

УДК: 616.073.75+614.876

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ДОЗ ПАЦІЄНТІВ ПРИ ФЛЮОРОСКОПІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Л.Л. Стадник, О.Ю. Шальопа, О.В. Носик
 ДУ «Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМН України», м. Харків

Відомо, що рентгенодіагностика посідає провідне місце серед усіх методів візуалізації при діагностиці захворювань людини та формує основний внесок у колективну дозу населення від медичного опромінення [1].

Згідно з вимогами Закону України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінень», при використанні у медичній практиці будь-яких джерел іонізуючого випромінення (ДІВ) обов'язковим є забезпечення контролю рівнів опромінення пацієнтів та проведення заходів щодо оптимізації діагностичного опромінення, що має зменшити дози опромінення пацієнтів без втрати діагностичної інформації [2].

В Україні оцінка доз пацієнтів при рентгенодіагностичних дослідженнях проводиться у відповідно до табличних даних, які наведено у Наказі МОЗ «Про створення системи контролю та обліку індивідуальних доз опромінення населення при рентгенологічних процедурах» № 295 від 18.07.2001, що не дає можливості проводити заходи з оптимізації опромінення пацієнтів [3]. В останні роки в Україні розпочато роботи з моніторингу та оптимізації дозових навантажень пацієнтів для найбільш масових рентгенографічних видів досліджень [4, 5]. При флюороскопічних дослідженнях вивчення доз пацієнтів досі не проводилось у зв'язку з відсутністю необхідного дозиметричного обладнання, тоді як у розвинених країнах Європи практично всі рентгенологічні апарати оснащені прохідними іонізаційними камерами. Наявність таких дозиметрів дозволяє оцінювати індивідуальні дози опромінення пацієнтів у процесі проведення діагностичного дослідження в одиницях «добуток доза-площа». В Україні дозиметри такого типу встановлені тільки на поодиноких сучасних апаратах, тому стає актуальним питання вивчення можливості використання непрямих методів оцінки доз пацієнтів при флюороскопії.

У представленій роботі оцінені дози пацієнтів для 3 найбільш поширених видів флюороскопічних процедур різними методами дозиметрії і проведено їх зіставлення.

Матеріали та методи досліджень

Флюороскопія є динамічним дослідженням, тому для оцінки інтегральної дози з урахуванням зміни ділянки опромінення доцільно використовувати дозиметричну величину – «добуток доза-площа» (ДДП) [6].

Для визначення дозових навантажень дорослих пацієнтів для флюороскопічних процедур були використані такі дозиметричні методи досліджень: – прямий – вимірювання значення ДДП іонізаційним методом безпосередньо під час проведення флюороскопічної процедури; – непрямий – обчислення ДДП за результатами вимірювання потужності повітряної керми при певній напрузі та використання даних про умови проведеного дослідження (анодний струм, час експозиції, площа радіаційного поля та відстань фокус – детектор).

Для комбінованих флюороскопічних досліджень (з оглядовими рентгенографічними знімками) проведено контроль вхідних поверхневих доз (ВПД) методом термолюмінесцентної дозиметрії [7].

Визначення дозових навантажень на пацієнта проведено для трьох основних видів флюороскопічних досліджень:

- флюороскопія органів грудної клітки;
- флюороскопія шлунка;
- іригоскопія.

При використанні прямого методу дозиметрії вимірювання ДДП проводили за допомогою цифрового рентгеновського дозиметра ДРЦ-01 (ТОВ «Радіопром», Харків). Іонізаційну камеру дозиметра ДРЦ-01 встановлювали до фіксуемого пристрою оптичної діафрагми рентгеновського випромінювача.

При використанні непрямого методу дозиметрії оцінку доз пацієнтів проводили за результатами вимірювань потужності повітряної керми дозиметром Piranha (RT1, Швеція) при заданих режимах роботи певного апарата для обраного виду флюороскопічного дослідження.

