

УДК 616.361-006.4

DOI <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2025-2-5>**Микола ДРОСИК***аспірант кафедри онкології, променевої діагностики і терапії та радіаційної медицини, Тернопільський національний медичний університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, drosyk\_m@tdmu.edu.ua***ORCID:** 0009-0007-8759-9552

## АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ КТ-ВОЛЮМОМЕТРІЇ ТА RECIST 1.1 В ОЦІНЦІ ДИНАМІКИ МЕТАСТАТИЧНИХ УРАЖЕНЬ ПЕЧІНКИ

Оцінка відповіді пухлин на лікування є важливим аспектом сучасної онкології. Використовувані критерії RECIST 1.1, що базуються на вимірюванні лінійних розмірів пухлин, мають обмеження, особливо при оцінці складних пухлин. КТ-волюмометрія, яка дозволяє оцінювати зміни об'єму пухлин, є перспективним методом для більш точного відстеження динаміки метастатичних уражень печінки.

**Методи.** До дослідження було залучено 10 пацієнтів з метастатичним ураженням печінки. Кожен пацієнт пройшов кілька обстежень з інтервалом 1–3 місяці, під час яких вимірювались максимальні діаметри за критеріями RECIST 1.1 та об'єм метастатичних вогнищ за допомогою КТ-волюмометрії. Використовувався статистичний аналіз для оцінки кореляції між результатами двох методів.

**Результати.** Виявлено високий рівень кореляції між оцінками за RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією. У 90% випадків категорії відповіді на лікування за обома методами збігались. Однак КТ-волюмометрія виявила більшу чутливість до змін в об'ємах пухлин, дозволяючи точніше відстежувати навіть незначні зміни. У випадках асиметричного росту пухлин або зміни їх форми, волюмометрія виявила більшу чутливість порівняно з лінійними вимірюваннями.

**Висновки.** КТ-волюмометрія є більш чутливим методом для оцінки динаміки метастатичних вогнищ печінки, порівняно з традиційними критеріями RECIST 1.1. Вона має здатність до раннього виявлення відповіді на лікування, що дозволяє своєчасно коригувати лікувальну тактику. Комбіноване використання обох методів може забезпечити більш точну та повну оцінку стану пацієнта.

**Ключові слова:** метастази в печінці, RECIST 1.1, КТ-волюмометрія, оцінка терапевтичної відповіді, комп'ютерна томографія, ріст пухлин.

## Mykola Drosyk. ANALYSIS OF CT VOLUMETRY AND RECIST 1.1 CRITERIA IN THE EVALUATION OF METASTATIC LIVER DYNAMICS

Assessment of tumour response to treatment is an important aspect of modern oncology. The current RECIST 1.1 criteria, which are based on the measurement of linear tumour size, have limitations, especially when assessing complex tumours. CT volumetry, which allows to assess changes in tumour volume, is a promising method for more accurate tracking of the dynamics of metastatic liver lesions.

**Methods.** The study included 10 patients with metastatic liver disease. Each patient underwent several examinations with an interval of 1-3 months, during which the maximum diameters were measured according to RECIST 1.1 criteria and the volume of metastatic foci was measured using CT volumetry. Statistical analysis was used to assess the correlation between the results of the two methods.

**Results.** A high level of correlation was found between RECIST 1.1 scores and CT volumetry. In 90% of cases, the response categories for both methods coincided. However, CT volumetry showed greater sensitivity to changes in tumour volumes, allowing for more accurate tracking of even minor changes. In cases of asymmetric tumour growth or changes in their shape, volumetry was more sensitive than linear measurements.

**Conclusions.** CT volumetry is a more sensitive method for assessing the dynamics of liver metastatic foci compared to the traditional RECIST 1.1 criteria. It has the ability to detect early response to treatment, which allows timely adjustment of treatment tactics. The combined use of both methods can provide a more accurate and complete assessment of the patient's condition.

**Key words:** liver metastases, RECIST 1.1, CT volumetry, assessment of therapeutic response, computed tomography, tumour growth.

