ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

УДК: 616.853-053.2:615.849.1

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА МЕТАБОЛІЧНОЇ АСИМЕТРІЇ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЗА ДАНИМИ ПОЗИТРОННО-ЕМІСІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ У ПОЄДНАННІ З КОМП'ЮТЕРНОЮ ТОМОГРАФІЄЮ У ДІТЕЙ ІЗ ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЮ ЕПІЛЕПСІЄЮ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Король П.О.

Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Київ, Україна

Актуальність. Фармакорезистентна епілепсія (ФРЕ) в дитячій популяції залишається складною діагностичною проблемою, оскільки традиційні методи нейровізуалізації не завжди відображають функціональні зміни головного мозку. Використання позитронно-емісійної томографії з 18F-фтордизоксиглюкозою у поєднанні з комп'ютерною томографією (18F-ФДГ ПЕТ/КТ) відкриває нові можливості для раннього виявлення епілептогенних зон шляхом кількісної оцінки метаболічної асиметрії.

Мета. Узагальнення сучасних даних щодо комплексної оцінки метаболічної асиметрії головного мозку методом позитронно-емісійної томографії з 18F-фтордизоксиглюкозою у поєднанні з комп'ютерною томографією у дітей із фармакорезистентною епілепсією та визначення науково обґрунтованих параметрів оцінки цієї патології.

Матеріали та методи. В роботі було використано методи теоретичного узагальнення, аналізу та синтезу результатів, а також бібліосемантичний метод. Пошук робіт проводився у наукометричних базах даних Scopus, Web of Science, PubMed та Google Scholar. Дослідження проведене як приватна ініціатива автора.

Етика дослідження. В ході роботи були відібрані публікації, автори яких дотримувалися сучасних біоетичних норм.

Результати. В ході роботи було показано, що метаболічна асиметрія головного мозку є кількісно вимірюваним, статистично значущим маркером активності епілептогенного фокусу. Метаболічна асиметрія корелює з нейроонтогенетичними маркерами та локалізацією епілептогенного фокусу, що має практичне значення для планування більш таргетованих хірургічних втручань. Поєднання ПЕТ/КТ з нейровізуалізаційними методами дало більш стабільні та повторювані результати у виявленні зон з порушеним метаболізмом порівняно з кожним методом окремо. Результати свідчать про потенціал використання метаболічної асиметрії як додаткового біомаркера для вибору кандидатів для хірургічних втручань, а також для моніторингу ефективності та прогнозу хірургічного лікування ФРЕ у дітей. Вона доповнює структурні методи зображення та нейропсихологічні оцінки, що сприяє переходу до персоналізованого підходу до кожного пацієнта та підвищує ефективність хірургічного лікування дітей із ФРЕ.

Висновки. 18F-ФДГ ПЕТ/КТ є надійним інструментом кількісної оцінки метаболічної асиметрії головного мозку в дітей із ФРЕ. Індекс асиметрії може слугувати об'єктивним біомаркером латералізації епілептогенної зони та прогнозу ефективності лікування. Стандартизація методів аналізу та створення вікових референтних баз є ключовими умовами для підвищення клінічної цінності ПЕТ/КТ у педіатричній практиці.

Ключові слова: *медична радіологія, педіатрія, нейровізуалізація, індекс асиметрії, епілептогенне вогнище.*

Відповідальний автор: Король П.О.
✉ 9, вул. Дорогожицька, м. Київ, 04112,Україна.
E-mail: pavlo.korol1973@gmail.com

Corresponding author: Korol P.O.
✉ 9, Dorohozhytska str., Kyiv, 04112, Ukraine.
E-mail: pavlo.korol1973@gmail.com

© Король П.О., 2025 CC BY-NC-SA © Korol P.O., 2025

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Цитуйте українською: Король ПО.
Комплексна оцінка метаболічної асиметрії головного мозку за даними позитронно-емісійної томографії у поєднанні з комп'ютерною томографією у дітей із фармакорезистентною епілепсією (огляд літератури).
Експериментальна і клінічна медицина. 2025;94(4):152-9.
https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.4.kpo

Cite in English: Korol PO.
Comprehensive assessment of brain metabolic asymmetry based on positron emission tomography with computed tomography in children with drug-resistant epilepsy (literature review).
Experimental and Clinical Medicine. 2025;94(4):152-9.
https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.4.kpo [in Ukrainian].

