

УДК 616.831—005—073.756.8:681.31

## Застосування однофотонної емісійної томографії у діагностиці ішемічних уражень головного мозку

Цімейко О.А., Спінул О.А., Макеев С.С.

*Інститут нейрохірургії ім.акад. А.П.Ромоданова АМН України, м.Київ, Україна  
Обласна клінічна лікарня, м.Одеса, Україна*

**Ключові слова:** однофотонна емісійна комп'ютерна томографія, цереброваскулярні захворювання, регіонарний об'ємний мозковий кровообіг.

Вступ. Формування показань до хірургічного лікування патології магістральних артерій головного мозку залишається одним із основних питань, які продовжують вивчатися на сучасному етапі розвитку науки. Перспективним напрямком є дослідження порушень регіонарного об'ємного мозкового кровообігу (рОМК) при цереброваскулярних захворюваннях. Важливість визначення рОМК полягає в одержанні можливості кількісної оцінки кровопостачання ураженої ділянки мозку.

На сьогоднішній день найпоширенішим способом визначення рОМК є проведення однофотонної емісійної (комп'ютерної) томографії (ОФЕКТ). Цей метод простий у застосуванні, доступний та відносно дешевий і, в той же час, він є високоінформативним та об'єктивним [10, 12, 11]. Літературні дані свідчать про вищу інформативність ОФЕКТ в оцінці рівня кровопостачання мозку, порівняно з іншими нерадіонуклідними методами діагностики [13, 14, 3].

Існує велика кількість протоколів кількісної оцінки мозкового кровообігу (МК) за даними емісійної томографії [2, 5, 7, 9, 1], однак найпростішими та найбільш придатними для практичного використання є методи напівкількісної оцінки МК [8, 4, 6].

Саме можливість застосування кількісних показників ОФЕКТ мозку дає змогу об'єктивізувати діагностичні результати, але не дозволяє оцінити транспортну (судинну) фазу кровообігу, що обмежує результативність методу.

Отже, метою нашої роботи була оцінка інформативності та значення ОФЕКТ у сучасному комплексі методів діагностики ішемічних уражень головного мозку для вироблення адекватної тактики ведення хворих.

Матеріали та методи. Нами обстежено 17 хворих, серед яких було 11 чоловіків та 6 жінок середнім віком 49,5 року (від 17 до 63 років) з різноманітною патологією сонних артерій. Усім пацієнтам було проведено операції у відділенні хірургічного лікування патології судин головного мозку Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П.

Ромоданова АМН України. Хворі госпіталізувались у строки через 1—44 міс після перенесеного інсульту.

Всі пацієнти пройшли комплексне діагностичне обстеження із застосуванням селективної панангіографії (АГ), комп'ютерної томографії (КТ), ультразвукової доплерографії (УзДГ) та ОФЕКТ. Дані основних клінічних обстежень наведено у таблиці, з якої видно, що у 5 хворих діагностовано наслідки перенесеного інсульту, у 8 — завершений інсульт, у 4 — ознаки дисциркуляторної енцефалопатії (ДЕ). Ще один пацієнт госпіталізований з симптоматикою тимчасового порушення мозкового кровообігу (ТПМК). У всіх випадках неврологічні симптоми виявлялися на боці, протилежному ураженій півкулі головного мозку.

Інструментальні методи діагностики застосовувалися у хворих за стандартними методиками дослідження. Технічні характеристики та умови проведення кожного дослідження були ідентичними у всіх пацієнтів. ОФЕКТ виконувалась на дводетекторному однофотонному емісійному томографі "E.cam" (Siemens) із застосуванням набору для дослідження мозкового кровообігу —  $^{99m}\text{Tc}$ -ГМПАО виробництва "РкЛАТкМ" (Польща) активністю 555—740 МБк, — який вводили хворим інтравенно за 5 хв до початку дослідження. Одержані дані записувались у матрицю розміром 64S64 при зборі 32 проєкцій на кожен детектор. Реконструкція даних здійснювалась за допомогою фільтра Butterworth (рівень частотного обрізання — 0,5, порядок — 7) у аксіальній, фронтальній та сагітальній проєкціях після корекції послаблення випромінювання. Проводився напівкількісний аналіз емісійних томограм.