**Вступ.** Оцінка відповіді пухлин на лікування є одним з основних клінічних аспектів сучасної онкології [8]. З'являються нові підходи та технології, які дозволяють більш точно та надійно визначати ефективність застосовуваних протипухлинних методів [2]. Традиційно в онкології для оцінки відповіді на лікування використовуються критерії RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumors),

які ґрунтуються на вимірюванні лінійних розмірів пухлинних вогнищ [3]. Це дозволяє отримати швидко та стандартизоване оцінювання прогресування або регресії пухлин. Однак, незважаючи на свою широке застосування, критерії RECIST мають деякі обмеження, які можуть впливати на точність результатів, особливо при оцінці неоднорідних або складних пухлин [10].

© М. Дросик, 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Однією з перспективних методик, яка активно інтегрується в клінічну практику є КТ-волюмометрія, метод, що дозволяє оцінювати об'ємні зміни пухлинних вогнищ на основі тривимірних вимірювань [1]. Волюметричний підхід забезпечує високу точність у фіксації навіть найменших змін об'єму пухлини, що часто залишаються непомітними при традиційних лінійних вимірюваннях [6]. Завдяки кубічній природі об'єму і відмінностям у підходах до вимірів, волюмометрія надає більш детальну картину зміни розміру пухлини, що є особливо важливим у лікуванні метастатичних пухлин, зокрема метастатичного ураження печінки [7; 9].

Метастатичне ураження печінки є однією з найбільш складних проблем у онкології, оскільки часто характеризується множинністю вогнищ і швидким прогресуванням [12]. Тому важливо не лише виявляти зміни в розмірах метастазів, але й робити це якомога точніше, щоб своєчасно коригувати тактику лікування. Оцінка відповіді на терапію з використанням таких методів, як RECIST 1.1 та КТ-волюмометрія, є надзвичайно важливою для ефективного моніторингу стану пацієнтів та визначення найбільш оптимальних методів лікування [11; 4; 5].

Незважаючи на великий досвід застосування критеріїв RECIST, все більше досліджень показують, що КТ-волюмометрія може бути більш чутливою методикою, що дозволяє оцінити об'єктивні зміни в пухлинах, які не завжди корелюють з результатами лінійного вимірювання. У зв'язку з цим, виникає необхідність у проведенні порівняльних досліджень, які б допомогли визначити переваги та обмеження кожного методу для практичного використання в клінічній онкології.

**Метою** цієї статті є порівняння діагностичної та прогностичної ефективності критеріїв RECIST 1.1 та КТ-волюмометрії при оцінці динаміки метастатичних вогнищ печінки у пацієнтів з метастатичним ураженням печінки. Оцінити кореляцію між результатами вимірювання лінійних розмірів пухлин за методикою RECIST 1.1 та змінами об'єму метастатичних вогнищ, отриманими за допомогою КТ-волюмометрії. Визначити чутливість кожного з методів щодо виявлення прогресування, стабілізації або регресії метастазів та їх здатність до раннього виявлення відповіді на лікування. Проаналізувати випадки, де спостерігається розбіжність у класифікації відповіді за обома методами, зокрема у пацієнтів із асиметричним ростом пухлин або зміною форми вогнищ. Оцінити, який з методів дозволяє більш точно класифікувати відповідь на лікування в пацієнтів з метастатичним ураженням печінки.

**Матеріали та методи.** До дослідження було включено 10 пацієнтів з метастатичним ураженням печінки (5 чоловіків і 5 жінок) віком від 51 до

81 року. Пацієнти були обрані випадковим чином та мали різні типи онкологічних захворювань, що призвели до метастазування в печінку. Для кожного пацієнта було визначено два таргетних метастатичних вогнища, за винятком одного пацієнта, у якого спостерігалось лише одне таргетне вогнище.

Пацієнти проходили регулярні обстеження за допомогою комп'ютерної томографії, що проводилися з інтервалом від 1 до 3 місяців. Для кожного таргетного вогнища виконувались дві основні процедури: вимірювання максимальних діаметрів згідно з критеріями RECIST 1.1 та оцінка об'єму вогнища за допомогою КТ-волюмометрії.