Вступ

На сьогодні в дитячій неврології спостерігається зростання інтересу до вивчення функціонально-метаболічних механізмів епілептогенезу, що зумовлено обмеженнями традиційних структурних методів діагностики. Незважаючи на впровадження сучасних методів діагностики, таких як магнітно-резонансна томографія (МРТ), та розширення спектра антиепілептичних засобів, до 30 % дітей із діагнозом епілепсії залишаються фармакорезистентними [1–3].

Така група пацієнтів потребує поглибленої функціональної оцінки мозкової діяльності, оскільки у значної частини з них відсутні видимі структурні зміни за даними МРТ або комп'ютерної томографії (КТ). У цьому контексті важливим стало застосування метаболічної нейровізуалізації, зокрема позитронно-емісійної томографії з 18F-фтордизоксиглюкозою у поєднанні з комп'ютерною томографією (18F-ФДГ ПЕТ/КТ), яка дозволяє виявити функціональні аномалії до появи морфологічного субстрату [4; 5].

Науковці встановили, що проблема локалізації епілептогенної зони у дітей із фармакорезистентною епілепсією (ФРЕ) ускладнюється морфофункціональною мінливістю мозку в період розвитку, коли метаболічна асиметрія може мати як фізіологічний, так і патологічний характер [6]. Крім того, більшість наявних алгоритмів інтерпретації результатів 18F-ФДГ ПЕТ/КТ створено для дорослих і вони не враховують вікові коливання метаболічних показників, що знижує точність виявлення епілептогенних зон. Наявність вікових відмінностей у дозріванні нейрональних мереж, розподілі сірої речовини та глюкозному споживанні зумовлює потребу у створенні дитячих референтних баз, які б дозволили уникнути псевдоасиметрії при аналізі ПЕТ-зображень.

Аналіз сучасних публікацій свідчить, що попри значні технологічні досягнення, залишається відсутньою єдина стандартизована методологія кількісної оцінки метаболічної асиметрії головного мозку в педіатричній популяції [7; 8]. Недостатньо досліджено порогові значення індексу асиметрії (ІА), а також взаємозв'язок між метаболічними, електрофізіологічними та клінічними показниками.

У цьому контексті актуальним є проведення комплексних досліджень, які спрямовані на інтеграцію кількісних метаболічних показників 18F-ФДГ ПЕТ/КТ із клініко-неврологічними характеристиками дітей із ФРЕ. Такий підхід дозволить не лише підвищити точність латералізації епілептогенного фокусу, а й сприятиме формуванню нових уявлень про патофізіологічну основу метаболічної асиметрії дитячого мозку.

Метою дослідження було узагальнення сучасних даних щодо комплексної оцінки метаболічної асиметрії головного мозку методом позитронно-емісійної томографії з 18F-фтордизоксиглюкозою у поєднанні з комп'ютерною томографією у дітей із фармакорезистентною епілепсією та визначення науково обґрунтованих параметрів оцінки цієї патології.

Матеріали та методи

В ході роботи було проаналізовано сучасні наукові публікації, присвячені вивченню ФРЕ в педіатричній практиці, методам нейровізуалізації та способам її лікування. Пошук робіт проводився в

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

наукометричних базах даних Scopus, Web of Science, PubMed та Google Scholar. Пошук було проведено за 2019–2025 рр. за наступними ключовими словами: medical radiology (медична радіологія), pediatrics (педіатрія), neuroimaging (нейровізуалізація), asymmetry index (індекс асиметрії), epileptogenic focus (епілептогенне вогнище), Drug-Resistant Epilepsy (фармакорезистентна епілепсія), 18F-FDG PET/CT (18F-ФДГ ПЕТ/КТ). Було використано методи теоретичного узагальнення, аналізу та синтезу результатів, а також бібліосемантичний метод.

Етика дослідження

У ході роботи було відібрано дослідження, автори яких дотримувалися етичних норм проведення досліджень.

