

УДК: 616.073.75+614.876

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ ПАЦІЄНТІВ ПРИ РЕНТГЕНОГРАФІЇ ОРГАНІВ ГРУДНОЇ КЛІТКИ

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

Державна установа «Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», м. Харків

Рентгенографія органів грудної клітки (ОГК) є одним із найбільш поширених рентгенодіагностичних досліджень та робить значний внесок у формування колективної ефективної дози населення України.

За результатами попередніх досліджень встановлено, що техніка проведення рентгенографічних досліджень значно відрізняється не тільки між різними медичними закладами, а і між окремими рентгенівськими кабінетами одного закладу, тому існує значний потенціал щодо зниження доз опромінення пацієнтів шляхом оптимізації режимів дослідження [1].

Відомо, що зниження вхідних поверхневих доз (ВПД) пацієнтів може досягатися шляхом підвищення проникаючої здатності рентгенівського струменя (підвищення анодної напруги та загальної фільтрації трубки) з відповідним зниженням значення експозиції (мАс) [2].

Відповідно до Європейського керівництва з якості діагностичних зображень ЄС 16260, рекомендовано виконувати рентгенографію ОГК за анодною напругою 125 кВ та часом опромінення менш 20 мс [3]. При цьому міжнародний досвід показує, що використання техніки високої напруги при рентгенографії ОГК дозволяє зберігати прийнятну якість діагностичного зображення при значному зниженні рівнів опромінення пацієнтів [2]. Однак у більшості рентгенодіагностичних кабінетів (відділень) України рентгенографія ОГК виконується за анодною напругою $U = 60-80$ кВ та експозицією 20-40 мАс.

Дослідження рівнів опромінення пацієнтів при різних видах рентгенографічних процедур показали, що значення ВПД пацієнтів при рентгенографії ОГК коливалось від 0,1 до 7,5 мГр для різних рентгенографічних систем, середнє значення становило $0,93 \pm 0,15$ мГр [1]. Значення третього квартиля розподілу ВПД по різних кабінетах становило 0,9 мГр, що у 2,3 рази перевищує значення вказівного рівня ВПД для даного виду дослідження згідно з основними стандартами МАГАТЕ [4].

Мета роботи — обґрунтування можливості оптимізації доз опромінення пацієнтів при рентгенографії органів грудної клітки зі збереженням якості отриманих зображень шляхом впровадження техніки високої напруги.

Матеріали та методи

На прикладі 5 рентгенодіагностичних кабінетів було вивчено дози пацієнтів та отримані рентгено-

грами при проведенні рентгенографії ОГК, яка виконувалася у двох режимах, а саме: при робочому режимі, який прийнято в обстеженому кабінеті, та в «техніці високої напруги». У робочому режимі кабінету рентгенограми ОГК проводилися за напругами від 55 до 76 кВ та експозицією 13,0-75,0 мАс, тоді як в «техніці високої напруги» – від 90 до 100 кВ за значеннями експозиції 2,5-7,5 мАс.

Вхідні дози пацієнтів були виміряні під час проведення рентгенографічної процедури за допомогою термолюмінесцентних (ТЛ) дозиметрів, розташованих на шкірі пацієнта у центрі поля опромінення. Вимірювання виконували на дорослих пацієнтах, близьких до «стандартного» розміру: 70 ± 10 кг.

ВПД у різних техніках опромінення були також виміряні на антропоморфному гетерогенному фантомі «стандартної людини» Alderson-Rando на 11 рентгенодіагностичних апаратах.