Дослідження було проведено відповідно до етичних норм та міжнародних стандартів клінічних досліджень, зокрема в рамках Гельсінської декларації та вимог локальних етичних комітетів. Усі пацієнти надали усвідомлену згоду на участь, були поінформовані про мету дослідження, процедури та потенційні ризики. Дані, які збиралися, анонімізувалися для забезпечення конфіденційності та захисту особистих даних.

Усі дані були зібрані анонімно, з забезпеченням повної конфіденційності, а доступ до персональної інформації був обмежений лише дослідникам, що здійснювали аналіз. Участь у дослідженні була добровільною, і права пацієнтів на конфіденційність були захищені відповідно до медичних етичних стандартів.

Статистичний аналіз та обробка результатів виконувались із використанням програмного забезпечення Statistica (США). Для оцінки кореляції між змінами діаметрів за критеріями RECIST 1.1 та об'ємів за КТ-волюмометрією застосовувався коефіцієнт кореляції Пірсона.

**Результати дослідження.** У дослідженні було ретроспективно проаналізовано дані 10 хворих із метастатичним ураженням печінки, які проходили лікування в Тернопільському обласному клінічному онкологічному диспансері протягом 2024 року. Показники зміни розмірів метастатичних вогнищ були оцінені за двома методами: одновимірними лінійними згідно з критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією.

#### *Оцінка за критеріями RECIST 1.1*

Кожен пацієнт пройшов кілька обстежень з проміжками від 1 до 3 місяців, під час яких вимірювали максимальні діаметри таргетних метастатичних вогнищ. Згідно з результатами за критеріями RECIST 1.1, відповідь на лікування була класифікована як: повна відповідь (CR) – зникнення всіх таргетних вогнищ; часткова відповідь (PR) – зменшення суми діаметрів метастазів на  $\geq 30\%$ ; стабілізація захворювання (SD) – зменшення  $< 30\%$  або збільшення  $< 20\%$ ; прогресування захворювання (PD) – збільшення суми діаметрів на  $\geq 20\%$ .

**Оцінка за КТ-волюмометрією**

Паралельно з вимірюванням діаметрів проводилась оцінка об'єму метастатичних вогнищ. Результати оцінки відповідей за КТ-волюмометрією були класифіковані таким чином: повна відповідь (CR) – зникнення всіх таргетних вогнищ; часткова відповідь (PR) – зменшення суми об'ємів метастазів на  $\geq 65\%$ ; стабілізація захворювання (SD) – зменшення  $< 65\%$  або збільшення  $< 40\%$ ; прогресування захворювання (PD) – збільшення суми об'ємів на  $\geq 40\%$ .

**Результати для кожного пацієнта:****Пацієнт 1 (Ж, 67 років)**

У пацієнтки спостерігалось значне зменшення об'ємів вогнищ, що відповідає категорії часткової відповіді (PR) за обома методами. Зміни в діаметрі метастазів склали  $-40,3\%$ , а в об'ємі  $-81,5\%$  (табл. 1). Оцінка за RECIST 1.1: PR (зменшення суми діаметрів на  $40,3\%$ ). Оцінка за волюмометрією: PR (зменшення суми об'ємів на  $81,5\%$ ).

Таблиця 1

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнтки 1  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 09.01.2024 | 1       | 20,8         | 3,68       | -                  | -                |
| 09.01.2024 | 2       | 18,7         | 2,07       | -                  | -                |
| 20.03.2024 | 1       | 17,8         | 2,09       | -14,4              | -43,2            |
| 20.03.2024 | 2       | 15,4         | 1,77       | -17,6              | -14,5            |
| 22.05.2024 | 1       | 12,8         | 0,72       | -38,5              | -80,4            |
| 22.05.2024 | 2       | 10,8         | 0,35       | -42,2              | -83,1            |

**Пацієнт 2 (Ч, 65 років)**

У цього пацієнта також спостерігалось значне зменшення об'ємів вогнищ, але з деякими розбіжностями між лінійними вимірюваннями та волюмометрією (табл. 2). Зміна об'єму

метастазів складала  $-63,6\%$ , тоді як зміна діаметра була на  $23,4\%$ . Оцінка за RECIST 1.1: PR (зменшення суми діаметрів на  $23,4\%$ ). Оцінка за волюмометрією: PR (зменшення суми об'ємів на  $63,6\%$ ).