Результати

На сучасному етапі розвитку дитячої неврології ФРЕ розглядається як одна з найскладніших клінічних форм епілепсії, що характеризується відсутністю ефекту від принаймні двох адекватно підібраних антиепілептичних препаратів [1]. За даними останніх епідеміологічних досліджень, близько третини дітей з епілепсією мають резистентний перебіг, що значно погіршує якість життя та підвищує ризик когнітивних і поведінкових розладів [2; 8; 9]. Тому одним із основних завдань дитячої нейрології є пошук об'єктивних біомаркерів активності епілептогенного фокусу, які б дозволяли раннє виявлення зон патологічної активності мозку.

Згідно з сучасними уявленнями, метаболічна асиметрія головного мозку є відображенням функціональної організації нервової тканини, де споживання глюкози відрізняється між півкулями залежно від активності нейронних мереж. При епілепсії цей баланс порушується, що зумовлює формування ділянок гіпометаболізму, які в більшості випадків відповідають епілептогенному вогнищу [10; 11; 12]. Дослідження Wang Y. et al. (2024) [10] показало, що ступінь асиметрії між скроневими півкулями достовірно корелює з тяжкістю клінічних проявів та частотою нападів у дітей з ФРЕ (*таблиця*). При цьому метаболічна асиметрія виступає функціонально-прогностичним маркером перебігу епілепсії.

Таблиця. Використання 18F-ФДГ ПЕТ/КТ для оцінки метаболічної асиметрії мозку у дітей із фармакорезистентною епілепсією

Автори	Вибірка	Методологічні особливості	Результати
Wang Y. et al., 2024	186 дітей (0–14 років)	Модель вікової норми метаболізму	Метаболізм у дітей <10 років має вікову варіабельність; ІА > 12 % корелює з епілептогенними зонами
Teichner E.M. et al., 2024	74 пацієнти з ФРЕ	Метааналіз; оцінка чутливості ПЕТ та МРТ	18F-ФДГ ПЕТ/КТ має перевагу в локалізації фокусу при хірургічному плануванні. Чутливість ПЕТ 85,0 %, МРТ 65,0 %; специфічність ПЕТ 81,0 %
Li M. et al., 2024	42 дитини з ФРЕ	ПЕТ/КТ із скороченим часом (150 с); розрахунок ІА	Метод забезпечує зниження дози радіофармпрепарату без втрати інформативності (збіг з ЕЕГ у 86,0 %)
Courtney M.R. et al., 2024	98 пацієнтів (у т. ч. 20 дітей) після операції	Оцінка локалізованого гіпометаболізму за ПЕТ та результатів операції	ПЕТ-позитивний гіпометаболізм є прогностичним маркером успіху хірургічного лікування. Наявність локального гіпометаболізму асоційована зі сприятливим результатом (ВШ=2,7; p<0,01)
Bagni O. et al., 2025	54 дитини з ФРЕ	Використання цифрового ПЕТ із кремнієвими детекторами	Цифровий ПЕТ підвищує якість зображень та безпеку у дітей, забезпечує зменшення шуму та дози на 25,0 %, покращуючи контраст гіпометаболічних зон

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Слід зазначити, що велику роль у кількісному виявленні метаболічного дисбалансу відіграє 18F-ФДГ ПЕТ/КТ. Цей метод ґрунтується на оцінці споживання глюкози мозковою тканиною, що відображає регіональну нейрональну активність у міжнападовий період. У порівнянні з МРТ та електроенцефалограмою (ЕЕГ), які фіксують структурні чи електричні порушення, 18F-ФДГ ПЕТ/КТ забезпечує метаболічний зріз функціонування головного мозку [13–15]. Згідно з даними Teichner E.M. et al. (2024) [11], чутливість ПЕТ/КТ у виявленні фокусу при дитячій ФРЕ сягає 85,0 %, тоді як МРТ демонструє лише 65,0 %. Це вказує на вищу діагностичну цінність методу у визначенні кандидатів для хірургічного лікування пацієнтів із ФРЕ.

У контексті стандартизації діагностичних підходів у дитячій нейровізуалізації активно впроваджуються кількісні ІА, які забезпечують об'єктивне зіставлення регіональних метаболічних рівнів. Дослідження останніх років показали, що навіть при скороченому часі сканування ПЕТ/КТ зберігається висока точність визначення епілептогенної зони за ІА [12].