Результати та їх обговорення. При проведенні АГ були виявлені патологічні згини екстракраніального відділу внутрішньої сонної артерії (ВСА) — у 6 пацієнтів, тромбози ВСА — у 4, атеросклеротичні стенози ВСА — у 7. Слід підкреслити, що у всіх хворих вираженість стенозів ВСА мала гемодинамічне значення, тобто

**Таблиця. Основні клінічні дані та результати інструментальних досліджень хворих з ішемічними ураженнями головного мозку**

№	Вік пацієнта, років	Тривалість захворювання (міс)	Діагноз захворювання	Клінічні прояви	АГ	Результати дослідження			Вид операції	Результат лікування
						КТ (розмір вогнища, см)	УЗДГ (асиметрія ЛШК, %)	ОФЕКТ (асиметрія, %)		
1.	42	9	ЗІ	ПГП	Двобічний ПЗ ВСА	2,5	15	18	РД	++
2	60	24	ДЕ	ЛГП	Стеноз ВСА	А	30	26	ЕАЕ	++
3	17	1	ЗІ	ГПЛ	Тромбоз ВСА	3-5	70	53	ЕІКМА	++
4	55	30	ДЕ	ЛГП	ПЗ ВСА	А	0	16	Р	++
5	43	1	ДЕ	—	Двобічний ПЗ ВСА	А	0 (бінаправлений)	двобічне зниження	РД	+
6	49	44	НІ	ПГП	Тромбоз ВСА	3—5	70	48	ДС	0
7	61	15	НІ	ЗГП	Стеноз ВСА	5	15	22	ЕАЕ	0
8	57	4	ЗІ	ЛГП	Стеноз ВСА	—	15	15	ДК	++
9	42	1	ЗІ	ЗГП	Тромбоз ВСА	1,5–3	0	10	ДС	+
10	37	2,5	ЗІ	ЗГП	Тромбоз ВСА	3—5	80	50	ЕІКМА	++
11.	48	3	ЗІ	ПГП	Стеноз ВСА	1,5–3	70	33	ЕАЕ	++
12	63	6	ЗІ	ЗГП	Стеноз ВСА	4	60	23	ЕАЕ	0
13	48	13	НІ	ПГП	Двобічний ПЗ ВСА	2,5	30	25	РД	++
14	52	6	ЗІ	ЛГП	ПЗ ВСА	2,0	20	18	Р	++
15	53	14	НІ	ГПЛ	Стеноз ВСА	4,5	20	15	ЕАЕ	0
16	63	16	ДЕ	ЛГП	ПЗ ВСА	А	30	26	РД	++
17	51	7	ТПМК	—	Стеноз ВСА	—	25	17	ЕАЕ	++

*Примітки.* ЗІ — завершений інсульт; НІ — наслідки інсульту; ПЗ ВСА — патологічний згин внутрішньої сонної артерії; ЛГП — легкий геміпарез; ПГП — помірний геміпарез; ЗГП — значний геміпарез; ТПМК — тимчасові порушення мозкового кровообігу; ГПЛ — геміплегія; ДЕ — дисциркуляторна енцефалопатія; РД — редресація; ДС — десимпатизація; ДК — декомпресія; ЕАЕ — ендартеректомія; ЕІКМА — накладення екстра-інтракраніального мікроанастомозу; Р — резекція; ++ — поліпшення; + — незначне поліпшення; 0 — стан без змін

спостерігалось звуження діаметра артерії більше ніж на 70%. У 3 хворих діагностовано патологічні згини обох ВСА. Загальна інформативність АГ сягала 100% при визначенні анатомічних змін судинного русла та рівня його оклюзії, тобто була високоточною при з'ясуванні причини ішемічних порушень. Однак діагностовані показники не були пов'язані ні з різницею клінічних проявів захворювання, ні з результатами післяопераційних змін. Неможливо було також за допомогою АГ оцінити ступінь ураження мозкової тканини.