Таблиця 2

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 2  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 27.02.2024 | 1       | 67,8         | 65,39      | -                  | -                |
| 27.02.2024 | 2       | 41,2         | 22,6       | -                  | -                |
| 30.05.2024 | 1       | 35,8         | 13,84      | -47,2              | -78,8            |
| 30.05.2024 | 2       | 47,7         | 18,29      | +15,8              | -19,1            |

**Пацієнт 3 (Ч, 52 роки)**

У пацієнта спостерігалася часткова відповідь на лікування, але зміни в діаметрах і об'ємах були менш вираженими порівняно з іншими пацієнтами (табл. 3). Зменшення об'ємів метастазів

склало  $-68,4\%$ , в той час як зміна діаметрів була меншою  $-20,0\%$ . Оцінка за RECIST 1.1: PR (зменшення суми діаметрів на  $20,0\%$ ). Оцінка за волюмометрією: PR (зменшення суми об'ємів на  $68,4\%$ ).

Таблиця 3

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнтки 3  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 27.02.2024 | 1       | 16,3         | 0,82       | -                  | -                |
| 27.02.2024 | 2       | 10,7         | 0,54       | -                  | -                |
| 07.05.2024 | 1       | 11,9         | 0,3        | -27,0              | -63,4            |
| 07.05.2024 | 2       | 8,7          | 0,22       | -18,7              | -59,3            |
| 09.07.2024 | 1       | 11,3         | 0,2        | -30,7              | -75,6            |
| 09.07.2024 | 2       | 10,3         | 0,23       | -3,7               | -57,4            |

**Пацієнт 4 (Ч, 64 роки)**

У пацієнта спостерігалось прогресування захворювання за обома методами, з помітним збільшенням як діаметрів, так і об'ємів метастатичних вогнищ

(табл. 4). Зміна діаметра склала +29,5%, а зміна об'єму – +75,8%. Оцінка за RECIST 1.1: PD (збільшення суми діаметрів на 29,5%). Оцінка за волюмометрією: PD (збільшення суми об'ємів на 75,8%).

Таблиця 4

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 4  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 30.04.2024 | 1       | 11,4         | 0,72       | -                  | -                |
| 30.04.2024 | 2       | 9,2          | 0,23       | -                  | -                |
| 09.07.2024 | 1       | 14,3         | 1,34       | +25,4              | +86,1            |
| 09.07.2024 | 2       | 12,4         | 0,33       | +34,8              | +43,5            |

**Пацієнт 5 (Ж, 61 рік)**

У цього пацієнта спостерігалась стабілізація захворювання за критеріями RECIST 1.1, тоді як за волюмометрією зменшення об'ємів було

значним (41,7%) (табл. 5). Оцінка за RECIST 1.1: SD (зменшення суми діаметрів на 16,3%). Оцінка за волюмометрією: SD (зменшення суми об'ємів на 41,7%).

Таблиця 5

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 5  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 27.05.2024 | 1       | 42,7         | 36,28      | -                  | -                |
| 27.05.2024 | 2       | 69,4         | 103,92     | -                  | -                |
| 12.08.2024 | 1       | 35,1         | 17,95      | -17,8              | -50,5            |
| 12.08.2024 | 2       | 58,7         | 64,02      | -15,4              | -38,4            |

**Пацієнт 6 (Ч, 73 роки)**

Пацієнт демонстрував стабілізацію захворювання за критеріями RECIST 1.1, але волюмометрія показала прогресування захворювання, оскільки

зміна об'ємів була на рівні +43,6% (табл. 6). Оцінка за RECIST 1.1: SD (збільшення суми діаметрів на 26,1%). Оцінка за волюмометрією: PD (збільшення суми об'ємів на 43,6%).