Оцінка діагностичної якості рентгенограм пацієнтів проведена незалежними експертами-лікарями-рентгенологами за 10 критеріями, які запропоновані в Керівництві ЄС 16260 для аналізу рентгенограм ОГК [3]:

- *критерій 1* – знімок виконаний із затримкою подиху (визначається позиція ребер вище діафрагми – 6-х ребро на передньому плані або 10-е – на задньому плані);
- *критерій 2* – симетричне відтворення хребта, показана центральна позиція остистого відростка між медіальними закінченнями ключиць;
- *критерій 3* – медіальні межі лопаток повинні бути поза ділянкою легенів;
- *критерій 4* – відтворення всієї частини грудної клітки над діафрагмою;
- *критерій 5* – чітке відтворення судинного рисунка по всій ділянці легенів, особливо периферичних судин;
- *критерій 6* – чітке відтворення трахеї та проксимальних бронхів;
- *критерій 7* – чітке відтворення меж серця і аорти;
- *критерій 8* – чітке відтворення діафрагми й бічних реберно-діафрагмальних кутів;
- *критерій 9* – візуалізація легеневого кореня і середостіння;
- *критерій 10* – візуалізація трьох грудних хребтів на тлі тіні верхнього середостіння.

Виконання кожного з критеріїв оцінювалось за двобальною системою: «1» – критерій виконується, «0» – критерій не виконується. Таким чином, макси-

мальна оцінка якості зображення при виконанні усіх критеріїв становила 10 балів.

У роботі був проведений аналіз якості зображення 32 рентгенограм ОГК пацієнтів, отриманих на 5 рентгеновських апаратах при різних режимах досліджень. Експертну оцінку якості діагностичних зображень проводили 7 лікарів-рентгенологів із досвідом роботи не менше 10 років. Перевага такого методу полягає в аналізі й узагальненні декількох незалежних оцінок, які дозволяють одержати більш об’єктивний висновок у виявлених недоліках за обраними критеріями.

Результати дослідження

У табл. 1 наведено режими опромінення пацієнтів та результати вимірювання вхідних поверхневих доз пацієнтів при рентгенографії ОГК, виконаної за двома техніками:

– «техніка 1» – режими дослідження, які використовуються в повсякденній практиці рентгенологічного кабінету;

– «техніка 2» – запропонована техніка високої напруги.

У табл. 1 також наведено коефіцієнт зниження дози після змінення режимів опромінення пацієнтів.

Як видно з таблиці, перехід до режиму «техніки високої напруги» дозволив збільшити напругу на трубі обстежених апаратів з 55-76 до 90-100 кВ з одночасним зниженням експозиції з 13,0-75 до 2,5-7,5 мА•с. Зниження часу опромінення пацієнтів у 3-10 разів привело до зниження динамічної нерізкості і в цілому до поліпшення якості зображення. Результатом зміни режимів стало зниження ВПД пацієнтів у 1,3-2,6 рази для різних рентгеновських апаратів.

Значний ефект зниження ВПД при переході на режим «техніки високої напруги» при проведенні рентгенографії ОГК був підтверджений результатами фантомних вимірювань (табл. 2).

Як видно з табл. 2, збільшення напруги в 1,2-1,7 рази з одночасним зниженням експозиції в 2,2-10,0 разів при застосуванні «техніки високої напруги» дозволяє знизити дози опромінення у 1,2-4,5 рази.

Таблиця 1

Значення ВПД пацієнтів та коефіцієнт зниження дози при рентгенографії ОГК для різних режимів дослідження

Апарат	Техніка 1		Техніка 2		ВПД, мГр		Коефіцієнт зниження
	U, кВ	mA•с	U, кВ	mA•с	Техніка 1	Техніка 2	
РД1	55,0	75,0	90,0	7,5	0,22	0,12	1,8
РД2	60,0	20,0	100,0	2,5	0,28	0,22	1,3
РД3	63,0	18,0	90,0	3,2	0,62	0,33	1,9
РД4	67,0	20,0	99,0	3,2	0,35	0,21	1,7
РД5	76,0	13,0	100,0	3,2	0,37	0,14	2,6

Таблиця 2

Режими опромінення, значення ВПД та коефіцієнт зниження дози при вимірюваннях на антропоморфному фантомі Alderson-Rando