При КТ головного мозку у 11 пацієнтів виявлено вогнища ішемії різного діаметра, у 4 хворих з клінікою ДЕ — атрофічні явища мозкової тканини, а у 2 обстежуваних змін не спостерігалось. Гіподенсивні вогнища розміром понад 3—4 см в діаметрі зафіксовано у 5 хворих. За клінічною картиною це відповідало значному геміпарезу або ж геміплегії. Метод КТ був

інформативний у діагностиці структурних змін мозкової тканини. В той же час у разі тимчасових розладів МК, які не супроводжувались змінами структури мозку, він був малоінформативним і на томограмах порушення мозкової тканини не візуалізувалися. Загальна інформативність методу складала 87,8%.

Ультразвукове дослідження було спрямоване на виявлення порушень церебрального кровопостачання безпосередньо у його транспортній фазі. При цьому у 14 хворих констатовано однібічні зміни у вигляді зниження лінійної швидкості кровообігу (ЛШК) у басейнах відповідних ВСА. У інших 3 пацієнтів при УЗДГ асиметрії ЛШК не спостерігалось, в той час як при АГ виявлялись патологічні згини з обох боків.

Найбільше зниження швидкості кровотоку спостерігалось у хворих з тромбозами ВСА. В цих випадках асиметрія ЛШК дорівнювала 70—

80%. Однак таке ж значне зниження швидкості кровотоку спостерігалось і у хворого з вираженим стенозом ВСА. Ще в одного хворого з тромбозом ВСА, навпаки, асиметрії ЛШК не було виявлено. Тривалість захворювання в нього становила 1 міс, а розмір вогнища ішемії, що мало неправильну форму, був у межах 1,5—3 см, тобто воно було малим порівняно з усією групою пацієнтів, у яких середній розмір вогнища дорівнював 3 см. Цікаво, що, за даними ОФЕКТ, у цього хворого мало місце лише незначне зменшення перфузії (10%), практично вона перебувала на межі фізіологічної норми.

У хворого з тимчасовим розладом мозкового кровотоку УзДГ виявила зниження ЛШК з асиметрією до 25%, що пояснювалось порушенням лише транспортної фази кровопостачання. Загальна інформативність методу складала 82,35%.

Натомість, діагностична інформативність ОФЕКТ дорівнювала 100%. Важливою особливістю методу була можливість використання відносних кількісних показників. Лише при симетричних двосторонніх ураженнях, як, наприклад, у хворого з патологічними згинами обох ВСА (таблиця), застосування таких показників ускладнене, тому що неможливо вибрати симетричний, референтний регіон для проведення розрахунків.

При ОФЕКТ найбільші зміни МК виявлялись у хворих з тромбозами ВСА. У цих випадках МК патологічних вогнищ був на рівні 47—52% відносно контрлатеральних ділянок. Слід вказати також і на значну асиметрію ЛШК, що визначалась при застосуванні методу УзДГ у цих же хворих. Тільки у одного пацієнта з цієї групи виявлене за допомогою ОФЕКТ збільшення рОМК становило 10%, а при застосуванні УзДГ взагалі асиметрії не спостерігалось. У хворих з іншими формами ураження порушень рОМК емісійна томографія не зафіксувала. Інформативність ОФЕКТ перевищувала інформативність КТ та УзДГ і була такою ж високою, як і АГ. Однак ці порівняння мають відносний характер, тому що кожний з методів досліджує окрему ланку загального процесу мозкового кровопостачання. Предметом дослідження АГ є загальний стан та прохідність церебральних судин, КТ дає змогу з'ясувати структурні зміни мозкової тканини, УзДГ спрямована на вивчення швидкості кровообігу у магістральних судинах, тобто транспортної фази кровопостачання мозку, в той час як ОФЕКТ дозволяє оцінити ступінь зниження функціональної активності мозку, обумовленого ішемічними розладами.

Аналіз результатів оперативного лікування показав поліпшення загального стану у частини хворих, в той час як у решти такого полі-

пшення не спостерігалось. Для детальнішого вивчення одержаних даних всі пацієнти були розділені на дві групи.

Першу групу склали 11 хворих, у яких у післяопераційний період мала місце помітна позитивна динаміка клінічних проявів. З них у 2, з вогнищами ішемії діаметром 3—5 см, зафіксованими на КТ, виявлено ознаки значної пірамідної недостатності у вигляді геміпарезу. Решта пацієнтів (9) мали легку та помірну виразність геміпарезу з вогнищами ішемії, виявленими на КТ, розміром до 3 см. При використанні ОФЕКТ у всіх хворих констатовано зниження рОМК в ураженій півкулі.