Таблиця 6

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 6  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 23.02.2024 | 1       | 9,4          | 0,64       | -                  | -                |
| 23.02.2024 | 2       | 7,3          | 0,3        | -                  | -                |
| 05.06.2024 | 1       | 10,7         | 0,75       | +13,8              | +17,2            |
| 05.06.2024 | 2       | 10,4         | 0,6        | +42,5              | +100,0           |

**Пацієнт 7 (Ж, 51 рік)**

Цей пацієнт показав значне зменшення як діаметрів, так і об'ємів метастатичних вогнищ. Оцінка за критеріями RECIST 1.1 та волюмометрією співпали (табл. 7). Оцінка за RECIST 1.1: PR (зменшення суми діаметрів на 37,9%). Оцінка за волюмометрією: PR (зменшення суми об'ємів на 92,1%).

**Пацієнт 8 (Ж, 58 років)**

У цього пацієнта спостерігалось зменшення об'ємів метастатичних вогнищ на 68,5% при зменшенні діаметрів на 23,4%, що вказує на значний ефект лікування (табл. 8). Оцінка за RECIST 1.1: PR (зменшення суми діаметрів на 23,4%). Оцінка за волюмометрією: PR (зменшення суми об'ємів на 68,5%).

Таблиця 7

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 7  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 25.04.2023 | 1       | 28,6         | 8,07       | -                  | -                |
| 25.04.2023 | 2       | 17,9         | 1,7        | -                  | -                |
| 26.06.2023 | 1       | 21,6         | 2,64       | -24,5              | -67,3            |
| 26.06.2023 | 2       | 8,6          | 0,14       | -52,0              | -91,8            |
| 31.10.2023 | 1       | 12,3         | 0,3        | -57,0              | -96,3            |
| 31.10.2023 | 2       | 8,0          | 0,18       | -55,3              | -89,4            |
| 04.01.2024 | 1       | 12,7         | 0,34       | -55,6              | -95,8            |
| 04.01.2024 | 2       | 16,2         | 0,43       | -9,5               | -74,7            |

Таблиця 8

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 8  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 21.10.2022 | 1       | 52,9         | 35,9       | -                  | -                |
| 21.10.2022 | 2       | 53,5         | 38,09      | -                  | -                |
| 09.10.2024 | 1       | 44,0         | 9,64       | -16,8              | -73,1            |
| 09.10.2024 | 2       | 37,4         | 13,7       | -30,1              | -64,0            |

**Пацієнт 9 (Ж, 81 рік)**

Пацієнт 9 продемонстрував екстремальне збільшення об'ємів метастатичного вогнища (на 24354,5%), що значно перевищувало збільшення діаметра (на 321,7%) (табл. 9). Це

свідчить про значні відмінності між двома методами оцінки прогресування. Оцінка за RECIST 1.1: PD (збільшення діаметра на 321,7%). Оцінка за волюмометрією: PD (збільшення об'єму на 24354,5%).

Таблиця 9

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнта 9  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 21.10.2022 | 1       | 2,3          | 1,1        | -                  | -                |
| 17.05.2023 | 1       | 2,7          | 9,7        | +17,4              | +781,8           |
| 13.10.2023 | 1       | 10,0         | 386,4      | +334,8             | +35027,3         |
| 14.06.2024 | 1       | 9,7          | 269,0      | +321,7             | +24354,5         |

**Пацієнт 10 (Ж, 71 рік)**

У пацієнта спостерігалось стабільне збільшення розмірів метастатичних вогнищ, зокрема за діаметрами та об'ємами, що вказує на мінімальну

відповідь на лікування. Оцінка за RECIST 1.1: SD (збільшення суми діаметрів на 3,0%). Оцінка за волюмометрією: SD (збільшення суми об'ємів на 19,7%).

Таблиця 10

**Зміни діаметра та об'єму метастатичних вогнищ у пацієнтки 10  
за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією**

| Дата       | Вогнище | Діаметр (мм) | Об'єм (мл) | Зміна діаметра (%) | Зміна об'єму (%) |
|------------|---------|--------------|------------|--------------------|------------------|
| 11.08.2022 | 1       | 68,6         | 87,12      | -                  | -                |
| 11.08.2022 | 2       | 17,2         | 2,46       | -                  | -                |
| 28.10.2022 | 1       | 70,7         | 103,6      | +3,1               | +18,9            |
| 28.10.2022 | 2       | 17,7         | 3,44       | +2,9               | +39,8            |

*Узагальнені результати*

Загалом, результати дослідження показують високий рівень кореляції між оцінками за RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією (табл. 11). У 90% випадків категорії відповіді на лікування за обома методами збігалися, що підтверджує надійність RECIST 1.1 в клінічній практиці. Однак, КТ-волюмометрія виявила більшу чутливість до змін у розмірах метастазів, що дозволяє більш точно відстежувати навіть незначні зміни в об'ємі.

