
НА ДОПОМОГУ ЛІКАРЕВІ-ПРАКТИКУ

УДК 616.831-073.7

ТЕТЯНА ГРИГОРІВНА НОВІКОВА¹, МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ НІКОЛОВ²,
СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ МАКЕЄВ¹, СТАНІСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ КОВАЛЬ¹

¹ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України», Київ

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

СТАНДАРТИЗОВАНИЙ ПРОТОКОЛ ОПИСУ РЕЗУЛЬТАТІВ СЦИНТИГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГОЛОВНОГО МОЗКУ З ПЕРФУЗІЙНИМИ РАДІОФАРМПРЕПАРАТАМИ

Мета роботи. Розробка стандартизованого протоколу опису та аналізу клінічних результатів сцинтиграфічних досліджень головного мозку з перфузійними радіофармпрепаратами (РФП).

Матеріали та методи. Проведено ретроспективний аналіз даних сцинтиграфічного дослідження 86 пацієнтів з помірними дифузними змінами перфузії головного мозку. Як перфузійний РФП застосовували ^{99m}Tc-НМРАО. Сцинтиграфічне дослідження складалось із запису непрямой ангиографії голови та серця та однофотонної емісійної томографії головного мозку.

Результати. Розроблений протокол результатів дослідження перфузії головного мозку складається з паспортної частини пацієнта та умов отримання даних, графічної частини, описової частини із зазначенням кількісних і якісних показників накопичення РФП у головному мозку та висновку.

Висновки. Протокол може використовуватись у практичній та науковій роботі відділень радіонуклідної діагностики і є основою для створення електронної бази даних обстежених хворих.

Ключові слова: головний мозок, перфузія, об'ємний мозковий кровотік, ОФЕКТ, ^{99m}Tc-НМРАО.

В основі багатьох патологічних процесів у головному мозку (ГМ) лежить недостатність кровообігу і гемодинамічного забезпечення функціональних церебральних структур [1]. Одними з основних методів оцінки ефективного кровопостачання ГМ, його перфузії, є сцинтиграфічні дослідження, зокрема пряма ангиографія та однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ) [2–4]. З цією метою часто використовують ліпофільні радіофармпрепарати (РФП). Існує декілька РФП для дослідження мозкової перфузії. Найбільш широко використовують гексаметилпропіленаміноксим, мічений ^{99m}Tc (^{99m}Tc-НМРАО). Після інтравенозного введення максимальне проникнення ^{99m}Tc-НМРАО в мозкову тканину відбувається в перші 2 хвилини, після чого тривалий час утримується на постійному рівні (з максимальним вимиванням у межах 1–2 %), що дозволяє чітко візуалізувати зміни мозкової перфузії.

Аналіз сцинтиграфічних зображень ГМ з перфузійними препаратами базується переважно на виявленні асиметрії накопичення РФП у півкулях

чи гіпофронтальності, діагностиці аномального розподілу препарату при розрахунку мозкового кровотоку. Останній найчастіше оцінюється за методикою N. A. Lassen, яка заснована на порівнянні накопичення РФП у зоні діагностичного інтересу головного мозку з іншою зоною, де об'ємний мозковий кровотік (ОМК) вважається відомим. Як референтну зону, як правило, вибирають ділянку мозочка, де середній ОМК приймають за 55 мл/хв на 100 г мозку [5]. Вважається, що мозковий кровотік мозочка в порівнянні з іншими сегментами ГМ змінюється несуттєво.

Проводити оцінку ефективної перфузії відділів головного мозку в порівнянні з мозочком у нормі цілком коректно. Однак при наявності патологічних змін у мозочку кількісні параметри гемодинаміки великих півкуль ГМ, отримані на основі такого порівняльного аналізу ОФЕКТ, можуть не відображувати істинного рівня кровопостачання.

У зв'язку з цим наша робоча група розробляє методику оцінки абсолютного ОМК на ОФЕКТ-зображеннях [6, 7]. Слід зауважити, що при проведенні зазначених досліджень виникають труднощі при порівнянні отриманих значень та показників норми. Адже відомі з літератури показники норми отримані іншими

методами розрахунків та в інших умовах. Крім того, для розробки такої методики необхідно проводити зіставлення даних ОМК, отриманих на ОФЕКТ, з показниками інших досліджень. Така необхідність пов'язана не тільки з науково-дослідними задачами, але й з метою коректного проведення моніторингових досліджень.

