

ОЦІНКА ДОЗОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПАЦІЄНТІВ ТА ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ ПРИ МАМОГРАФІЇ

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

РЕЗЮМЕ. У роботі представлені результати оцінки доз пацієнтів та якості зображення при скринінговій мамографії. Показано, що для більшості апаратів середня поглинена доза на грудну залозу не перевищує рекомендованого рівня, при цьому якість зображення незадовільна. Необхідно вивести з експлуатації мамографи, які не відповідають критеріям якості мамографії.

Ключові слова: мамографія, середня поглинена доза в залозі, якість зображення.

За даними ВООЗ, рак грудної залози посідає друге місце за частотою онкологічних захворювань у жінок. Проведення мамографічного скринінгу дозволяє своєчасно виявити онкологічне захворювання на ранніх стадіях за відсутності клінічних проявів. Однак даний вид дослідження сполучений із високими дозами на грудну залозу, а вимоги до якості отриманих зображень є більш жорсткими порівняно з проекційною рентгенографією. У галузі радіаційного захисту пацієнтів від медичного опромінення проблема оптимізації дозових навантажень при мамографічних обстеженнях є однією з пріоритетних [1].

Програма контролю якості при мамографічних дослідженнях повинна містити тести контролю технічних параметрів апаратів, якості зображення на відповідність міжнародним критеріям [1]. Оцінка доз пацієнтів при мамографії також займає важливу частину контролю якості.

Метою роботи було вивчення доз пацієнтів у мамографії з одночасною оцінкою якості отриманих зображень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У мамографії визначення ефективної дози є недоцільним, оскільки опромінюється тільки грудна залоза. Згідно з Європейськими рекомендаціями «Забезпечення якості скринінгу та діагностики раку грудної залози» та Програмою із забезпечення якості МАГАТЕ 1381 [2, 3], оцінка значень середньої поглинутої дози на грудну залозу (AGD – average glandular dose) проводилась за значенням радіаційного виходу апарата з урахуванням умов опромінення (анодна напруга, експозиція, шар половинного ослаблення), товщини компресованої

грудної залози, а також використанням коригувальних коефіцієнтів залежно від віку пацієнтки за формулою:

$$AGD = K_U \cdot q \cdot \left(\frac{d}{d_{dft} - t_b} \right)^2 \cdot g \cdot c \cdot s$$

де K_U – питомий радіаційний вихід при заданій напрузі, мГр /мАс;

q – значення експозиції під час процедури опромінення, мА·с;

d – відстань від фокуса трубки до дозиметра, см;

d_{dft} – відстань від фокуса до стола пацієнта, см;

t_b – товщина компресованої грудної залози, см;

g – коефіцієнт, що враховує товщину грудної залози та значення шару половинного ослаблення;

c – коефіцієнт, що враховує склад типової грудної залози;

s – коригувальний коефіцієнт, що враховує спектр рентгенівського випромінювання.

Відстань від фокуса рентгенівської трубки до стола пацієнта d_{dft} становила 20 або 62 см залежно від типу контрольованих мамографів.

Згідно з Європейськими рекомендаціями з мамографічного скринінгу, для компресованої залози завтовшки 45 мм значення AGD не повинно перевищувати референтний рівень – 2,5 мГр на кожну з проекцій [4].

Контроль якості зображення для мамографічних апаратів проводили за допомогою універсального мамографічного фантома (CIRS, США). Тканіноеквівалентний фантом моделює компресовану грудну залозу завтовшки 45 мм, що складається з 50% жирової і 50% залозистої тканини, та дозволяє оцінювати як технічні параметри зображення, так і діагно-

стичну інформативність за антропоморфними структурами.

Якість зображення з використанням антропоморфного фантома було оцінено за такими параметрами:

- просторове розрізнення зображення;
- оптична густина зображення (для плівкових систем);
- межа зрізу рентгенівського зображення відносно краю знімального стола;
- мінімальний розмір виявлених структур, що імітують мікрокальцинати, пухлиноподібні маси, фіброзні волокна.