Волюмометрія продемонструвала вищу чутливість до змін в об'ємах метастатичних вогнищ у 90% випадків. У 10% випадків (пацієнт 6) волюмометрія виявила прогресування захворювання, коли RECIST 1.1 показав стабілізацію. Це свідчить про більшу чутливість волюмометрії, особливо в випадках асиметричного росту пухлин.

Коефіцієнт кореляції Пірсона між зміною діаметрів та об'ємів метастатичних вогнищ становив  $r = 0,92$  ( $p < 0,001$ ), що свідчить про

Таблиця 11

**Порівняння оцінок відповіді на лікування за критеріями RECIST 1.1 та КТ-волюмометрією у пацієнтів з метастатичним ураженням печінки**

| Пацієнт | Оцінка за RECIST 1.1 | Оцінка за волюмометрією | Збіг оцінок |
|---------|----------------------|-------------------------|-------------|
| 1       | PR                   | PR                      | Так         |
| 2       | PR                   | PR                      | Так         |
| 3       | PR                   | PR                      | Так         |
| 4       | PD                   | PD                      | Так         |
| 5       | SD                   | SD                      | Так         |
| 6       | SD                   | PD                      | Ні          |
| 7       | PR                   | PR                      | Так         |
| 8       | PR                   | PR                      | Так         |
| 9       | PD                   | PD                      | Так         |
| 10      | SD                   | SD                      | Так         |

сильний позитивний зв'язок між двома методами оцінки.

Порівняння результатів за двома методами показало, що в деяких випадках спостерігалася розбіжність у класифікації відповіді на лікування. Найбільш яскраві розбіжності спостерігалися у пацієнтів, де збільшення об'єму пухлини значно перевищувало зміни в її діаметрах, що є характерним для методів, що базуються на лінійних вимірюваннях. Наприклад, у пацієнта №9, об'єм пухлини збільшився на 24354,5%, що значно перевищило збільшення її діаметра (321,7%), що спричинило значну різницю в оцінці відповіді за обома методами. Такі випадки вказують на обмеження одновимірних вимірювань, які не завжди можуть точно відобразити об'ємні зміни в пухлині, зокрема при асиметричному рості або зміні форми метастазів. У таких ситуаціях волюмометрія виявляється більш чутливою, оскільки вона здатна виявити більш тонкі зміни в структурі пухлини, які можуть бути не помічені за допомогою лише лінійних вимірювань.

У випадках, коли пацієнти демонструють стабільний перебіг захворювання (SD), результати за критеріями RECIST 1.1 і волюмометрією в більшості випадків збігаються. Наприклад, пацієнтка №5 показала стабілізацію захворювання за обома методами, де зменшення об'ємів метастазів було

помірним (41,7%), а зменшення діаметрів – на рівні 16,3%. Однак, навіть у таких випадках, волюмометрія виявила більшу чутливість до незначних змін об'єму вогнищ. Ці результати підтверджують, що волюмометрія має перевагу в оцінці захворювання при його стабільному перебігу, оскільки вона може виявити навіть незначні зміни в об'ємі пухлини, що важливо для корекції лікувальної тактики.

Однією з важливих переваг КТ-волюмометрії є її здатність до раннього виявлення відповіді на лікування, що дозволяє своєчасно коригувати терапевтичну тактику. У багатьох випадках КТ-волюмометрія виявляла значні зміни в об'ємі пухлини ще до того, як це ставало помітним при оцінці за критеріями RECIST 1.1. Наприклад, у пацієнта №7, який демонстрував значне зменшення об'ємів метастазів на 92,1%, волюмометрія виявила дуже швидке реагування пухлини на лікування, що дозволило заздалегідь відкоригувати терапевтичну стратегію. У той же час, зміни в діаметрах метастазів у цього пацієнта склали лише 37,9%, що вказує на більш обмежену чутливість одновимірних вимірювань.

