

4. Розенталь Р. Л. Лечение хронической почечной недостаточности / Р. Л. Розенталь. – Рига, 1984. – 235 с.

5. Кондуктометры портативные. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://labtime.ua/ru/konduktometriy-portativnyue/c846#/page-2>.

Надійшла до редакції 16.11.2016

Рецензент: д.т.н., професор Квасніков Володимир Павлович, Національний авіаційний університет, м. Київ.

Л. В. Коломієць, д.т.н., Б. Ч. Бердыев, А. С. Корчевский

РОЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО АДАПТЕРА ДЛЯ АППАРАТОВ ГЕМОДИАЛИЗА

Рассмотрены вопросы метрологического обеспечения процедуры гемодиализа, порядка проведения калибровки аппаратов гемодиализа и разработки универсальной конструкции адаптера кондуктометра.

Ключевые слова: гемодиализ, искусственная почка, кондуктометр, адаптер, калибровка.

L. Kolomiets, DSc, B. Berdyev, A. Korchevsky

CONSTRUCTION DEVELOPMENT UNIVERSAL ADAPTER FOR DEVICES HEMODIALYSIS

The questions of metrological maintenance of the hemodialysis procedure, the procedure for calibrating hemodialysis apparatuses and the development of a universal adapter design for a conductometer are considered.

Keywords: hemodialysis, an artificial kidney, conductometer, adapter, calibration.

УДК 616.073.75

Л. В. Коломієць, д.т.н., С. В. Коломієць, Л. В. Кузнєцова, Р. С. Лобус, к.т.н., С. В. Волянський

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ВИЗНАЧЕННЯ РЕФЕРЕНТНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ РІВНІВ ОПРОМІНЕННЯ ПАЦІЄНТІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕНТГЕНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕДУР

У статті розглянуто сучасний стан і тенденції розвитку апаратурного оснащення рентгенівської і радіонуклідної діагностики лікувальних установ України.

Ключові слова: дози опромінення, діагностика, джерела іонізуючого випромінювання.

Вступ

До недавнього часу опромінення людей в медичних цілях не нормувалося, незважаючи на доведеність того, що будь-яке додаткове опромінення збільшує ризик несприятливих наслідків для здоров'я людини. Такий підхід ґрунтувався на припущенні, що медичне опромінення завжди виправдане і обґрунтоване. Проте аналіз, проведений міжнародними організаціями, за оцінкою дозових навантажень на пацієнтів і персонал в різних країнах світу показав, що медичне опромінення у багатьох випадках було не оптимізоване. За різними оцінками в різних державах медичне опромінення дає від 60 до 75 % усієї популяційної дози. Це спонукало світову медичну громадськість зробити заходи по захисту населення від необґрунтованого опромінення.

Мета статті

Провести аналіз сучасного стану апаратурного оснащення рентгенівської і радіонуклідної діагностики лікувальних установ України та надати рекомендації стосовно тенденцій їх розвитку.

Стан справ щодо захисту населення від іонізуючого випромінювання

В Україні розробкою та формуванням національної політики з питань державного регулювання ядерної і радіаційної безпеки, поводженням з радіоактивними матеріалами (речовинами) і відходами, розробкою та впровадженням національних концепцій, принципів, норм, правил, стандартів і заходів протирадіаційного захисту людини, рекомендацій по зменшенню дії на здоров'я населення України радіаційного чинника та економічних і соціальних наслідків дії іонізу-

ючих випромінювань, а також формуванням системи правових, соціально-економічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення протирадіаційного захисту і охорони життя і здоров'я населення, займається національна комісія з радіаційного захисту населення України (НКРЗ).

У своїй діяльності НКРЗ керується Конституцією України, актами Президента України і Кабінету Міністрів України, Концепцією радіаційного захисту населення України у зв'язку з Чорнобильською катастрофою, законами України, іншими нормативно-правовими актами та Положенням про НКРЗ. Окрім того, в своїй діяльності НКРЗ спирається на рекомендації і укладення міжнародних організацій.

Міжнародна комісія з радіаційного захисту (МКРЗ) є провідним органом, що розробляє основи захисту від іонізуючого випромінювання. МКРЗ була заснована в 1928 році рішенням 2-го Міжнародного Конгресу з радіології як незалежна некомерційна організація під назвою Міжнародний комітет із захисту від впливу рентгенівських променів і радію. У 1950 році Комісія була реорганізована і отримала свою теперішню назву. МКРЗ розробляє наукові основи захисту від техногенних джерел радіації, використовуваних в медицині, атомній та інших галузях промисловості, а також від природних джерел. Ці матеріали широко використовуються міжнародними (МАГАТЭ, ВОЗ та ін.) і національними органами при розробці стандартів (норм) радіаційної та ядерної безпеки та інструктивно-методичних документів. МКРЗ публікує свої рекомендації і керівництва в журналі *Annals of the ICRP*.