Визначення площі радіаційного поля проводили в площині розташування дозиметра (на столі пацієнта) фотоплівковим методом.

Значення ДДП розраховували за формулою (1):

$$\text{ДДП} = P_{U,I} \cdot t \cdot S, \quad (1)$$

де $P_{U,I}$ – значення потужності повітряної керми за певних значень анодної напруги та анодного струму, мГр/с;

t – час проведення процедури, с;

S – площа радіаційного поля на столі для пацієнта, см².

Визначення дозових навантажень на пацієнтах двома методами було проведено на 6 рентгенологічних апаратах при обраних видах досліджень.

Результати дослідження

У табл. 1 наведено результати вимірювання значень ДДП пацієнтів прямим методом для обраних видів флюороскопічних досліджень: органів грудної клітки (ОГК), шлунково-кишкового тракту (ШКТ) та іригоскопії на 97 пацієнтах. У таблиці також надано інформацію щодо режимів їх виконання та антропометричних даних обстежених пацієнтів.

Як видно з таблиці, дози пацієнтів на обстежених рентгенівських апаратах коливалися в таких межах:

- при флюороскопії ОГК від 0,5 до 3,7 Гр•см²;
- при флюороскопії органів ШКТ від 5,7 до 65,6 Гр•см²;
- при іригоскопії від 6,0 до 87,0 Гр•см².

При оцінці середніх значень ДДП встановлено, що дози пацієнтів при флюороскопії ШКТ та іригоскопії приблизно у 10 разів вищі, ніж при флюороскопії ОГК, що обумовлено використанням більш високих значень анодної напруги та збільшенням тривалості дослідження (табл. 1).

При вивченні доз пацієнтів окремо було виділено кабінети, в яких іригоскопічне дослідження включає дві процедури: просвічування та проведення прицільних рентгенографічних знімків, так звана «комбінована іригоскопія». При даному виді дослідження флюороскопічна складова дози була

виміряна іонізаційним методом (ДДП), тоді як рентгенографічна – методом (вхідна поверхнева доза). Для оцінки сумарної дози пацієнтів за даний вид дослідження значення вхідної поверхневої дози від рентгенографічної складової перераховано в одиниці ДДП з урахуванням площі рентгенівського поля. Результати оцінки доз пацієнтів наведено в табл. 2.

Встановлено, що при комбінованому іригоскопічному дослідженні внесок рентгенографічної складової в сумарну дозу пацієнтів становив до 70%, при цьому сумарна ДДП менша, ніж при традиційній іригоскопії.

Для усіх обстежених апаратів за значенням радіаційного виходу та інформації щодо режимів проведення різних флюороскопічних досліджень оцінено дози опромінення пацієнтів непрямим методом відповідно до формули 1. Зіставлення розрахункових та вимірних значень ДДП було проведено для тих рентгенівських апаратів, де існувала можливість розміщення прохідної іонізаційної камери на виході трубки.

На рисунку наведено графіки кореляції значень ДДП, вимірних безпосередньо під час проведення досліджень пацієнтів та розрахованих за значенням вимірної потужності повітряної керми (радіаційного виходу апаратів).

Таблиця 1

Дози опромінення пацієнтів при флюороскопічних дослідженнях

Вид дослідження	Параметр	Дані пацієнта		Режими дослідження			ДДП, Гр•см ²
		маса, кг	зріст, см	U, кВ	I, мА	t, с	
ОГК	min	47,0	157,0	48,0	2,5	12,0	0,5
	max	110,0	180,0	99,0	5,8	123,0	3,7
	M ± Δ	72,3±3,1	166,2±1,4	71,7±1,0	4,1±0,2	33,3±5,2	2,2±0,5
ШКТ	min	60,0	160,0	52,0	2,0	17,0	5,7
	max	95,0	180,0	110,0	5,8	256,0	65,6
	M ± Δ	74,4±3,0	167,6±2,8	96,7±3,0	3,2±0,5	127±5,0	21,8±0,5
Іригоскопія	min	50,0	150,0	73,0	1,6	38,0	6,0
	max	107,0	174,0	110,0	5,8	567,0	87,0
	M ± Δ	70,6±5,1	162,2±2,0	105,0±1,4	3,77±0,1	162,6±10	26,3±6,2