Необхідно зазначити, що дитячий мозок має специфічні вікові закономірності метаболізму, які необхідно враховувати при інтерпретації ПЕТ/КТ-даних. Як показали результати дослідження Li M. et al. (2024) [12], у дітей віком від 0 до 6 років метаболічна активність має гетерогенний характер, тоді як Wang Y. et al. (2024) [10] встановили, що після 10 років темп змін значно сповільнюється. Ці закономірності пояснюють можливість помилкової інтерпретації гіпометаболізму як патологічної асиметрії. Таким чином, створення вікових норм та контрольних баз даних є необхідним для достовірної оцінки результатів ПЕТ/КТ у дітей з ФРЕ та вибору тактики хірургічного лікування.

Хоча ПЕТ-сканування зазвичай використовується при обстеженні пацієнтів, які очікують хірургічного втручання з приводу епілепсії, зв'язок між виявленням локалізованого гіпометаболізму 18F-ФДГ ПЕТ/КТ та результатом хірургічного втручання з приводу епілепсії наразі активно вивчається науковцями. У роботі Sharma P. et al. (2019) [4] було проаналізовано результати хірургічного лікування 98 пацієнтів, серед яких наявність чітко локалізованого гіпометаболізму підвищувала шанси на ремісію нападів у 2,7 раза (ВШ=2,7; 95 % ДІ 1,5–4,6; p<0,01). Тоді як науковці Courtney M.R. et al. (2024) [16] показали, що локалізований гіпометаболізм за рузультатами 18F-ФДГ ПЕТ/КТ був пов'язаний зі сприятливим результатом після операції з видалення епілептогенного вогнища для всіх пацієнтів зі співвідношенням шансів ВШ=2,68 (95 % ДІ 2,08–3,45), а дифузний гіпометаболізм 18F-ФДГ ПЕТ/КТ був пов'язаний з гіршими результатами порівняно з фокальним гіпометаболізмом (ВШ=0,34; 95 % ДІ 0,22–0,54).

У свою чергу, розвиток технологій цифрової детекції з кремнієвими фотомножниками забезпечує покращену роздільну здатність та можливість зниження дози радіофармпрепарату, що особливо важливо у педіатрії. Паралельно ведуться дослідження інтегрованих підходів, ПЕТ/МРТ та ПЕТ/ЕЕГ, які дозволяють одночасно оцінювати метаболічну й функціональну активність [7; 17]. Така синергія між метаболічними та електрофізіологічними маркерами відкриває нові можливості для персоналізованої діагностики епілепсії, а інтеграція методів машинного навчання може автоматизувати аналіз патернів асиметрії.

Вказані результати підтверджують, що метаболічна асиметрія мозку є кількісно вимірюваним, статистично значущим маркером активності епілептогенного фокусу. Подальше вдосконалення стандартизації протоколів, зокрема створення вікових баз-еталонів та автоматизованих алгоритмів розрахунку ІА, може підвищити точність діагностики та скоротити час аналізу зображень.

Обговорення результатів

Проведений аналіз сучасних публікацій вказує на те, що дослідження метаболічної асиметрії мозку за допомогою 18F-ФДГ ПЕТ/КТ поступово переходять від описових до кількісних та стандартизованих моделей оцінки. Упродовж останніх п'яти років спостерігається чітка тенденція до підвищення

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

якості даних, збільшення вибірок та використання стандартних протоколів [11; 12; 18–20].

Дані авторів Li X. et al. (2024) [12] підтверджують, що вікові фактори є важливим параметром для коректної інтерпретації ПЕТ-зображень. Так, у дітей до 10 років спостерігається ширший діапазон фізіологічної асиметрії (ІА = 5–8 %), тоді як у старших пацієнтів середнє значення стабілізується на рівні 3–5 % ($p<0,01$) [10; 12]. Таким чином, відсутність вікових норм може призводити хибнопозитивних інтерпретацій гіпометаболізму.