Всього було проведено 542 розрахунки середньої поглинутої дози на грудну залозу та оцінено якість зображень на 11 мамографічних апаратах відчизняного та закордонного виробництва типу МАДИС, МАДИС-М, Senograph, Mammomat, VIOLA в медичних закладах м. Харкова.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Насьогодні в Україні діють імplementовані стандарти Європейського комітету зі стандартизації та Міжнародної електротехнічної комісії ДСТУ EN 60601-2-45, ДСТУ EN 60601-1:2015, ДСТУ EN 60601-1-3-2015 [5 –7]. В наведених стандартах указані вимоги до експлуатаційних характеристик обладнання, безпеки мамографічного обладнання, контролю якості технічних параметрів апарату (анодна напруга,

час експозиції, фокальна пляма, фільтрація тощо). Однак, в стандартах не вказані вимоги до якості отриманих мамограм оцінки дозових навантажень пацієнтів при проходженні мамографічного скринінгу.

В роботі оцінка якості зображення та доз пацієнтів проводилась відповідно до Європейських Керівництв та вимог МАГАТЕ [2-4].

На рис. 1 представлені результати визначення середніх поглинутих доз у грудній залозі (AGD) за один знімок для всіх обстежених пацієнтів. Безперервною лінією позначено прийнятний рівень, а пунктирною – досяжний рівень значень AGD згідно з Керівництвом ЄС щодо забезпечення якості мамографічного скринінгу [4].

Як видно з рис. 1, для компресованої грудної залози завтовшки понад 40 мм значення AGD не перевищують прийнятний рівень опромінення 2,5 мГр відповідно до Рекомендацій з мамографічного скринінгу для більшості апаратів. При товщині компресованої грудної залози менше за 40 мм для деяких мамографів спостерігалось перевищення AGD над прийнятним рівнем опромінення в 1,5-2,5 рази. Це пов'язано з тим, що на даних апаратах робота проводиться без експонетра і персонал використовує однакові режими опромінення для пацієнтів із різною товщиною компресованих залоз.

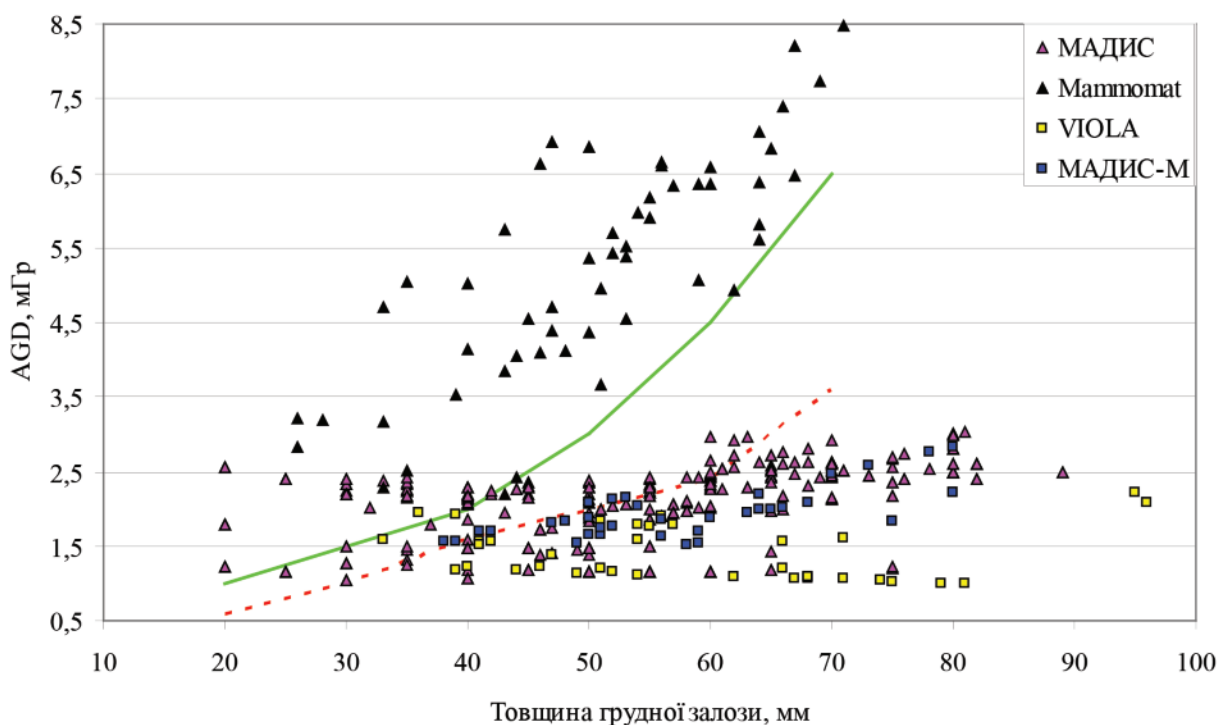


Рис. 1. Значення середніх поглинутих доз на грудну залозу при мамографічних обстеженнях