Таблиця 2

Дози опромінення пацієнтів при флюороскопічних дослідженнях

Параметр	Рентгенографічне дослідження				Флюороскопічне дослідження			Σ ДДП, Гр•см ²
	напруга, кВ	експозиція, мА•с	ВПД, мГр	ДДП, Гр•см ²	напруга, кВ	експозиція, мА•с	ДДП, Гр•см ²	
min	68,0	247,5	9,5	4,4	95	58,0	1,4	4,6
max	95,0	480,0	29,5	13,5	100	127,0	6,2	15,9
M ± Δ	73,3 ± 1,3	282,5 ± 17,5	14,7 ± 1,2	6,7 ± 0,7	98,8 ± 0,9	88,0 ± 4,1	3,0 ± 0,4	9,2 ± 0,8

Як видно з наведених графіків, виміряні та розраховані значення ДДП мають високий ступінь кореляції. Так, при зіставленні виміряних та розрахованих значень ДДП для різних видів флюороскопічних досліджень коефіцієнт кореляції становив: $R^2 = 0,66 - 1,00$ ($R = 0,81 - 1,00$), коефіцієнт регресії рівнянь лінійної залежності – $a = 0,79 - 1,20$, тобто розрахункові значення ДДП фактично дорівнювало виміряному іонізаційним методом з похибкою вимірювання не більше $\pm 20\%$.

Таким чином, при флюороскопічних дослідженнях розрахунковий метод оцінки доз пацієнтів дає високий ступінь відповідності виміряної дози – похибка не перевищує допустиму для оцінки доз пацієнтів у рентгенодіагностиці $\pm 25\%$, тому може бути використаний на практиці у разі відсутності прохідних іонізаційних камер на рентгеновських апаратах [6].

Використання непрямого методу визначення дозових навантажень пацієнтів при флюороскопіч-

