

ня в роботу рентгенологічної служби України. Чимало серйозних питань потребують ретельного обговорення та пропозицій щодо внесення змін до чинних ДержСанПіН. І це говорить про те, що документ виконав свою функцію і у зв'язку з тим, що ситуація використання ДІВ у медичній практиці набуває стрімкого розвитку, керівні документи потребують постійного коригування.

М.І. Пилипенко, Л.Л. Стадник, О.Ю. Шальопа

ДУ Інститут медичної радіології
і.м. С.П. Григор'єва НАМН України, Харків

Вивчення входних поверхневих доз пацієнтів при найпоширеніших рентгенографічних дослідженнях для встановлення національних діагностичних рекомендованих рівнів

Investigation of surface doses of the patients at common x-ray investigations with the purpose to establish national diagnostic recommended doses

Summary. The authors analyze the state of the park of x-ray diagnostic equipment, the structure of x-ray diagnostic investigations, frequency and conditions of x-ray diagnostic procedures using the findings of survey of radiology services of all regions of Ukraine in 2008. Entrance surface doses of the patients were measured according to IRPC recommendations and EU Manual for 10 common types of x-ray diagnostic investigations with the purpose to establish national diagnostic recommended levels. The findings of entrance surface doses of the patients are presented. Third quartiles were assessed for each type of investigation and compared with the values of diagnostic reference levels in radiography according to Main International Standards of IAEA. The findings of the preliminary research demonstrate that in a number of x-ray diagnostic units patients exposure is ambiguously increased at x-ray investigations. Optimization of radiation protection of the patients at diagnostic exposure should be aimed at minimizing patients and personnel dose without deterioration of the obtained diagnostic information, which is possible with working out and introduction of the programs of quality assurance.

Key words: x-ray diagnosis, patients, irradiation doses, radiation protection optimization, recommended levels.

Резюме. В работе проанализировано состояние парка рентгенодиагностического оборудования, структуры рентгенодиагностических исследований, частота и условия проведения рентгенодиагностических процедур по результатам анкетирования рентгенологических служб всех областей Украины за 2008 г. Были проведены измерения входной поверхностной дозы пациентов в соответствии с рекомендациями международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) и Руководств Евросоюза для 10 наиболее распространенных видов рентгенографических исследований с целью установления национальных диагностических рекомендованных уровней. Представлены данные входных поверхностных доз пациентов, оценены третьи квартили распределений доз для каждого вида исследования и сопоставлены с численными значениями диагностических референтных уровней в рентгенографии согласно Основным международным стандартам МАГАТЭ. По результатам предварительных исследований показано, что в ряде рентгенодиагностических кабинетов имеет место необоснованное облучение пациентов при проведении исследований.

Авторы приходят к выводу, что оптимизация радиационной защиты пациентов при диагностическом облучении должна быть направлена на минимизацию доз пациентов и обслуживающего персонала без ухудшения получаемой диагностической информации, что возможно при разработке и внедрении программ

контроля качества.

Ключевые слова: рентгеновская диагностика, пациенты, дозы облучения, оптимизация радиационной защиты, рекомендованные уровни.

Ключові слова: рентгеновська діагностика, пацієнти, дози опромінення, оптимізація радіаційного захисту, рекомендовані рівні.

Проблема забезпечення радіаційного захисту пацієнтів при медичних діагностичних дослідженнях дуже важлива в зв'язку з тим, що даний вид опромінення населення дає основний внесок у загальне променеве навантаження від джерел штучного походження.

У рентгеновській діагностиці забезпечення радіаційного захисту спрямоване на створення таких умов проведення діагностичних процедур, при яких необхідну діагностичну інформацію буде отримано при мінімальних рівнях опромінення пацієнта і медичного персоналу (принцип оптимізації радіаційного захисту).

Зниження рівнів необґрунтованого опромінення при рентгенодіагностичних дослідженнях можна досягати при комплексному підході, що включає три основних аспекти:

технічний — усі технічні засоби (основне рентгенодіагностичне обладнання і допоміжні пристрої та прилади), використовувани в процесі отримання необхідної діагностичної інформації, мають підтримуватися в робочому стані і функціонувати так, щоб забезпечувати якісне зображення при мінімальних рівнях дозового навантаження на пацієнта;

методичний — вибір виду діагностичної процедури, визначення умов її проведення (значення фізико-технічних параметрів рентгенодіагностичного обладнання, геометрія опромінення, використання різних пристроїв) для поліпшення якості зображення і зниження доз має бути оптимізовано;

дозиметричний — у процесі виконання діагностичної процедури мусить бути забезпечений контроль доз на пацієнта.

