольній групі пацієнтів рівень перфузії досягав рівня 41,1±3,0 мл/100г/хв у правій та 41,6±2,8 мл/100г/хв – у лівій півкулі головного мозку, що було помітно вищим порівняно з дослідною групою. Тобто в основній групі виявлено достовірне (p<0,1) зниження ОМК в обох півкулях головного мозку

За даними ОФЕКТ у 15 пацієнтів (44,1%) експериментальної групи візуально чітко спостерігались зміни мозкової перфузії, які не відповідали показникам неураженого мозку в емісійно-томографічному відображенні. Серед цієї кількості хворих у 40,1% пацієнтів відмічена чітка асиметрія перфузії у басейнах внутрішніх сонних артерій та ще у 32,5% спостерігалась гіпоперфузія білої речовини супраталіямічно у проєкції семіовальних центрів півкуль головного мозку.

У двох хворих спостерігалось зниження радіоактивності у коркових відділах лобних ділянок головного мозку більше справа. Таке явище має назву «гіпофронтальність», що може виявлятися у хворих при хронічній шизофренії.

Ще у 44,1% із загальної кількості хворих виявлені візуальні ознаки зміненої перфузії, відмічалось одностороннє зниження радіо-



**Рисунок.** Асиметрія радіоактивності в півкулях головного мозку, обумовлена зниженням перфузії та акцентована *fissura lateralis*, як ознака атрофії головного мозку хворого А. (метод ОФЕКТ)

активності у вертебробазиллярному басейні головного мозку, що могло бути ознакою зниження кровопостачання цього відділу головного мозку. Однак відсутність змін, які б виявлялись при УЗ-дослідженні цих ділянок головного мозку, підтверджує наявність кросцеребрального діашізу (діасхізу, КЦД) або так званого феномена Монакова. Цей феномен обумовлений депресією метаболізму в інтактних ділянках головного мозку, розташованих на відстані від вогнища ішемії, котрі функціонально пов'язані з потерпілою зоною. Чинником такого феномена також вважають пригнічення інтегральної синаптичної активності.

Необхідно уточнити, що виявлені зміни, такі як міжпівкульова асиметрія кровопостачання, вогнищеве зниження перфузії білої речовини, гіпофронтальність та наявність КЦД, були однотипними для всіх груп пацієнтів і відрізнялись лише за ступенем вираженості.

У 7 пацієнтів (20,6%) візуально виявлено зниження перфузії різного характеру. Серед них у 3 (8,8%) виявлено симетричне зниження радіоактивності в скроневих та скронево-тім'яних ділянках головного мозку, як при хворобі Альцгеймера. У 4 пацієнтів (11,8%) акцентована *fissura lateralis* (з однієї чи обох сторін), як ознака атрофії головного мозку (рисунок).

Гіпофронтальність спостерігалась у інших 8 пацієнтів (23,5%), при цьому у жінок у 3 рази частіше, ніж у чоловіків (співвідношення 6:2).

Показники ОМК в основній групі пацієнтів свідчили про помітне їх зниження відносно показників контрольної групи. Крім того, ця різниця показників була значно більше виражена у порівнянні з контрольною групою пацієнтів, що свідчило про більш значиме зниження перфузії півкуль головного мозку у хворих з цією патологією.

## Висновки

Результати проведених досліджень дозволяють зробити такі висновки:

1. Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія з перфузійними радіоіндикаторами є високоінформативним методом діагностики порушень кровопостачання головного мозку у хворих з дисциркуляторною енцефалопатією при розвитку гіпертонічної хвороби та атеросклеротичного ураження.
2. У 44,1% таких хворих за даними перфузійної ОФЕКТ візуалізуються ознаки порушення кровопостачання головного мозку, що робить емісійну томографію найбільш інформативною порівняно з іншими нейровізуалізуючими методами.

3. Середній ОМК в півкулях головного мозку досліджуваних хворих є нижчим, порівняно з показниками контрольної групи, що свідчить про загальне зниження мозкової перфузії таких пацієнтів.
5. Основними видами порушення перфузії за даними ОФЕКТ у хворих з дисциркуляторною енцефалопатією є, по-перше, одностороннє зниження кровопостачання у каротидних басейнах, по-друге, наявність ознак зниження перфузії в проекції білої речовини півкуль, зокрема, супраталамічно та у проекції семіовальних центрів півкуль головного мозку.
6. Кросцеребральний діашіз є важливою ознакою порушення мозкового кровопостачання в каротидних басейнах і відмічається у 44,1% хворих з такими порушеннями.
7. З розвитком когнітивних порушень у пацієнтів відмічається зростання кількості уражень головного мозку, пов'язаних з порушенням кровопостачання скроневих та скронево-тім'яних ділянок головного мозку.
8. Виявлена у 11,8% акцентована *fissura lateralis* (з однієї чи обох сторін), як ознака атрофії головного мозку, свідчить про прогресування захворювання та потребує особливої тактики лікування.