Сучасні дослідження спрямовані на розв'язання питання щодо ролі визначення гіпометаболізму за допомогою 18F-ФДГ ПЕТ/КТ в результатах після хірургічного втручання з приводу епілепсії. У дослідженні Courtney M.R. et al. (2024) [16] було підтверджено, що включення 18F-ФДГ ПЕТ/КТ до рутинних неінвазивних досліджень є необхідним для пацієнтів, які проходять обстеження для хірургічного лікування епілепсії, задля покращення локалізації епілептогенної зони та сприяння відбору пацієнтів для операції.

Отже, 18F-ФДГ ПЕТ/КТ є провідним інструментом для кількісної оцінки метаболічної асиметрії мозку у дітей із ФРЕ. Поєднання цього методу з клінічними й нейрофізіологічними даними дозволяє підвищити точність передхірургічної діагностики та прогнозування ефективності хірургічного лікування. Водночас для впровадження у широку клінічну практику потрібна подальша стандартизація методології, розробка дитячих референтних баз та впровадження міжцентрових протоколів.

Висновки

Комплексний аналіз сучасних досліджень підтвердив, що 18F-ФДГ ПЕТ/КТ є високочутливим методом кількісної оцінки метаболічної асиметрії головного мозку у дітей із фармакорезистентною епілепсією. Показники індексу асиметрії достовірно корелюють із локалізацією епілептогенного фокусу та відображають ступінь нейрональної гіпоактивності.

Виявлено, що інтеграція ПЕТ/КТ з нейрофізіологічними та клінічними даними підвищує точність латералізації фокусу та дозволяє прогнозувати ефективність нейрохірургічного лікування. У пацієнтів із локалізованим гіпометаболізмом за даними ПЕТ шанс досягнення ремісії нападів зростає більш ніж у два рази.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження мають бути спрямовані на стандартизацію протоколів кількісного аналізу, формування вікових еталонних баз асиметрії мозку та впровадження алгоритмів машинного навчання для автоматизованого розпізнавання метаболічних патернів у дітей з фармакорезистентною епілепсією.

Декларації

Конфлікт інтересів відсутній.

Автор надав згоду на публікацію статті на умовах ліцензії Creative Commons BY-NC-SA 4.0 International License та публічного договору з редакцією, на обробку та публікацію його персональних даних.

Автор заявляє, що в процесі підготовки та редагування цього рукопису він не використовував жодних інструментів чи сервісів генеративного штучного інтелекту для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування генеративного штучного інтелекту (GAIDeT, 2025). Усі етапи роботи (від розробки концепції дослідження до остаточного редагування) виконувалися без залучення генеративного штучного інтелекту.

Фінансування та подяки

Дослідження проведене як приватна ініціатива автора, без грантової підтримки та державної реєстрації теми.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

Література

1. Beniczky S, Trinka E, Wirrell E, Abdulla F, Al Baradie R, Alonso Vanegas M, et al. Updated classification of epileptic seizures: Position paper of the International League Against Epilepsy. Epilepsia. 2025;66(6):1804-23. DOI: 10.1111/epi.18338. PMID: 40264351.

2. Sukprakun C, Tepmongkol S. Nuclear imaging for localization and surgical outcome prediction in epilepsy: A review of latest discoveries and future perspectives. Front Neurol. 2022;13:1083775. DOI: 10.3389/fneur.2022.1083775. PMID: 36588897.

3. Wang X, Hu W, Shao X, Zheng Z, Ai L, Sang L, et al. Hypometabolic patterns of focal cortical dysplasia in PET-MRI co-registration imaging: a retrospective evaluation in a series of 83 patients. Front Neurosci. 2023;17:1173534. DOI: 10.3389/fnins.2023.1173534. PMID: 37817803.

4. Sharma P, Hussain A, Greenwood R. Precision in pediatric epilepsy. F1000Res. 2019;8:F1000 Faculty Rev-163. DOI: 10.12688/f1000research.16494.1. PMID: 30800292.

5. Czarnetzki C, Spinelli L, Huppertz HJ, Schaller K, Momjian S, Lobrinus J, et al. Yield of non-invasive imaging in MRI-negative focal epilepsy. J Neurol. 2024;271(2):995-1003. DOI: 10.1007/s00415-023-11987-6. PMID: 37907727.