Слід підкреслити, що зміни перфузії ГМ можливі не тільки при пошкодженні мозкової речовини внаслідок черепно-мозкової травми, інсульту, пухлини, але і на фоні дисметаболічного, гіпоксичного чи токсичного або психовегетативного патологічного стану. Ці процеси призводять до низки метаболічних і функціональних порушень у мозку людини.

Отже опис результатів сцинтиграфічних досліджень ГМ у цьому випадку повинен бути комплексним, з урахуванням клінічних даних, оскільки лише візуальний аналіз не завжди дозволяє виявити порушення перфузії.

Однак чинний і рекомендований до використання протокол опису результатів [3, 4, 8] є недосконалим і здебільшого обмежується загальними фразами.

Метою роботи є розробка стандартизованого протоколу опису та аналізу клінічних результатів сцинтиграфічних досліджень головного мозку з перфузійними РФП.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведено ретроспективний аналіз даних сцинтиграфічного дослідження 86 пацієнтів з помірними дифузними змінами перфузії головного мозку. Як перфузійний РФП застосовували ^{99m}Tc -НМРАО (BrainSPECT, Угорщина) активністю 555–740 МБк.

Дослідження проводилися на дводетекторній гамма-камері «E. Cam» з низькоенергетичним коліматором високої розрізняювальної здатності (LEHR).

Протокол збору сцинтиграфічних даних складався з кількох етапів:

1. Радіометрія шприца з РФП до введення пацієнту (1 кадр за 6 с);
2. Непряма ангиографія головного мозку і серця протягом 120 с (1 кадр за 1 с); запис інформації починався відразу ж після інтравенозного введення РФП в кубітальну вену.
3. Радіометрія шприца із залишковою радіоактивністю РФП після введення (1 кадр за 6 с);
4. Проведення ОФЕКТ.

Емісійну томографію починали через 15–20 хв. після введення РФП. Дослідження включало збір 64 чи 120 проєкцій, матриця збору даних — 64×64 чи 128×128 . Реконструкція отриманих зрізів проводилась в аксіальній, фронтальній і сагітальній проєкціях.

Узагальнена структура протоколу опису результатів проведених нами сцинтиграфічних досліджень ГМ складається з паспортної, графічної, описової частин та клінічного висновку, що у своїй основі відповідає прийнятим в Україні стандартам щодо дослідження інших органів та систем [9, 10].

Паспортна частина. Цей розділ стандартизованого протоколу можна умовно поділити на такі

пункти: дані пацієнта, клінічна інформація та умови дослідження.

Серед даних пацієнта необхідно зазначати:

- прізвище та ініціали (ім'я та по батькові),
- стать і вік,
- антропометричні дані (маса тіла, зріст, стандартизована поверхня тіла пацієнта, наприклад, за формулою Дюбуа).

Зазначення антропометричних даних дозволяє проводити нормування кількісних показників дослідження до поверхні тіла пацієнта. Це особливо важливо при оцінці процента включення РФП до мозку, оскільки він так чи інакше залежить від загальної кількості крові в організмі.

До клінічної інформації належать дані про основний та супутній діагнози, які обумовлюють мету дослідження та систематизують результати при статистичних наукових дослідженнях.

Ступінь накопичення РФП у ГМ залежить також від артеріального тиску, тому необхідно вказувати типове та поточне значення цього показника для пацієнта. Адаже підвищений артеріальний тиск є одним із факторів ризику появи когнітивних порушень [11], а також може бути причиною нетипового розподілу РФП у мозковій тканині.

Тривалість хвороби пацієнта та час її початку належить до особливо важливої клінічної інформації, що може значно вплинути на трактування результатів дослідження ГМ [12]. При проведенні наукових досліджень у протоколі доцільно також записувати номер історії хвороби пацієнта, що надає можливість через тривалий час відстежувати ефективність лікування та діагностичну значимість сцинтиграфії ГМ.

При описі умов дослідження необхідно зазначати модель гамма-камери, назву програмного забезпечення обробки та аналізу даних, тип коліматора, розмір матриці зображень, кількість проєкцій, час збору одного кадру, кількість та назву введеного РФП, ефективну дозу опромінення, номер та дату дослідження, дати попередніх досліджень, назву методики дослідження, фармакологічну пробу/навантаження (якщо вона використовується). До фармакологічних навантажень, які є досить інформативними при дослідженні гемодинаміки ГМ, можна віднести судинорозширювальні препарати (наприклад, ацетазоламід чи диліпірадамол), інгаляцію суміші 5–10 % CO_2 [12].