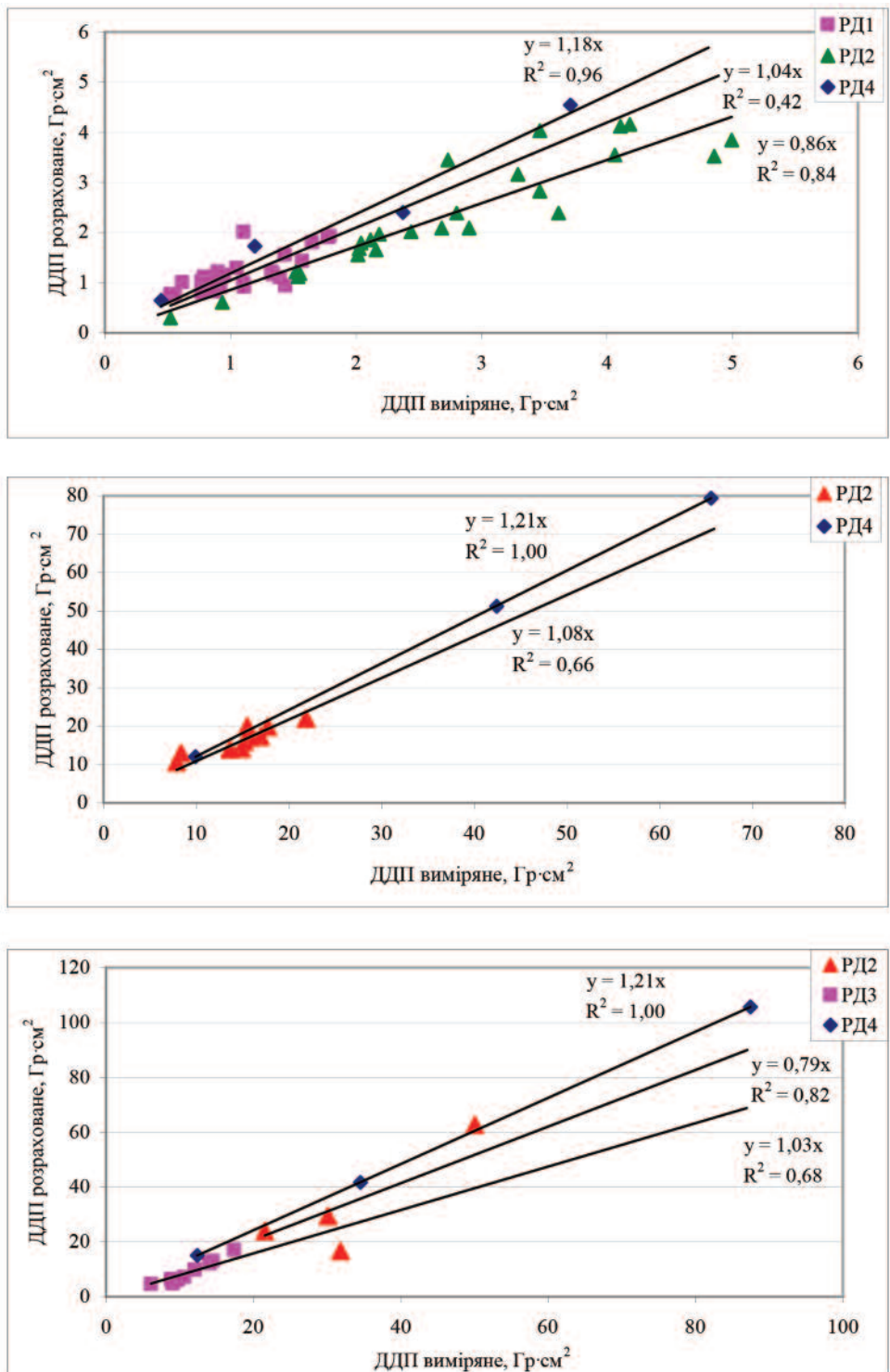


Рис. Кореляція виміряних та розрахункових значень ДДП при флюороскопічних дослідженнях пацієнтів
А – флюороскопія ОГК; **Б** – флюороскопія ШКТ; **В** – іригоскопія

них дослідженнях на основі результатів контролю дозоформуючих параметрів рентгенівських апаратів та режимів проведення досліджень дозволить провести оцінку доз «стандартних пацієнтів» для статистично значущого числа рентгенівських кабінетів, що необхідно при встановленні національних діагностичних рекомендованих рівнів.

Висновки

1. За результатами попередніх оцінок доз пацієнтів при основних видах флюороскопічних досліджень встановлено, що розкид отриманих значень «добутку доза-площа» досягав 10 разів і більш, що потребує подальшої оптимізації.

2. У разі відсутності або неможливості оснащення рентгенівських апаратів прохідними іонізаційними камерами оцінка доз пацієнтів може проводитись непрямим методом дозиметрії, що було підтверджено високим ступінем кореляції розрахункових та вимірних значень «добутку доза-площа»: коефіцієнт кореляції становив 0,81–1,00 при різних видах досліджень, а значення коефіцієнта регресії – 0,79–1,20, тобто розрахункові значення ДДП відрізнялися від вимірних не більш ніж на $\pm 20\%$.