Згідно з вимогами міжнародних організацій, питання контролю доз опромінення пацієнтів вирішуються за допомогою використання концепції діагностичних референтних рівнів (ДРР) опромінення, введеної в Публікаціях Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКРЗ) [1, 2]. Чисельні значення діагностичних референтних рівнів опромінення при медичних дослідженнях уперше було наведено в Основних міжнародних стандартах з радіаційного захисту МАГАТЭ (BBS-115) [3].

Відповідно до концепції МАГАТЭ, рекомендовані рівні медичного опромінення — це величини дози, її потужності або активності, встановлені національним компетентним органом при узгодженні з регулюючим органом. Рекомендовані рівні визначають на основі масштабних досліджень, вивчення технічного і методичного рівня проведення рентгенологічних обстежень й аналізу доз, отримуваних пацієнтами стандартних розмірів при різних видах рентгенодіагностичних досліджень.

У конвенційній рентгенодіагностиці при встановленні діагностичних рекомендованих рівнів є доцільним контроль входних поверхневих доз пацієнтів або набутку вихідної дози на площу (НДП). При цьому вимірювання доз необхідно проводити в різних типах лікувально-профілактичних закладів для того, щоб була репрезентативно представлена існуюча в країні технічна база та методична практика для проведення рентгенодіагностичних досліджень.

Насамперед ДРР встановлюють для найпоширеніших видів рентгенодіагностичних досліджень або для рентгеновських процедур з максимальними променевими навантаженнями на пацієнтів. При проведенні вимірювань необхідно використовувати стандартні фантоми або проводити вимірювання доз безпосередньо при проведенні дослідження пацієнтові стандартних розмірів.

На виконання Медичної Директиви 97/43/EUR-ATOM—Medical Exposure Directive (MED), Європейська комісія розробила Керівництво з установаження діагностичних рекомендованих рівнів [4, 5], а також критерії якості в рентгенівській діагностиці [6–10]. Впровадження зазначених керівництв та критеріїв у практику дозволяє використовувати ДРР як інструмент оптимізації радіаційного захисту населення при рентгенодіагностичних дослідженнях та добиватися зниження дозових навантажень і радіаційного ризику медичного опромінення.

З 2009 р. у межах Національної програми «Здоров'я нації» та на виконання вимог Норм радіаційної безпеки—НРБУ-97 [11] в ДУ Інститут медичної радіології ім. С.П.Григор'єва НАМН України розпочато науково-дослідну роботу з вивчення дозових навантажень на пацієнтів при найпоширеніших рентгенографічних дослідженнях з метою встановлення національних діагностичних рекомендованих рівнів.

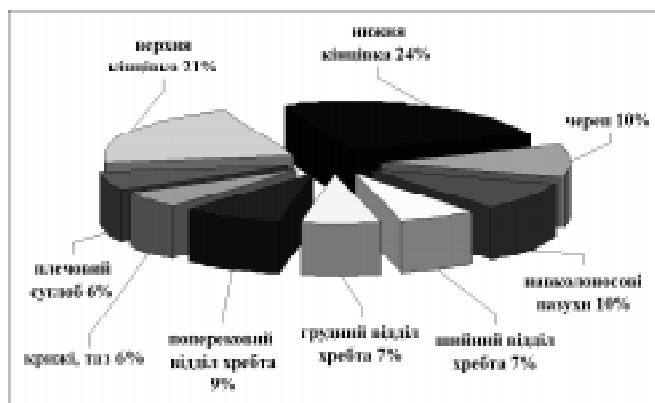
Для вивчення парку рентгенодіагностичного обладнання в Україні, структури та частоти проведення окремих видів рентгенодіагностичних досліджень, а також режимів проведення рентгенодіагностичних процедур, було проведено анкетування рентгенологічних служб усіх областей України станом на 2008 р.

Заданими анкетування встановлено, що парк рентгенодіагностичного обладнання в основному представлено стаціонарними апаратами загального призначення—60 %, більшість з яких (близько 80 %) — старі моделі, що експлуатуються понад 20 років (РУМ-10, РУМ-20, РУМ-20 М, Рентген-30, Рентген-40, Diagnostax, ЕДР-750, ТУРД-800).

Аналіз структури рентгенодіагностичних досліджень в Україні показав, що рентгено- та флюорографія складають 46 та 37 % від загальної кількості рентгенологічних досліджень відповідно, тобто формують найбільше дозове навантаження на населення.