Графічна частина. До цієї частини належать графіки кінетики РФП в перикардіальній ділянці та в ГМ (якщо проводиться непряма ангиографія), серія фронтальних та сагітальних зрізів ОФЕКТ та відповідних мультимодальних зображень, зрізи з побудованими зонами інтересу (ЗІ) на томограмах. Оскільки, в переважній більшості, програмне середовище робочих станцій обробки інформації не забезпечує можливості формування протоколу опису результатів дослідження в необхідній формі, то вивід зображень на паперовий носій може бути як додаток до загального протоколу.

Описова частина. Опис результатів дослідження складається з формалізованого та якісного аналізу

даних. Формалізовані дані зводяться до просторової оцінки накопичення РФП у півкулях ГМ та ЗІ. При загальному описі розподілу РФП у півкулях необхідно зазначити об'єм ГМ (в цілому), процент накопичення РФП по відношенню до введеної активності, характер накопичення (посилене, знижене, дифузне, вогнищеве тощо), значення ОМК із зазначенням методики розрахунку.

Оскільки анатомічні деталі зображення на ОФЕКТ обмежені розрізнявальною здатністю методу (≈ 1 см), то доцільно обмежитись такими зонами інтересу: лобова (префронтальна та премоторна), скронева (латеральна та медіальна), тім'яна, потилична, таламус, мозочок, міст, середній мозок, базальні ганглії, семіовальний центр, мозолясте тіло, гачкуватий пучок (*fasciculus uncinatus*), променистий вінець. При автоматичній побудові ЗІ це мінімальна кількість ділянок для аналізу [13]. При оператор-залежній побудові ЗІ їх кількість може бути змінена.

Більш точна локалізація виявлених аномалій за необхідності може бути досягнута шляхом візуального порівняння або поєднання зображень ОФЕКТ із відповідними КТ- або МРТ-зрізами [14].

При аналізі сегментів ГМ необхідно зазначити асиметрію накопичення РФП, ОМК та відповідні параметри математичної моделі, за якими проводився розрахунок. Доцільно також проводити напівкількісний аналіз. Останній може бути зведений до візуальної чотирибальної рейтингової шкали: 0 балів — перфузія відповідає нормі, 1 — зниження перфузії мінімальне (сумнівне), 2 — зниження перфузії виражене (явне), 3 — зниження перфузії різко виражене [15]. Однак в деяких випадках спостерігається підвищення регіонарної перфузії ГМ. Тому шкалу доцільно розширити, але в іншу за знаком сторону: мінус 1 — підвищення перфузії мінімальне (сумнівне), мінус 2 — підвищення перфузії виражене (явне).

Після формалізованого опису даних, які подають у вигляді таблиці, наводиться коментар — якісний аналіз з елементами клінічного трактування даних. Такий опис дозволяє відзначити низку особливостей проведеного дослідження, які не були відображені в попередніх частинах протоколу, та надає можливість лікарям інших спеціальностей адекватно сприймати надану інформацію. Крім того, якісна оцінка потрібна для об'єктивізації результатів, оскільки кількісні показники не завжди відповідають дійсності.

При помірних змінах (невогнищевому характеру) необхідно зазначити наявність гіпоперфузії функціонального характеру, наприклад, діашиз (феномен Монакова). Найчастіше діагностується кросцеребелярний діашиз — зниження перфузії в півкулі мозочка контралатеральної локалізації зони ушкодження у великій півкулі.

Опис дослідження повинен вказати на локалізацію, кількість, форму, вираженість дефектів, чіткість меж патологічного вогнища та поширеність перифокального набряку, кореляцію зазначених сцинтиграфічних ознак з морфологічними і клінічними змінами, якщо це можливо, подати значущість патологічних змін [14]. Одержані томограми також повинні бути обов'язково оцінені на наявність артефактів.