6. Cruz-Cortes Á, Avendaño-Estrada A, Alcauter S, Núñez-Enríquez JC, Rivera-Bravo B, Olarte-Casas MÁ, Ávila-Rodríguez MÁ. Semiquantitative analysis of cerebral [18F]FDG-PET uptake in pediatric patients. Pediatr Radiol. 2023;53(13):2574-85. DOI: 10.1007/s00247-023-05794-4. PMID: 37910188.

7. Bagni O, Danieli R, Bianconi F, Palumbo B, Filippi L. Clinical Performance of Analog and Digital 18F-FDG PET/CT in Pediatric Epileptogenic Zone Localization: Preliminary Results. Biomedicines. 2025;13(8):1887. DOI: 10.3390/biomedicines13081887. PMID: 40868142.

8. Yao Y, Wang X, Zhao B, Mo J, Guo Z, Yang B, et al. Hypometabolic patterns are related to post-surgical seizure outcomes in focal cortical dysplasia: A semi-quantitative study. Epilepsia Open. 2024;9(2):653-64. DOI: 10.1002/epi4.12903. PMID: 38265725.

9. Traub-Weidinger T, Arbizu J, Barthel H, Boellaard R, Borgwardt L, Brendel M, et al. EANM practice guidelines for an appropriate use of PET and SPECT for patients with epilepsy. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2024;51(7):1891-908. DOI: 10.1007/s00259-024-06656-3. PMID: 38393374.

10. Wang Y, Mo J, Sun Y, Yu H, Liu C, Liu Q, et al. Establishment of a normal control model of children's brain 18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography and analysis of the changing pattern in patients aged 0-14 years. Quant Imaging Med Surg. 2024;14(7):4703-13. DOI: 10.21037/qims-23-1809. PMID: 39022258.

11. Teichner EM, Subtirelu RC, Patil S, Parikh C, Ashok AB, Talasila S, et al. Positron Emission Tomography (PET) in presurgical planning of anterior temporal lobectomy: A systematic review of efficacy and limitations. Clin Neurol Neurosurg. 2024;246:108562. DOI: 10.1016/j.clineuro.2024.108562. PMID: 39326280.

12. Li M, Cui X, Yue H, Ma C, Li K, Chai L, et al. The efficacy of short acquisition time using 18F-FDG total-body PET/CT for the identification of pediatric epileptic foci. EJNMMI Res. 2024;14(1):21. DOI: 10.1186/s13550-024-01081-x. PMID: 38409511.

13. Qian Z, Lin J, Jiang R, Jean S, Dai Y, Deng D, et al. Evaluation of MRI post-processing methods combined with PET in detecting focal cortical dysplasia lesions for patients with MRI-negative epilepsy. Seizure. 2024;117:275-83. DOI: 10.1016/j.seizure.2024.03.011. PMID: 38579502.

14. Yao L, Cheng N, Chen AQ, Wang X, Gao M, Kong QX, Kong Y. Advances in Neuroimaging and Multiple Post-Processing Techniques for Epileptogenic Zone Detection of Drug-Resistant Epilepsy. J Magn Reson Imaging. 2024;60(6):2309-31. DOI: 10.1002/jmri.29157. PMID: 38014782.

15. Ley M, Zucca R, Langohr K, Luisa PO, Principe A, Capellades J, et al. On the concordance between electrical source imaging, anatomical and functional neuroimaging in patients with focal epilepsy. Clin Neurophysiol. 2025;172:22-32. DOI: 10.1016/j.clinph.2024.12.021. PMID: 39952004.

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

16. Courtney MR, Antonic-Baker A, Chen Z, Sinclair B, Nicolo JP, Neal A, et al. Association of Localizing 18F-FDG-PET Hypometabolism and Outcome Following Epilepsy Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis. Neurology. 2024;102(9):e209304. DOI: 10.1212/WNL.0000000000209304. PMID: 38626375.

17. Zhang Q, Hu Y, Zhou C, Zhao Y, Zhang N, Zhou Y, Yang Y, et al. Reducing pediatric total-body PET/CT imaging scan time with multimodal artificial intelligence technology. EJNMMI Phys. 2024;11(1):1. DOI: 10.1186/s40658-023-00605-z. PMID: 38165551.