Таблиця

Результати програми контролю якості технічних параметрів мамографів різних типів

Контрольований параметр	Виміряне значення параметра					Критерій
	МАДИС	МАДИС-М	Mammomat	VIOLA	Senograph	
Крайові мітки суміщення для оцінки межі пучка, Δ мм	6,0-8,0	6,0	6,0	4,0	3,0	$\leq 5,0$
Просторове розрізнення, п.л./мм: – вертикаль – горизонталь	< 5	5 – 7	8	11	14	≥ 12
	< 5	5 – 7	10	11	14	≥ 12
Оптична густина в центрі фантома, од. ОГ	—	—	—	—	1,29	1,2-1,4
Контраст об'єктів фантома Δ , од. ОГ	—	—	—	—	0,38	$\geq 0,34$
Мінімальний розмір: – мікрокальцинатів, мм	0,23-0,40	0,196	0,196	0,165	0,196	0,196
– пухлиноподібних мас, мм	2,38-3,16	1,98	1,98	1,59	1,98	1,98
– волокон (фібр), мм	0,71 -1,25	0,71	0,71	0,53	0,71	0,53

Найбільш високі значення поглинутих доз для усього діапазону товщини грудної залози спостерігалися для мамографа закордонної моделі типу Mammomat. Значення поглинутих доз у даному випадку коливалися в межах від 2,2 до 6,7 мГр, що пов'язано з використанням високих значень експозиції та застарілих CR-пластин із низьким коефіцієнтом чутливості.

У таблиці представлено результати контролю якості мамографічних знімків антропоморфного фантома з вказаними критеріями.

Як видно з таблиці, для вітчизняних апаратів типу МАДИС із терміном експлуатації понад 7 років жоден із критеріїв контролю параметрів якості зображення не виконувався. Винятком є мамограф МАДИС-М (2016 р. вип.), для якого виконувався критерій щодо оцінки мінімальних розмірів мікрокальцинатів та пухлиноподібних мас.

Під час перевірки крайових міток суміщення межі стола й межі радіаційного струменя, що формує зображення, практично на усіх мамографах відзначається зрізання крайового зображення від 6 до 8 мм при допустимому значенні – 5 мм.

Під час оцінки просторового розрізнення повна або часткова відповідність критерію допустимості (12 п.л./мм) була відзначена тільки для моделей закордонних мамографів: просторове розрізнення становило від 11 до 14 п.л./мм. На цифрових мамографах типу

МАДИС старих моделей просторове розрізнення було вкрай низьким – менше ніж 5 п.л./мм, для мамографа МАДИС-М нового покоління – від 5 до 7 п.л./мм.

У роботі було також зіставлено показник відносної поглинутої дози на грудну залозу завтовшки 45 мм на мамографічному фантомі до референтного значення поглинутої дози з індексом якості зображення (ІЯЗ) за результатами виконання тестів якості (рис. 2).

Інтегральний показник якості зображення у відносних одиницях визначено як сумарна оцінка виконання набору базових тестів контролю якості приймачів зображення на обстежених мамографах. У разі виконання всіх тестів показник якості зображення дорівнював одиниці.

Хоча для більшості обстежених мамографів поглинуті дози на грудну залозу не перевищували референтного рівня, тобто відносно значення дози не перевищувало одиниці, проте інтегральний показник якості зображення за результатами тестування на стандартному фантомі був близьким до нуля (0,05), крім моделей мамографів закордонного виробництва та мамографа МАДИС-М останнього покоління, для якого інтегральний показник якості зображення становив 0,4 відн. од. Це свідчить про недоцільність використання мамографів моделі МАДИС першого покоління в проведенні скринінгових досліджень раку грудної залози серед жінок у зв'язку з їх діагностичною неефективністю.