До другої групи ввійшли 6 хворих, у яких після операції неврологічний дефіцит не регресував або ж поліпшення стану було незначним. З них у 4 хворих спостерігалась значна пірамідна недостатність. При застосуванні КТ у всіх пацієнтів діагностовано вогнища ішемії розміром понад 4 см в діаметрі, оперативне втручання було проведено у 4 хворих в строки, що перевищували 6 міс після перенесеного інсульту. У всіх пацієнтів цієї групи при ОФЕКТ також спостерігалось зниження рОМК різного ступеня.

Необхідно зазначити, що тільки ОФЕКТ дозволяла одержати унікальну інформацію про ступінь порушення функціональної активності мозкової тканини. Крім того, цей метод мав найвищу загальну інформативність у діагностиці церебральних змін при ішемічних порушеннях кровопостачання і при всіх клінічних проявах розладу мозкового кровообігу давав змогу зареєструвати зниження рОМК. Асиметрія рОМК до 50% виявлялась тільки у хворих з тромбозами ВСА, що супроводжувалось наявністю вогнища ішемії, яке візуалізувалось на КТ розміром 4—5 см у діаметрі. В інших випадках залежності між клінічними проявами захворювання та змінами на емісійних томограмах не спостерігалось. При порівнянні даних, одержаних при різних методах дослідження, спостерігається значна кореляція результатів ОФЕКТ та УзДГ, що обумовлене, скоріше за все, більшою функціональною спорідненістю цих методів, ніж КТ та АГ, спрямованих на дослідження структурних змін мозкової тканини та судинного русла.

Висновки. 1. ОФЕКТ характеризується вищою, порівняно з КТ та УзДГ, загальною інформативністю при обстеженні хворих з цереброваскулярними захворюваннями.

2. Локальне зниження рОМК спостерігається при всіх клінічних проявах порушення мозкового кровопостачання.

3. Значне зниження рОМК ( $\approx 50\%$ ) виявляється у більшості хворих з тромбозами ВСА.

4. У діагностиці тимчасових порушень ме-

тоди ОФЭКТ та УзДГ мають однаково високу ефективність порівняно з КТ.

5. Оперативне втручання результативніше при діаметрі вогнища ішемії, відображеного на КТ, меншому 4 см.