## Список використаної літератури

1. Wintermark M., Albers G.W., Alexandrov A.V. et al / Acute stroke imaging research roadmap. *AJNR // Am. J. Neuroradiol.* – 2008. – 29(5). – P. 23–30.
2. Fiebach J.B., Schellinger P.D., Fansen O. et al. CT and diffusion-weighted MR imaging in randomized order: diffusion-weighted imaging results in higher accuracy and lower interrater variability in the diagnosis of hyperacute ischemic stroke // *Stroke.* – 2002. – 33(9). – P. 2206–10.
3. Rohl L., Ostergaard L., Simonsen C.Z. et al. Viability thresholds of ischemic penumbra of hyperacute stroke defined by perfusion-weighted MRI and apparent diffusion coefficient // *Stroke.* – 2001. – 32(5). – P. 1140–6.
4. Seitz R.J., Meisel S., Weller P., Junghans U., Wittsack H.J., Siebler M. Initial ischemic event: perfusion-weighted MR imaging and apparent diffusion coefficient for stroke evolution // *Radiology.* – 2005. – 237(3). – P. 1020–8.
5. Bowler J.V., Wade J.P., Jones B.E., Nijran K., Steiner T.J. Single-photon emission computed tomography using hexamethylpropyleneamine oxime in the prognosis of acute cerebral infarction // *Stroke.* – 1996. – 27(1). – P. 82–6.
6. Barthel H., Hesse S., Dannenberg C. et al. Prospective value of perfusion and X-Ray attenuation imaging with single-photon emission and transmission computed tomography in acute cerebral ischemia // *Stroke.* – 2001. – 32(7). – P. 1588–97.
7. Berrouschot J., Barthel H., von Kummer R., Knapp W.H., Hesse S., Schneider D. <sup>99m</sup>Tc-ethyl-cysteinate-dimer single-photon emission CT can predict fatal ischemic brain edema // *Stroke.* – 1998. – 29(12). – P. 2556–62.
8. Alexandrov A.V., Masdeu J.C., Devous M. Sr., Black S.E., Grotta J.C. Brain single-photon emission CT with HMPAO and safety of thrombolytic therapy in acute ischemic stroke: proceedings of the meeting of the SPECT safe thrombolysis study collaborators and the members of the brain imaging council of the society of nuclear medicine // *Stroke.* – 1997. – 28(9). – P. 1830–4.
9. Mahagne M., David O., Darcourt J. et al. Voxel-based mapping of cortical ischemic damage using Tc <sup>99m</sup>L-ethyl cysteinate dimer SPECT in acute stroke // *J Neuroimaging.* – 2004. – 14(1). – P. 23–32.
10. Hirano T., Read S.J., Abbott D.F. et al. Prediction of the final infarct volume within 6 h of stroke using single photon emission computed tomography with technetium-<sup>99m</sup> hexamethylpropylene amine oxime // *Cerebrovasc Dis.* – 2001. – 11(2). – P. 119–27.
11. Sviri G.E., Lewis D.H., Correa R., Britz G.W., Douville C.M., Newell D.W. Basilar artery vasospasm and delayed posterior circulation ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage // *Stroke.* – 2004. – 35(8). – P. 1867–72.
12. Мурашко Н.К. Диагностика и лечение ХИМ с использованием ОФЭКТ / Н.К. Мурашко // Журнал неврологии и психиатрии имени С. С. Корсакова. – 2008. – Том 108, №1. – С. 51–55.
13. Sobesky J., Zaro Weber O., Lehnhardt F.G. et al. Does the mismatch match the penumbra? Magnetic resonance imaging and positron emission tomography in early ischemic stroke // *Stroke.* – 2005. – 36(5). – P. 980–5.
14. Hankey G.J., Warlow C.P., Sellar R.J. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease // *Stroke.* – 1990. – 21(2). – P. 209–22.