Апарат	Техніка 1		Техніка 2		ВПД, мГр		Коефіцієнт зниження
	U, кВ	mA•с	U, кВ	mA•с	Техніка 1	Техніка 2	
РД1	55,0	75,0	90,0	7,5	0,63	0,14	4,5
РД2	60,0	20,0	100,0	2,5	0,20	0,15	1,3
РД3	63,0	18,0	90,0	3,2	0,25	0,11	2,3
РД4	67,0	20,0	99,0	3,2	0,28	0,12	2,3
РД5	60,0	13,0	100,0	3,2	1,39	0,35	4,0
РД6	70,0	24,0	90,0	3,0	0,13	0,04	3,3
РД7	66,0	30,0	80,0	12,0	0,36	0,28	3,1
РД8	63,0	40,0	83,0	18,0	0,15	0,13	1,2
РД9	80,0	8,0	100,0	1,25	0,09	0,06	1,5
РД10	62,0	20,0	110,0	5,0	0,34	0,20	1,7
РД11	70,0	8,0	100,0	2,0	0,22	0,11	2,0

Результати оцінки діагностичної якості рентгенограм ОГК пацієнтів, проведені експертами-рентгенологами за 10 критеріями Керівництва ЄС 16260, наведено на рис. 1.

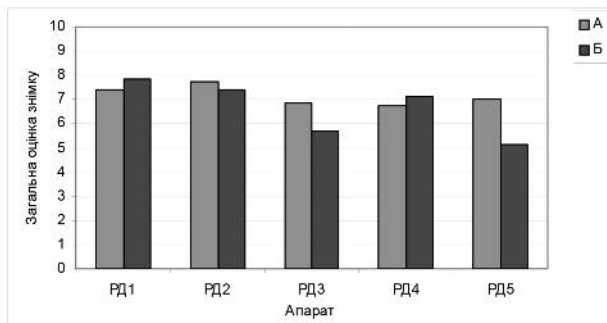


Рис. 1. Результати оцінки якості знімків на обстежених апаратах для двох режимів дослідження:

А – робочий режим кабінету; **Б** – режим «техніки високої напруги»

Як видно з рис. 1, середня оцінка якості зображення становила від 6,5 до 7,8 балів до оптимізації

і 6,0-8,0 — після впровадження «техніки високої напруги». Це вказує на те, що зміна режимів суттєво не вплинула на якість зображення за результатами експертної оцінки.

На рис. 2 наведено діаграми розподілу знімків за сукупною експертною оцінкою якості отриманих зображень.

Аналіз діаграм показав, що при зміні робочого режиму дослідження ОГК, який був прийнятий в обстеженому кабінеті, на «техніку високої напруги» загальна якість зображення практично не погіршується. Кількість знімків з загальною оцінкою від 7 до 10 балів (хороший знімок) становить при робочих режимах 64%, а при використанні «техніки високої напруги» – 61%. Кількість знімків, які не задовольняли прийнятих критеріїв (сумарна оцінка становила менше 5 балів), становила 11 та 14% відповідно. Різниця у 3% при загальній оцінці якості діагностичних зображень не є статично достовірною.

На рис. 3 представлено приклад рентгенограм ОГК, отриманих за різними режимами досліджень.

Як видно з наведених рентгенограм, впровадження «техніки високої напруги» при проведенні рентгенографії ОГК не призводить до втрати якості