Серед рентгенографічних досліджень на рентгенографію кістково-суглобової системи припадає 60 %, органів грудної клітки — 33 %, органів травлення — 7 % доз. Структуру досліджень кістково-суглобової системи

(КСС) представлено на рисунку. Як бачимо, найбільший внесок припадає на рентгенографію цієї ділянки людського тіла.



Структура рентгенографічних досліджень кістково-суглобової системи за результатами анкетування

На підставі аналізу структури досліджень були обрані 10 найпоширеніших видів рентгенографічних досліджень для проведення вимірювань вхідної поверхневої дози, а саме рентгенографія: органів грудної клітки (в двох проєкціях); трьох відділів хребта — шийного, грудного та поперекового (в двох проєкціях); таза, а також флюорографія органів грудної клітки.

За 2009–2010 рр. при обстеженні рентгенодіагностичних кабінетів різних типів медичних закладів було проведено понад 2500 вимірювань вхідних поверхневих доз (ВПД) методом ТЛ-дозиметрії для обраних видів досліджень на 80 рентгенодіагностичних апаратах у медичних закладах 8 областей України.

Для оцінки вхідних поверхневих доз було використано ТЛ-детектори типу MTS-N, відкалібровані в діапазоні робочих енергій рентгенівського випромінювання.

Для отримання статистичної вірогідності результатів вимірювань ВПД на певному апараті при значний розбіжності маси та зросту хворих з кожного виду дослідження проводили вимірювання доз на 10–15 пацієнтах, маса та

Узагальнені результати вимірювань вхідної поверхневої дози пацієнтів при найбільш поширених видах досліджень

Вид дослідження, проєкція	Кількість вимірювань	Значення параметра	Вхідна поверхнева доза, мГр	Діагностичний референтний рівень, мГр	
				за нашими вимірюваннями	згідно з BSS-115
Флюорографія, ЗПП	137	мін – мах M ± m	0,1 – 25,1 4,1 ± 0,8	4,3	–
Органи грудної клітки, ЗПП	528	мін – мах M ± m	0,1 – 10,4 0,9 ± 0,1	1,0	0,4
Шийний відділ хребта, ПЗП	143	мін – мах M ± m	0,2 – 9,5 2,3 ± 0,2	2,9	–
Шийний відділ хребта, БП	260	мін – мах M ± m	0,1 – 10,2 1,8 ± 0,1	2,3	–
Грудний відділ хребта, ПЗП	100	мін – мах M ± m	0,7 – 124,8 13,3 ± 1,6	15,2	7
Грудний відділ хребта, БП	94	мін – мах M ± m	0,7 – 122,5 20,0 ± 2,7	22,8	20
Поперековий відділ хребта, ПЗП	287	мін – мах M ± m	0,7 – 106,2 14,4 ± 0,9	18,9	10
Поперековий відділ хребта, БП	271	мін – мах M ± m	2,8 – 132,9 36,5 ± 1,7	48,8	30
Таз, ПЗП	74	мін – мах M ± m	0,7 – 48,4 14,5 ± 1,4	19,9	10

Примітка. ЗПП — задньопередня проєкція, ПЗП — передньозадня проєкція, БП — бічна проєкція.

ріст яких наближалися до розмірів стандартного людини (70 ± 5 кг, 170 ± 10 см).

У таблиці наведено результати вимірювань вхідних поверхневих доз на пацієнтах та дані статистичного аналізу розподілів цього показника за кожним видом рентгенодіагностичного дослідження, які вивчалися.

Як видно з таблиці, значення вхідних поверхневих доз варіювали у широкому діапазоні, при цьому різниця максимальних та мінімальних доз досягала 50–250 разів залежно від виду рентгенодіагностичного дослідження.

Найвищі значення вхідних поверхневих доз зафіксовано при проведенні рентгенографії грудного відділу хребта (ГВХ) та поперекового відділу хребта (ПВХ) як у передньозадній, так і у бічній проєкціях. Максимальні значення вхідних поверхневих доз при рентгенографії ГВХ сягали 122–125 мГр, при середніх значеннях ВДП — ($13,3 \pm 1,6$) мГр — для передньозадньої проєкції та ($20,0 \pm 2,7$) мГр — для бічної проєкції. При рентгенографії ПВХ максимальні дози сягали — 106–132 мГр, при середніх значеннях — ($14,4 \pm 0,9$) мГр (передньозадня проєкція) і ($36,5 \pm 1,7$) мГр (бічна проєкція).