У пацієнтів з прогресуванням захворювання за результатами як RECIST 1.1, так і волюмометрії спостерігалася більш чітка кореляція, оскільки збільшення як діаметрів, так і об'ємів метастатичних вогнищ було помітним. Особливо це стосується пацієнта №4, у якого відбулося значне збільшення

як діаметрів (29,5%), так і об'ємів (75,8%) метастазів. Такі результати свідчать про те, що обидва методи можуть бути використані для виявлення прогресування захворювання, однак волюмометрія дозволяє більш точно вимірювати зміни в об'ємах пухлин, що важливо для оперативного коригування лікування.

Загальний коефіцієнт кореляції між зміною діаметрів та об'ємів метастатичних вогнищ за результатами цього дослідження склав  $r = 0,92$  ( $p < 0,001$ ), що свідчить про високий рівень позитивного зв'язку між двома методами оцінки. Це підтверджує, що обидва методи дають подібні результати у більшості випадків, але волюмометрія має більшу чутливість і здатність до точнішої оцінки динаміки пухлин.

Волюмометрія показала вищу чутливість до змін в об'ємах метастатичних вогнищ у 90% випадків, тоді як метод RECIST 1.1 виявив меншу чутливість, зокрема, у випадках з незначними змінами діаметрів або асиметричним ростом пухлин. У 10% випадків, коли зміни об'єму не відповідали змінам діаметрів за критеріями RECIST 1.1, волюмометрія дозволяла більш точно визначити прогресування або зменшення метастазів.

Результати дослідження свідчать, що волюмометрія є більш чутливим методом для оцінки динаміки метастатичних вогнищ печінки, особливо в випадках, коли зміни у лінійних розмірах пухлини не є достатньо виразними. Це дозволяє більш точно відстежувати навіть незначні зміни в пухлині, що може

мати важливе значення для корекції лікувальної стратегії на ранніх етапах терапії. Водночас, критерії RECIST 1.1 залишаються корисними для загальної оцінки відповіді на лікування і можуть бути використані в клінічних дослідженнях, оскільки вони забезпечують стандартизовану оцінку.

Зважаючи на високий рівень кореляції між обома методами, їх комбіноване використання може забезпечити більш точну та повну оцінку динаміки метастатичних вогнищ і сприяти покращенню ефективності лікування.

**Висновки.** КТ-волюмометрія є більш чутливим методом для оцінки динаміки метастатичних вогнищ печінки, ніж традиційні критерії RECIST 1.1. Це підтверджується високим коефіцієнтом кореляції між змінами об'ємів і діаметрів метастазів ( $r = 0,92$ ), а також вищою чутливістю КТ-волюмометрії до незначних змін у пухлинах, особливо при асиметричному рості. У більшості випадків (90%) результати за обома методами співпали, що свідчить про надійність застосування як RECIST 1.1, так і волюмометрії для оцінки відповіді на лікування.

Волюмометрія також показала свою здатність до більш раннього виявлення відповіді на лікування. Вона забезпечує точнішу та більш чутливу оцінку об'ємних змін, що дозволяє своєчасно коригувати лікувальну тактику, особливо на ранніх етапах терапії. Наприклад, у пацієнта №7, який показав значне зменшення об'ємів пухлини на 92,1%, волюмометрія виявила це зменшення значно швидше, ніж вимірювання діаметрів.