3. Впровадження непрямого методу визначення «добутку доза-площа» дозволить з прийнятною точністю оцінити значення доз при флюороскопічних дослідженнях та може бути використано для встановлення діагностичних рекомендованих рівнів в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation report to the general assembly with scientific annexes. – New York, 2000. – Vol. I-II: Effects. United Nations. – 649 p.
2. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуювальних випромінень» № 15/98-ВР від 14.01.98 // Зб. нормативно-директивних документів з охорони здоров'я. – К., 2001. – № 7. – С. 3-4.
3. Наказ МОЗ України «Про створення системи контролю та обліку індивідуальних доз опромінення населення при рентгенологічних процедурах» № 295 від 18.07.2001.
4. Діагностичні референтні (рекомендовані) рівні в рентгенодіагностиці / М.І. Пилипенко, Л.Л. Стадник, О.А. Федько, О.Ю. Шальопа // Укр. радіол. журн. – 2010. – Т. XVIII, вип. 4. – С. 396-400.
5. Контроль доз пациентов при рентгенографических исследованиях и пути их оптимизации / Н.И. Пилипенко, Л.Л. Стадник, О. В. Носик, О. Ю. Шалепа // Медицинская физика – современное состояние, проблемы, пути развития. Новейшие технологии: Мат. 3-й междунар. семинара, 6–7 июня 2013, Киев, Украина. – К., 2013. – С. 140-44.
6. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice. – Technical Reports Series № 457. – Vienna: IAEA, 2007. – 357 p.

7. Вимірювання рівнів опромінення пацієнтів за допомогою термолюмінесцентних детекторів при проведенні рентгенодіагностичних процедур: Метод. рекомендації / Укл.: М.І. Пилипенко, Л.Л. Стадник, О.М. Гур та ін.; ДУ “Інститут” медичної радіології ім. С.П. Григор'єва АМН України. – Харків, 2008. – 16 с.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ДОЗ ПАЦІЄНТІВ ПРИ ФЛЮОРОСКОПІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Л.Л. Стадник, О.Ю. Шальопа, О.В. Носик

У роботі представлені результати оцінки дозових навантажень пацієнтів для 3 основних видів флюороскопічних процедур (органів грудної клітки, шлунково-кишкового тракту, іригоскопії). Зіставлення доз пацієнтів, оцінених прямим і непрямим методами, показало високий ступінь кореляції результатів: $R = 0,81 - 1,0$. Впровадження непрямого методу дозиметрії може бути використано для проведення досліджень щодо вивчення дозових навантажень пацієнтів при флюороскопічних дослідженнях на різних типах рентгенівських апаратів і подальшого встановлення діагностичних рекомендованих рівнів.

Ключові слова: флюороскопія, добуток доза-площа, діагностичні рекомендовані рівні.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ДОЗ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ФЛЮОРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Стадник Л.Л., Шалёпа О.Ю., Носик О.В.

В работе представлены результаты оценки дозовых нагрузок пациентов для 3 основных видов флюороскопических процедур (органов грудной клетки, желудочно-кишечного тракта, ирригоскопии). Сравнение доз пациентов, оцененных прямым и косвенным методами, показало высокую степень корреляции результатов: $R = 0,81 - 1,0$. Внедрение косвенного метода дозиметрии может быть использовано для проведения исследований по изучению дозовых нагрузок пациентов при флюороскопических исследованиях на различных типах рентгеновских аппаратов и дальнейшего установления диагностических рекомендованных уровней.

Ключевые слова: флюороскопия, произведение доза - площадь, диагностические рекомендованные уровни.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE EVALUATION OF PATIENT EXPOSURE DURING FLUOROSCOPY

Stadnyk L.L., Shalyopa O.Yu., Nosyk O.V.

This paper presents the results of patient's doses assessment for 3 common types of fluoroscopic procedures (chest, barium meal, barium enema). The comparison of patient's doses which were assessed by direct and indirect dosimetry methods was shown a high degree of correlation results: $R = 0,81 - 1,0$. The introduction of the indirect dosimetry method can be used for study the patient's doses in fluoroscopy for on different types of X-ray units and to establish the diagnostic reference levels.

Key words: fluoroscopy, dose area product, diagnostic reference levels.