На підставі аналізу розподілу ВДП для кожного виду рентгеновського дослідження встановлені треті квартилі розподілів, які згідно з рекомендаціями МКРЗ та МАГАТЕ можуть бути прийнятими за діагностичні рекомендовані рівні. Було з'ясовано отримані рекомендовані рівні на основі проведених вимірювань ВДП на 80 рентгеновських апаратах медичних закладів з чисельними значеннями діагностичних рекомендованих рівнів, введених у Основних міжнародних стандартах МАГАТЕ (див. таблицю). Встановлено, що для більшості видів рентгеновських досліджень значення третіх квартилів практично в 2 рази вище, ніж значення ДРП, прийняті міжнародними стандартами МАГАТЕ [3].

Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлено, що в ряді діагностичних кабінетів має місце значне необгрунтоване опромінення пацієнтів при проведенні рентгенографічних досліджень, окремі значення ВДП в десятки разів перевищували його середні значення з вивченого виду дослідження.

Подальша оптимізація радіаційного захисту пацієнтів при медичному діагностичному опроміненні має бути направлена на мінімізацію дозових навантажень пацієнтів без погіршення діагностичної інформативності отримуваних зображень, що можливо при розробці та впровадженні програми контролю якості проведення діагностичних досліджень. Така програма має передбачати контроль технічного стану та основних дозоформуючих параметрів рентгеновських апаратів, вивчення та оптимізацію методології проведення досліджень, контроль якості діагностичних зображень та контроль доз опромінення стандартних пацієнтів і зіставлення середніх значень з встановленими ДРП.

Рекомендовані діагностичні рівні мають регулярно переглядатися на основі повторних вимірювань доз пацієнтів стандартних розмірів після виконання всіх заходів для забезпечення контролю якості проведення рентгенодіагностичних досліджень та зниження рівнів опромінення пацієнтів.

Література

1. ICRP. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60. // Ann. ICRP 1990. – Vol. 21, № 13.
2. ICRP. *Radiological protection in medicine*. ICRP Publication 73. // Ann. ICRP 1996. – Vol. 26, № 2.
3. IAEA. *International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*. Safety Series 115, STI/PUB/996.

International Atomic Energy Agency. – Vienna, Austria, 1996.

4. European Commission. Council Directive 97/43/EURATOM of on Health Protection Of Individuals Against The Dangers Of Ionizing Radiation In Relation To Medical Exposures // Official J. of the EC. – 1997. – L.180, Vol. 22.
5. European Commission. *Radiation Protection 109: Guidance on Diagnostic Reference Levels (DRLs) for Medical Exposures*. – Luxembourg, 1999.
6. European Commission. *European Guidelines on Quality for Diagnostic Radiographic Images*, EUR 16260 EN. European Communities. – Luxembourg, 1996.
7. *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images in Paediatrics*. – Rep. EUR 16261, 1996.
8. *European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography*. – Rep. EUR 16262, 1997.
9. *European Protocol on Dosimetry in Mammography*. – Rep. EUR 16263, 1996.
10. *European Guidelines for Quality Assurance in Mammography Screening*, 1996.
11. *Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)*. Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98.

І.П. Пінчук, В.А. Калініченко

Харківська обласна СЕС,

ННЦ «Інститут метрології», Харків

Досвід проведення перевірки рентгенодіагностичних апаратів лікувально-профілактичних закладів та засобів індивідуального захисту на відповідність вимогам Держстандарту на прикладі Харківської області

The experience of x-ray units control at treatment-and-prevention establishments and means of individual protection for correspondence to requirements of State Standard by an example of Kharkiv region

Summary. As it was determined by the control of the specialists of State Sanitary and Epidemiology Station of the region, Eastern State Inspection on Radiation Safety of Ukraine, 75% of x-ray equipment in Ukraine works longer than the warranted expiry date (10 years), therefore the control of dose-forming parameters is urgent. The performed work proved the necessity of taking out of operation of x-ray units which do not meet the requirements of State Standard and their replacement by modern digital low-dose equipment if modernization is not possible.

Key words: x-ray equipment, dose-forming parameters, radiation protection.

Резюме. Как установил контроль специалистов Госсанэпидстанции области, Восточной государственной инспекции радиационной безопасности Украины, 75 % рентгеновского оборудования Украины функционируют больше гарантированного срока использования (10 лет). Авторы указывают на необходимость контроля дозоформирующих параметров. Проведенная работа подтвердила необходимость выведения из эксплуатации рентгеновских аппаратов, которые не соответствуют требованиям Госстандарта с заменой их на современное цифровое малодозовое оборудование, если не возможна модернизация.

Ключевые слова: рентгеновское оборудование, дозоформирующие параметры, радиационная защита.

Ключові слова: рентгеновське обладнання, дозоформувальні параметри, радіаційний захист.