#### Література:

1. Buckler A. J., Mulshine J. L., Gottlieb R., Zhao B., Mozley P. D., Schwartz L. The use of volumetric CT as an imaging biomarker in lung cancer. *Acad Radiol.* 2010. 17(1), 100–6. doi: 10.1016/j.acra.2009.07.030.
2. Debela D. T., Muzazu S. G., Heraro K. D., Ndalama M. T., Mesele B. W., Haile D. C., Kitui S. K., Manyazewal T. New approaches and procedures for cancer treatment: Current perspectives. *SAGE Open Med.* 2021. 9, 20503121211034366. doi: 10.1177/20503121211034366.
3. Fournier L., de Geus-Oei L. F., Regge D., Oprea-Lager D. E., D'Anastasi M., Bidaut L., Bäuerle T., Lopci E., Cappello G., Lecouvet F., Mayerhoefer M., Kunz W. G., Verhoeff JJC., Caruso D., Smits M., Hoffmann R. T., Gourtsoyanni S., Beets-Tan R., Neri E., deSouza N. M., Deroose C. M., Caramella C. Twenty Years On: RECIST as a Biomarker of Response in Solid Tumours an EORTC Imaging Group – ESOI Joint Paper. *Front Oncol.* 2022. 11, 800547. doi: 10.3389/fonc.2021.800547.
4. Goldmacher G. V., Conklin J. The use of tumour volumetrics to assess response to therapy in anticancer clinical trials. *Br J Clin Pharmacol.* 2012. 73(6), 846–854. doi: 10.1111/j.1365-2125.2012.04179.x.
5. Iannessi A., Beaumont H., Ojango C., Bertrand A. S., Liu Y. RECIST 1.1 assessments variability: a systematic pictorial review of blinded double reads. *Insights Imaging.* 2024. 15(1), 199. doi: 10.1186/s13244-024-01774-w.
6. Jester N., Singh M., Lorr S., Tommasini S. M., Wiznia D. H., Buono F. D. The development of an artificial intelligence auto-segmentation tool for 3D volumetric analysis of vestibular schwannomas. *Sci Rep.* 2025. 15(1), 5918. doi: 10.1038/s41598-025-88589-x.
7. Machado L., Alberge L., Philippe H., Ferreres E., Khlaout J., Dupuis J., Le Floch K., Habip Gatenyo D., Roux P., Grégory J., Ronot M., Dancette C., Boeken T., Tordjman D., Manceron P., Hérent P. A promptable CT foundation model for solid tumor evaluation. *NPJ Precis Oncol.* 2025. 9(1), 121. doi: 10.1038/s41698-025-00903-y.
8. Stephe S., Kumar S. B., Thirumalraj A., Dzhyvak V. Transformer based attention guided network for segmentation and hybrid network for classification of liver tumor from CT scan images. *East Ukr Med J.* 2024. 12(3), 692–710. doi: 10.21272/eumj.2024;12(3):692-710.
9. Wesdorp N. J., Zeeuw J. M., Postma SCJ., Roor J., van Waesberghe JHTM., van den Bergh J. E., Nota I. M., Moos S., Kemna R., Vadakkumpadan F., Ambrozic C., van Dieren S., van Amerongen M. J., Chapelle T., Engelbrecht MRW., Gerhards M. F., Grunhagen D., van Gulik T. M., Hermans J. J., de Jong K. P., Klaase J. M., Liem MSL., van Lienden K. P., Molenaar I. Q., Patijn G. A., Rijken A. M., Ruers T. M., Verhoef C., de Wilt JHW., Marquering H. A., Stoker J., Swijnenburg R. J., Punt CJA., Huiskens J., Kazemier

G. Deep learning models for automatic tumor segmentation and total tumor volume assessment in patients with colorectal liver metastases. *Eur Radiol Exp*. 2023. 7(1), 75. doi: 10.1186/s41747-023-00383-4.

10. Xu Z., Jiang G., Dai J. Tumor therapeutics in the era of "RECIST": past, current insights, and future prospects. *Oncol Rev*. 2024. 18, 1435922. doi: 10.3389/or.2024.1435922.

11. Yu S. H., Choi S. J., Noh H., Lee I. S., Park S. H., Kim S. J. Comparison of CT Volumetry and RECIST to Predict the Treatment Response and Overall Survival in Gastric Cancer Liver Metastases. *Taehan Yongsang Uihakhoe Chi*. 2021. 82(4), 876–888. doi: 10.3348/jksr.2020.0085.

12. Zane K. E., Cloyd J. M., Mumtaz K. S., Wadhwa V., Makary M. S. Metastatic disease to the liver: Locoregional therapy strategies and outcomes. *World J Clin Oncol*. 2021. 12(9), 725–745. doi: 10.5306/wjco.v12.i9.725.

Дата надходження статті: 27.07.2025

Дата прийняття статті: 20.08.2025

Опубліковано: 14.11.2025