Узагальнюючи кількісні та якісні дані сцинтиграфічних досліджень ГМ, необхідно зважати і на межі норми й патологічних змін. Так, усереднений ОМК у фізіологічних умовах дорівнює приблизно 50 мл/100 г/хв. Існують регіональні відмінності для сірої і білої речовини мозку, які варіюють від 70 до 20 мл /100 г/хв відповідно. Нижні межі мозкового кровотоку, при яких розвиваються гіпоперфузія та церебральні зміни, вивчені і встановлені в експериментальних роботах. Так, мозковий кровотік менше 30 мл/100 г/хв викликає розвиток неврологічної симптоматики і зміну функціональної активності нейронів; при зниженні до 15–20 мл/100 г/хв розвиваються оборотні порушення на рівні дисфункції мембран нейронів; при зниженні кровотоку менше 10–15 мл/100 г/хв — необоротне нейрональне пошкодження і загибель нейронів [16].

ВИСНОВКИ

Об'єктивізований аналіз зображень однофотонної емісійної комп'ютерної томографії має важливе значення для моніторингу порушень мозкової перфузії.

Для підвищення ефективності сцинтиграфічних досліджень головного мозку з перфузійними препаратами постала необхідність створення стандартизованого протоколу опису результатів дослідження. Такий протокол може використовуватись у практичній та науковій роботі відділень радіонуклідної діагностики, оскільки він є основою для створення електронної бази даних обстежених хворих. Запропонований протокол також необхідний для спостереження за змінами об'ємного мозкового кровотоку при контролі якості лікування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Диагностика и лечение хронических форм недостаточности мозгового кровообращения у больных с гипертонической болезнью* / В. Ф. Мордовина, Р. С. Карпова. — Томск : SST, 2011. — 592 с.
2. *Бокерия Л. А. Методы диагностики мозговой гемодинамики и уровня церебральной перфузии у больных с окклюзирующими поражениями брахиоцефальных артерий* / Л. А. Бокерия, И. П. Асланиди, Т. Н. Сергуладзе // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. — 2012. — С. 5–17.
3. *Mettler F. A. Jr. Procedure guideline for brain perfusion SPECT using 99mTc radiopharmaceuticals* / F. A. Jr. Mettler // Guiberteau MJ. — 2013.
4. *Society of Nuclear Medicine procedure guideline for brain perfusion single photon computed tomography (SPECT) using Tc-99 m radiopharmaceuticals* / J.E. Juni, A.D. Waxman, M.D. Devous [et al.]. — Procedure Guidelines Manual June 2002. Reston, VA: Society of Nuclear Medicine. — 2002. — P. 113–118.
5. *Ito H. Database of normal human cerebral blood flow measured by SPECT: I. Comparison between I-123-IMP, Tc-99m-HMPAO, and Tc-99m-ECD as referred with O-15 labeled water PET and voxel-based morphometry* / H. Ito, K. Inoue, R. Goto // Annals of Nuclear Medicine. — 2006. — P. 131–138.
6. *Количественная оценка мозгового кровотока по данным скинтиграфических исследований с ^{99m}Tc-НМРАО* / Н. А. Николов, С. С. Макеев, О. Ю. Ярошенко, Т. Г. Новикова. // Мед. физика. — 2016. — С. 72–79.
7. *Quantitative evaluation of the absolute value of the cerebral blood flow according to the scintigraphic studies with 99mTc-HMPAO* / N. A. Nikolov, S. S. Makeyev, O. Yu. Yaroshenko, T. G. Novikova. // Research Bulletin of National Technical University of Ukraine «Kyiv polytechnic Institute». — 2017. — P. 61–68.
8. *EANM procedure guideline for brain perfusion SPECT using 99mTc-labelled radiopharmaceuticals, version 2* / Ö.L. Kapucu, F. Nobili, A. Varrone [et al.] // Eur J Nucl Med Mol Imaging. — 2009. — Режим доступа: http://www.eanm.org/publications/guidelines/gl_neuro_spet_radio.pdf
9. *Кундін В. Ю. Динамічна та статична скинтиграфія нирок з ^{99m}Tc-ДМСО у дітей: інтерпретація основних параметрів і протокол досліджень* / В. Ю. Кундін, М. О. Ніколов // Укр. радіол. журн. — 2005. — Т. XIII, вип. 2. — С. 129–135.
10. *Структурна градація та основні параметри протоколів динамічних реноскитиграфічних досліджень у дітей* / А. П. Лазар, В. Ю. Кундін, М. О. Ніколов, Г. О. Романенко // Укр. радіол. журн. — Наук-практ конф з міжнар участю «Сучасні проблеми ядерної медицини». — 2003. — Т. XI, вип. 4. — С. 400–402.
11. *Куанова Л. Б. Клиническое значение применения ОФЭКТ при постинсультной деменции* / Л. Б. Куанова, Т. Т. Яворская // Медицина. — 2012. — С. 22–25.
12. *Сергуладзе Т. Н. Клиническое значение однофотонной эмиссионной компьютерной томографии головного мозга* / Т. Н. Сергуладзе, И. П. Асланиди // Клини. физиология кровообращения. — 2012. — С. 22–29.
13. *Ковалев В. А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений* / В. А. Ковалев. — Минск : Беларус. на-ука. — 2007. — 263 с.
14. *Макеев С. С. Радіонуклідна анатомія і фізіологія головного мозку* / С. С. Макеев, Д. С. Мечев // Радіол. вісн. — 2014. — № 3. — С. 31–38.
15. *Роль однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с ^{99m}Tc-ГМАПО в нозологической диагностике паркинсонизма* / О. С. Левин, И. А. Амосова, В. В. Поцыбина, И. Г. Смоленцева // Неврологический вестник. — 2005. — С. 5–12.
16. *Верещагин Н. В. Мозговое кровообращение. Современные методы исследования в клинической неврологии* / Н. В. Верещагин, В. В. Борисенко, А. Г. Власенко. — М. : Интер-Весы, 1993. — 208 с.