#### Список літератури

- Iida H., Itoh H., Nakazawa J., Hatazawa J. et al. Quantitative mapping of regional cerebral blood flow using iodine-123-IMP and SPECT // *J. Nucl. Med.* 1995. — V.35. — P.2019—2030.
- Goulding P., Burjan A., Smith R., Lawson R. et al. Semi-automatic quantification of regional cerebral perfusion in primary degenerative dementia using technetium-99m hexamethylpropylene amine oxime and single photon emission tomography // *Eur. J. Nucl. Med.* — 1990. — V. 17. — P. 77—82.
- Hayashida K., Nishimura T., Uehara T. et al. A case with stenosis of internal carotid artery detected as a region of decreased blood flow by Tc-99m HMPAк cerebral blood flow scintigraphy // *Kaku-Igaku.* — 1987. — V. 24. — N4. — P. 463—467.
- Heiss W.K., Herholz K., Podreka I., Neubauer I., Pietrzyk U. Comparison of [<sup>99m</sup>Tc] HMPAк SPECT with [<sup>18</sup>F] fluoromethane PET in cerebrovascular disease // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* — 1990. — V. 10. — P. 687—697.
- Hooper H.R., McEwan A.J., Lentle B.C., Kotchon T.L., Hooper P.M. Interactive three-dimensional region of interest analysis of HMPAк-SPECT brain studies // *J. Nucl. Med.* — 1990. — V.31. — P. 2046—2051.
- Knop J., Thie A., Fuchs C., Siepmann G., Zeumer H. Technetium-99m-HMPAк SPECT with acetazolamide challenge to detect hemodynamic compromise in occlusive cerebrovascular disease // *Stroke.* — 1992. — V. 23. — P. 1733—1742.
- Lamoreux G., Kupont R.M., Ashburn W.L., Halpern S.E. "СкRT-EX": a program for quantitative analysis of brain SPECT data // *J. Nucl. Med.* — 1990. — V. 31. — P. 1861—1871.
- Lucignani G., Rosetti C., Ferrario P., Zecca L. In vivo metabolism and kinetics of <sup>99m</sup>Tc-HMPAк // *Eur. J. Nucl. Med.* — 1989. — V. 16. — P. 249—255.
- Maurer A.H., Siewgel J.A., Comerota A.J., Morgan W.A., Johnson M.H. SPECT quantification of cerebral ischemia before and after carotid endarterectomy // *J. Nucl. Med.* — 1990. — V. 31. — P.1412—1420.
- Sabatini U., Celsis P., Viavard G., Marc-Vergnes J. P. Quantitative assessment of cerebral blood volume by single-photon emission computed tomography // *Stroke.* — 1991. — V. 22. — P. 324—330.
- Sakai F., Igarashi H., Suzuki S., Tazaki Y. Cerebral blood volume and cerebral hematocrit in patients with cerebral ischemia measured by single-photon emission computed tomography // *Acta neurol. Scand.* — 1989. — Suppl. 127. — P. 9—13.
- Sakai F., Nakazawa K., Tazaki Y. et al. Regional cerebral blood volume and hematocrit measured in normal human volunteers by single-photon emission computed tomography // *J. Cerebr. Blood Flow Metab.* — 1985. — V. 5. — P. 207—213.
- Shvera I.Y., Cherniavsky A.M., Ussov W.Y. et al. Application of technetium-99m hexamethylpropylene amine oxime single-photon emission tomography to neurologic prognosis in patients undergoing urgent carotid surgery // *Eur. J. of Nucl. Med.* — 1995. — V. 22. — N2. — P. 132—138.
- Smith F.W., Sharp P.F., Gemmell H. et al. Technetium-labeled HM-PAк studies in patients with cerebrovascular disease // *Anon.* — The 72nd scientific assembly and annual meeting of the RSNA. — 1986. — P. 158.

#### Применение однофотонной эмиссионной томографии в диагностике ишемических поражений головного мозга

Цимейко О.А., Спинул А.А., Макеев С.С.

Необходимость формирования показаний к хирургическому лечению ишемических нарушений мозгового кровообращения (МК) требует дальнейшего изучения возможностей однофотонной эмиссионной томографии (ОФЭКТ) в комплексном обследовании больных. При помощи АГ, КТ, УзДГ и ОФЭКТ авторы обследовали 17 больных, оперированных в дальнейшем по поводу различных форм поражения внутренних сонных артерий (ВСА). ОФЭКТ оказалась наиболее чувствительной при выявлении нарушений МК. Установлена более высокая диагностическая информативность ОФЭКТ и УзДГ по сравнению с КТ в диагностике переходящих нарушений МК. Локальное снижение МК отмечается при всех клинических проявлениях нарушения мозгового кровообращения. Значительное снижение МК ( $\approx 50\%$ ) наблюдается у большинства больных с тромбозами ВСА. Оперативное вмешательство результативнее при диаметре очага ишемии, отраженного на КТ, менее 4 см.

#### Single photone emission computed tomography in diagnostics of stroke

Tsimeiko O.A., Spinul A.A., Makeyev S.S.

The formation of the indications to surgical treatment ischemic disorders of brain blood flow requires the further study of opportunities SPECT in complex researches of such patients. With the help of the AG, CT, ultrasonic dopplerography (UK) and SPECT 17 patients were investigated. After that these patients were operated concerning the various forms of a ischemic defects of internal coronary arteries (ICA). SPECT had the highest sensitivity in revealing of the disorders of cerebral haemodynamics. Also is established higher diagnostic informativity SPECT and UK, in comparison with CT, in diagnostics of transient disorders of the CBF. The local reductions CBF are marked with all clinical displays of the cerebral blood circulation disorders. The significant decrease CBF (nearly 50 %) are observed at the majority of the patients with thromboses of ICA. The operative intervention has higher productivity with a diameter of the ischemic focus on CT < 4 sm.