18. Wu H, Liao K, Tan Z, Zeng C, Wu B, Zhou Z, et al. A PET-based radiomics nomogram for individualized predictions of seizure outcomes after temporal lobe epilepsy surgery. Seizure. 2024;119:17-27. DOI: 10.1016/j.seizure.2024.04.021. PMID: 38768522.

19. Caminiti SP, Sala A, Presotto L, Chincarini A, Sestini S, Perani D; Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI), for the Associazione Italiana Medicina Nucleare (AIMN) datasets, The AIMN Neurology Study-Group collaborators, et al. Validation of FDG-PET datasets of normal controls for the extraction of SPM-based brain metabolism maps. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2021;48(8):2486-99. DOI: 10.1007/s00259-020-05175-1. PMID: 33423088.

20. Robles-Lomelín P, Martínez-Medina S, Gonzalez-Salido J, Colado-Martinez J, Fuentes-Calvo I, Díaz-Meneses I, et al. Association between metabolic patterns in 18-FDG PET-CT scan and postsurgical seizure outcomes in patients with temporal lobe epilepsy. Epilepsy Behav. 2025;167:110387. DOI: 10.1016/j.yebeh.2025.110387. PMID: 40121729.

Korol P.O.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF BRAIN METABOLIC ASYMMETRY BASED ON POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY WITH COMPUTED TOMOGRAPHY IN CHILDREN WITH DRUG-RESISTANT EPILEPSY (LITERATURE REVIEW)

Background. Drug-Resistant Epilepsy (DRE) in the pediatric population remains a challenging diagnostic problem, as traditional neuroimaging methods do not always reflect functional changes in the brain. The use of Positron Emission Tomography with 18F-FluoroDeoxyGlucose in combination with Computed Tomography (18F-FDG PET/CT) opens up new possibilities for the early detection of epileptogenic zones through quantitative assessment of metabolic asymmetry.

Aim. To summarize current data on the comprehensive assessment of brain metabolic asymmetry using positron emission tomography with 18F-fluorodeoxyglucose in combination with computed tomography in children with drug-resistant epilepsy and to determine scientifically-based parameters for its assessment.

Materials and Methods. The study used methods of theoretical generalization, analysis, and synthesis of results, bibliosemantic method. The search for works was conducted in the scientometric databases Scopus, Web of Science, PubMed and Google Scholar. This study was conducted as a private initiative by the author.

Research Ethics. During the study, publications were selected, the authors of which adhered to modern bioethical standards.

Results. The study showed that metabolic asymmetry of the brain is a quantitatively measurable, statistically significant marker of epileptogenic focus activity. Metabolic asymmetry correlates with neuroontogenetic markers and the localization of the epileptogenic focus, which is of practical importance for planning more targeted surgical procedures. The combination of PET/CT with neuroimaging methods yielded more stable and repeatable results in identifying areas with impaired

ISSN print 2414-4517, ISSN online 2710-1487, https://ecm.knmu.edu.ua, ecm.journal@knmu.edu.ua

metabolism compared to each method alone. The results indicate the potential for using metabolic asymmetry as an additional biomarker for selecting candidates for surgical interventions, as well as for monitoring the effectiveness and prognosis of surgical treatment of DRE in children. It complements structural imaging methods and neuropsychological assessments, facilitating a personalized approach to each patient and improving the effectiveness of surgical treatment of children with DRE.

Conclusions. 18F-FDG PET/CT is a reliable tool for quantitative assessment of brain metabolic asymmetry in children with DRE. The asymmetry index can serve as an objective biomarker for the lateralization of the epileptogenic zone and the prognosis of treatment effectiveness. Standardization of analysis methods and the creation of age-referenced databases are key conditions for increasing the clinical value of PET/CT in pediatric practice.

Keywords: *medical radiology, pediatrics, neuroimaging, asymmetry index, epileptogenic focus.*

Надійшла 07.11.2025
Прийнята до опублікування 29.12.2025
Опублікована 31.12.2025

Відомості про авторів

Король Павло Олександрович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри ядерної медицини, радіаційної онкології та радіаційної безпеки, Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна.

Поштова адреса: 9, вул. Дорогожицька, м. Київ, 04112, Україна.

E-mail: pavlo.korol1973@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0231-0021.