Стаття надійшла до редакції 26.05.2017.

Т. Г. НОВИКОВА¹, Н. А. НИКОЛОВ², С. С. МАКЕЕВ¹, С. С. КОВАЛЬ¹

¹ГУ «Институт нейрохирургии им. акад. А. П. Ромоданова НАМН Украины», Киев

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

СТАНДАРТИЗОВАНИЙ ПРОТОКОЛ ОПИСАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СЦИНТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПЕРФУЗИОННЫМИ РАДИОФАРМАПРЕПАРАТАМИ

Цель работы. Разработка стандартизированного протокола описания и анализа клинических результатов скинтиграфических исследований головного мозга с перфузионными радиофармпрепаратами (РФП).

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ данных скинтиграфических исследований 86 пациентов с умеренными диффузными изменениями перфузии головного мозга. В качестве перфузионного РФП использовался ^{99m}Tc-НМРАО. Скитиграфическое исследование состояло из записи непрямой ангиографии головы и сердца и однофотонной эмиссионной томографии головного мозга.

Результаты. Разработанный протокол результатов исследования перфузии головного мозга состоит из паспортной части пациента и условий получения данных, графической части, описательной части с указанием количественных и качественных показателей накопления РФП в головном мозге и заключения.

Выводы. Протокол может использоваться в практической и научной работе отделений радионуклидной диагностики и является основой для создания электронной базы данных обследованных больных.

Ключевые слова: головной мозг, перфузия, объемный мозговой кровоток, ОФЭКТ, ^{99m}Tc-НМРАО.

T. NOVIKOVA¹, N. NIKOLOV², S. MAKEYEV¹, S. KOVAL¹

¹*SI Romodanov Neurosurgery Institute, National Academy of Medical Sciences of Ukraine*

²*National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»*

STANDARDIZED PROTOCOL DESCRIBING THE OUTCOMES OF BRAIN SCINTIGRAPHY WITH PERFUSION RADIOPHARMACEUTICALS

Purpose. Development of the standardized protocol for description and analysis of clinical outcomes of scintigraphic studies of the brain with perfusion radiopharmaceuticals (RP).

Material and Methods. A retrospective analysis of scintigraphic data was provided for 86 patients with moderate diffuse changes in cerebral perfusion. As a perfusion agent, RP^{99m}Tc-HMPAO was used. The scintigraphy study consisted of recording of indirect angiography of the head and heart and single photon emission tomography of the brain.

Outcomes. The developed protocol of the outcomes of brain perfusion consists of: the patient's passport section and the conditions of obtaining the data, the graphic part, the narrative part, indicating the quantitative and qualitative indices of accumulation of RFP in the brain, and the conclusion.

Conclusion. The protocol can be applied in practical and scientific work at radionuclide diagnosis departments and is the basis for creating electronic database of the examined patients.

Keywords: brain, perfusion, cerebral bloodflow (CBF), SPECT, ^{99m}Tc-HMPAO.

Контактна інформація:

Макеев Сергій Сергійович

доктор мед. наук, завідувач відділенням радіонуклідної діагностики

ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України»

тел.: +38 (044) 483-82-07