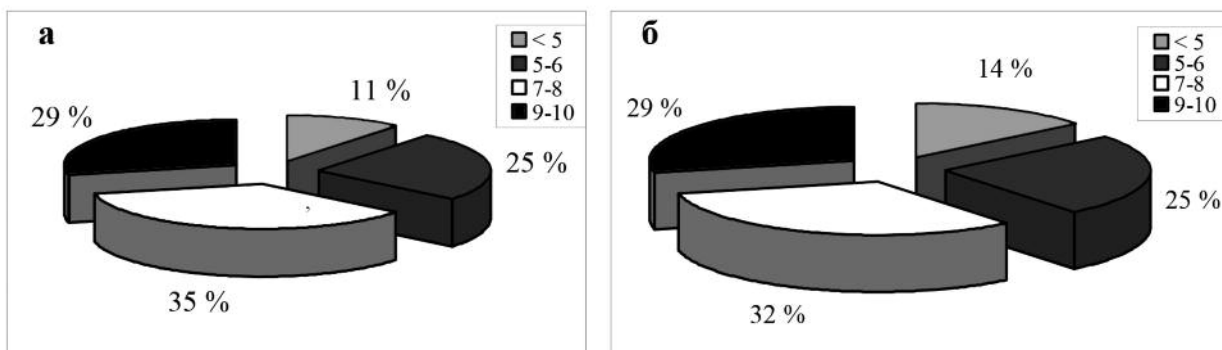
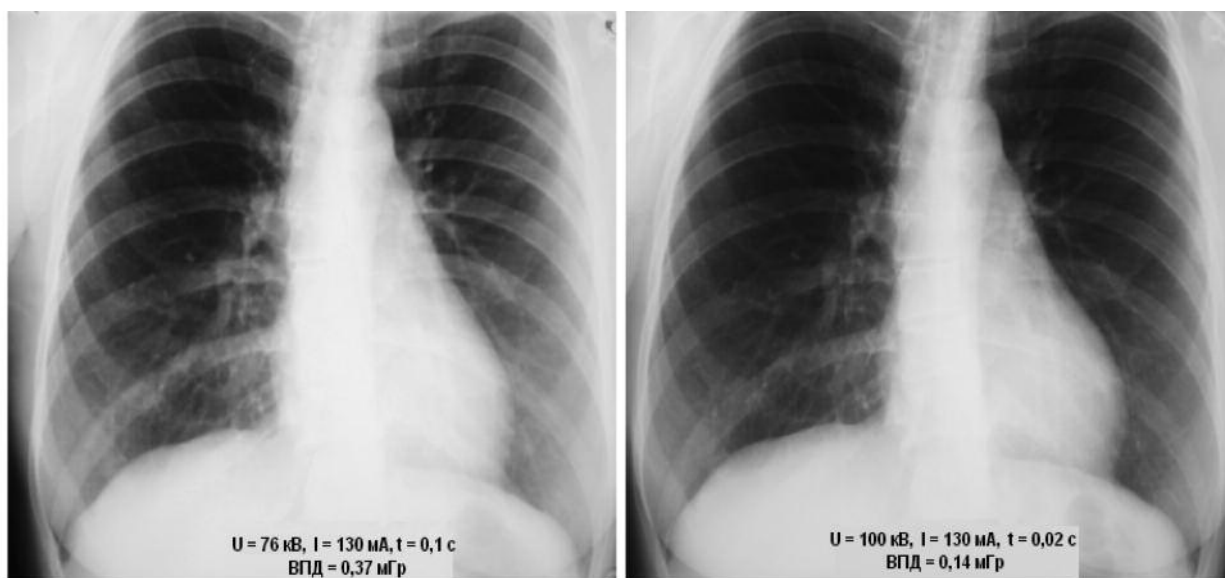


Рис. 2. Розподіл знімків за сукупною експертною оцінкою діагностичної якості відповідно до критеріїв ЄС 16260: **а** – робочий режим кабінету; **б** – режим «техніки високої напруги»



робочий режим кабінету

режим «техніки високої напруги»

Рис. 3. Рентгенограми ОГК, виконані на апараті РД5 за різними режимами досліджень

діагностичної інформації. При цьому запропонована техніка дозволяє зменшити дозове навантаження на пацієнтів у 1,3-4,5 рази в різних кабінетах.

Висновок

Введення в практику рентгенодіагностичних кабінетів України «техніки високої напруги» при рентгенографічних дослідженнях органів грудної клітки дозволить знизити променеве навантаження на пацієнтів до 4,5 разів при збереженні прийнятної якості діагностичного зображення, що було підтверджено незалежною експертизою рентгенограм ОГК, отриманих у двох режимах проведення обстеження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стадник Л.Л. Оценка доз пациентов в рентгенографии и их оптимизация путем установления национальных диагностических уровней / Л.Л. Стадник, О.Ю. Шальопа, О.В. Носик // Актуальные вопросы радиационной гигиены: Мат. междунар. научно-практ. конф., 1–3 октября 2014 г., Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 189–192.
2. IAEA. TECDOC-1423. Optimization of the radiological protection of patients undergoing radiography, fluoroscopy and computed tomography. Vienna, December 2004. – Vienna, 2004. – 113 p.
3. European Guidelines on quality for diagnostic radiographic images, EUR 16260 EN. – Luxembourg: European Communities, 1996. – 96 p.
4. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources, safety series № 115. – Vienna: IAEA, 1996. – 354 p.