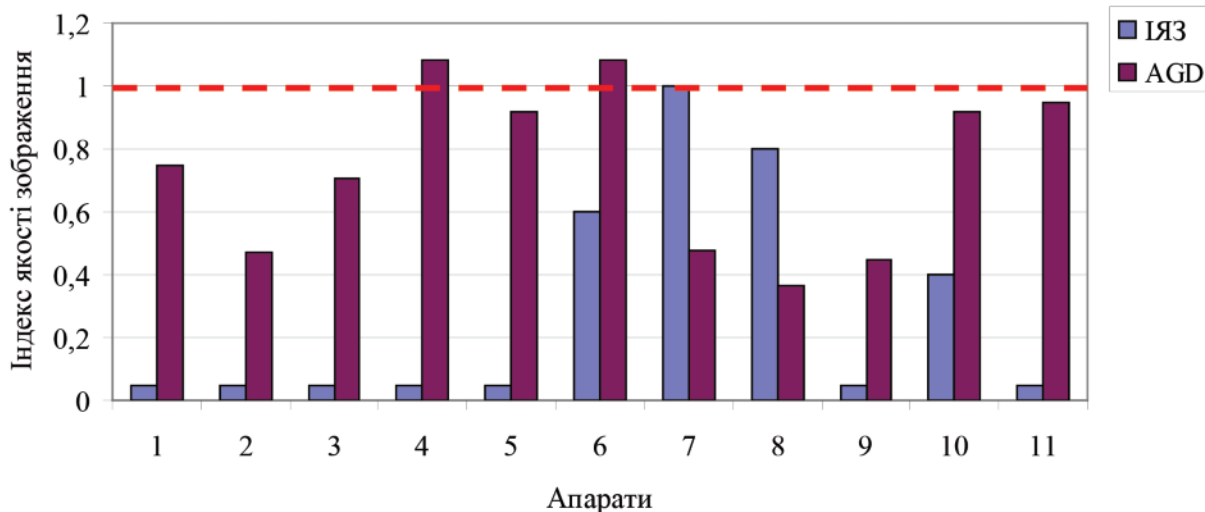


Рис. 2. Зіставлення показника дозового навантаження пацієнтів при мамографічних дослідженнях із показником якості приймача зображення

ВИСНОВКИ

1. Середні поглинуті дози для більшості апаратів нижчі за рекомендований рівень для даного виду обстеження, але якість отриманих знімків не відповідає критеріям якості мамографічного скринінгу.

2. Необхідно виключити з експлуатації мамографи старих моделей вітчизняного виробництва типу МАДИС, тому що вони не відповідають вимогам за критеріями якості діагностичного мамографічного зображення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *European Protocol on dosimetry in mammography.* – Luxembourg: European Communities, 1996. – Rep. EUR 16263. – 88 p.
2. *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Fourth edition.* – Netherlands: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. – 432 p.
3. IAEA 1381. *Quality Assurance Programme for*

Film screen Mammography. – Human Health Series № 2, PUB 1381. – Vienna, 2009. – 158 p.

4. *European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Fourth Edition – Supplements.* – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, 2013. – 160 p.

5. ДСТУ EN 60601-2-45. ДСТУ EN 60601-2-45:2015 *Вироби медичні електричні. Частина 2-45. Додаткові вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик мамографічного рентгенівського обладнання та стереотаксичних мамографічних пристроїв.* – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 63 с.

6. ДСТУ EN 60601-1:2015. *Вироби медичні електричні. Частина 1. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик.* – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 348 с.

7. ДСТУ EN 60601-1-3:2015. *Вироби медичні електричні. Частина 1-3. Загальні вимоги щодо безпеки та основних робочих характеристик. Додаткові вимоги щодо радіаційного захисту в діагностичному рентгенівському обладнанні.* – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 42 с.

ОЦЕНКА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ПАЦИЕНТОВ И КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ В МАММОГРАФИИ

Стадник Л.Л., Носик О.В., Шалепа О.Ю.

ГУ «Институт медицинской радиологии

им. С.П. Григорьева НАМН Украины», г. Харьков

EVALUATION OF PATIENT DOSES AND IMAGE QUALITY IN MAMMOGRAPHY

Stadnyk L., Nosik O., Shalepa O.

РЕЗЮМЕ. В работе представлены результаты оценки доз пациентов и качества изображения при скрининговой маммографии. Показано, что для большинства аппаратов средняя поглощенная доза на грудную железу не превышает рекомендованного уровня, при этом качество изображения неудовлетворительное. Необходимо вывести из эксплуатации маммографы, которые не соответствуют критериям качества маммографии.

Ключевые слова: маммография, средняя поглощенная доза в железу, качество изображения.

SUMMARY. This paper presents the results of patients' dose assessment and the image quality evaluation in the screening mammography. It was shown that for most mammography units the average glandular doses did not exceeded the recommended level, but the quality of images were unsatisfactory. It is needed to forbid from practice these type of mammography units, which do not consistent the quality criteria of mammographic screening.

Keywords: mammography, the average glandular dose, the image quality.