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ ПАЦІЄНТІВ ПРИ РЕНТГЕНОГРАФІЇ ОРГАНІВ ГРУДНОЇ КЛІТКИ

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

В Україні у більшості рентгенодіагностичних відділеннях рентгенографія органів грудної клітки виконується за

напругою 60-80 кВ та експозицією 20-40 мАс. Мета даного дослідження – оптимізація доз пацієнтів при рентгенографії органів грудної клітки шляхом впровадження «техніки високої напруги», що дозволяє знизити вхідні поверхневі дози пацієнтів до 4,5 разів без погіршення якості діагностичних зображень.

Ключові слова: рентгенодіагностика, дози пацієнтів, оптимізація.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ РЕНТГЕНОГРАФИИ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

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

В Украине в большинстве рентгенодиагностических отделений рентгенография органов грудной клетки выполняется при напряжении 60-80 кВ и экспозиции 20-40 мАс. Цель данного исследования – оптимизация доз пациентов при рентгенографии органов грудной клетки путем внедрения «техники высокого напряжения», позволяющей снизить входные поверхностные дозы пациентов до 4,5 раз без ухудшения качества диагностических изображений.

Ключевые слова: рентгенодиагностика, дозы пациентов, оптимизация.

OPTIMIZATION OF RADIATION DOSES IN PATIENTS DURING CHEST X-RAY

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

In Ukraine the most of X-ray diagnostic departments carry out the chest radiography examinations using next technical parameters: the tube voltage 60-80 kVp and exposure 20-40 mAs. The purpose of this study is the optimization of patient's doses from chest radiography by the implementation of "high-voltage technique". It was shown that implementation of this technique allowed to decrease the entrance surface doses up to 4,5 times without deterioration of diagnostic information of obtained X-ray images.

Key words: X-ray diagnostics, patient's doses, optimization.

НОВІ КНИГИ



Застосування джерел іонізуючих випромінювань у медицині та попередження надмірного опромінення персоналу і пацієнтів/Мечев Д.С., В.О. Мурашко, Коваленко Ю.М. – К.: Медицина України, 2010. – 104 с.

Автори: доктор медичних наук, професор Мечев Д.С.
кандидат медичних наук, доцент Мурашко В.О.
кандидат технічних наук, доцент Коваленко Ю.М.

Рецензенти: завідувач кафедри радіології та радіаційної медицини Національного медичного університету ім. акад. О.О. Богомольця, докт. мед. наук, проф. М.М. Ткаченко; професор кафедри гігієни та екології Національного медичного університету ім. акад. О.О. Богомольця, докт. мед. наук, проф. С.Т. Омельчук.

У навчальному посібнику висвітлені питання застосування джерел іонізуючих випромінювань для проведення діагностичних і лікувальних процедур, дана характеристика радіаційно-гігієнічних вимог до приміщень, обладнання та роботи з закритими, відкритими та нерадіонуклідними джерелами в умовах медичних закладів. Основна увага приділена питанням дотримання правил радіаційної безпеки та зниження променевих навантажень на персонал і пацієнтів при медичному опроміненні.

Навчальний посібник призначений для слухачів закладів післядипломної освіти, лікарів-радіологів та медичних фізиків закладів охорони здоров'я, які оформлюють ліцензії на право використання джерел іонізуючих випромінювань для діагностики і лікування, лікарів з радіаційної гігієни, які здійснюють нагляд за використанням ДІВ в медичних закладах, а також співробітників регулюючих органів.

Рекомендовано до видання вченою радою Національної медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика МОЗ України (протокол № 9 від 25.11.2009 р.)

Рекомендовано Центральним методичним кабінетом з вищої медичної освіти МОЗ України для лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти (протокол № 3 від 09.06.2010 р. засідання науково-методичної комісії з медицини Міністерства освіти і науки України)

Замовити книги можна за телефоном: +38044 503-04-39