Основним документом регулювання радіаційної безпеки в медицині в Україні є: Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 № 15/98-ВР [1], де в статтях 17 і 18 сформульовані фундаментальні положення забезпечення безпеки громадян під час проведення медичних рентгенодіагностичних процедур. Більш докладно основні вимоги в цій області розглянуті в Нормх радіаційної безпеки України (НРБУ-97) (ДГН 6.6.1-6.5. – 001-98), (розділ 4, 5) [2] і Основних санітарних правилах радіаційної безпеки України (ДСП 6.177-2005-09-02) (розділ 4) [3].

Існують також санітарні норми і правила безпечного застосування радіації в різних напрямках променевої діагностики і терапії – Санітарні правила роботи при проведенні медичних рентгенодіагностичних дослідженнях № 2780-80 [4], а також наказ Міністерства охорони здоров'я України № 295 від 18.07.2001 «Про створення системи контролю та обліку індивідуальних доз

опромінення населення при рентгенодіагностичних процедурах» [5].

В нормативних документах України звертає на себе увагу заборонний ухил в системі радіаційного захисту пацієнта, незважаючи на те, що саме в медицині дози у пацієнта не обмежуються. Це зауваження стосується таких документів, як НРБ-99, ДГН 6.6.1-6.5. – 001-98, ДСП 6.177-2005-09-02, так і документів, що регулюють окремі групи рентгенодіагностичних процедур.

У цих документах недостатньо відбивається сучасна міжнародна методологія радіаційного захисту в медицині, заснована на ідеї оптимізації захисту; важлива концепція референтних діагностичних рівнів взагалі не згадується. Ці документи були написані переважно для адміністративних і контролюючих органів, хоча основним колом їх користувачів повинні бути лікарі-рентгенологи і радіологи.

Світова спільнота виходить з того, що нормування може обмежувати можливості діагностики та лікування пацієнтів. Міжнародна концепція радіаційного захисту пацієнтів з середини 1990-х рр. будується на її оптимізації шляхом використання референтних діагностичних рівнів (РДР) і системи забезпечення якості медичних процедур.

У медичній рентгенівській діагностиці РДР є встановлений рівень дози чи іншого дозиметричного показника при типових дослідженнях пацієнтів (або стандартних фантомів) за допомогою поширеного обладнання. РДР служать критерієм для оцінки: чи не є доза у пацієнта істотно більшою або меншою, ніж потрібно для отримання необхідної діагностичної інформації. РДР не пов'язані з межами дози і не застосовуються щодо детермінованих ефектів опромінення в променевої терапії та інтервенційної радіології. РДР зазвичай встановлюють для найбільш поширених і / або високодозних процедур на рівні регіону, де є орган управління охороною здоров'я та нагляду та / або загальний методичний орган та / або суспільство рентгенологів.

У світовій практиці РДР встановлюють за результатами експериментального вивчення дозиметричних характеристик рентгенодіагностичних досліджень і / або процедур в рентгенівських кабінетах регіону як 75% квантиль числа розподілу апаратів за значеннями дози. Для представницької оцінки значення РДР число досліджених рентгенівських кабінетів в регіоні має бути не менше кількох десятків.

РДР слід встановлювати і застосовувати на практиці до вимірних і / або розрахункових дозиметричних величин. Якщо визначаються значення цих величин на досліджуваному апара-

ті перевищують встановлене значення РДР для конкретної процедури, необхідно розглянути умови (режим) проведення дослідження, ступінь захисту пацієнта і вжити заходів щодо їх оптимізації.

РДР служать засобом досягнення показників сучасної зразковою практики і повинні переглядатися в міру вдосконалення відповідної технології і методик.

Окрім перевищення РДР при дослідженні конкретних пацієнтів не є порушенням вимог радіаційного захисту. Однак неодноразові і значні перевищення РДР можуть вказувати на наявність істотних недоліків у проведенні даного виду дослідження. У таких випадках потрібно розслідування і коригування режимів дослідження і / або захисту пацієнта.

Впровадження РДР в практику вітчизняної рентгенології є частиною роботи по оптимізації рівнів медичного опромінення в Україні. Відповідні вимоги повинні бути введені в перераховані вище нормативні та законодавчо-правові акти. А також на підставі проведення експериментальних досліджень в окремих медичних організаціях України, за участю співробітників даних організацій, розробити і затвердити, методичні рекомендації, які повинні розглянути різні методики визначення РДР на основі вимірюваних і / або розрахованих дозиметричних характеристик.

Публікація 105 МКРЗ [6] присвячена системі радіаційного захисту від медичного опромінення, тобто захисту пацієнтів, а також осіб, які забезпечують догляд та комфорт пацієнтів, і добровольців в біомедичних дослідженнях.

Радіаційний захист медичних працівників при їх професійному опроміненні, а також осіб з населення в зв'язку з використанням радіації в медицині, присвячені інші документи МКРЗ. Публікація 105, з одного боку, побудована на матеріалах різнобічної діяльності Комітету МКРЗ за останнє десятиліття, а з іншого – є всебічне узагальнення сучасного стану проблеми радіаційного захисту.

Опроміненню іонізуючим випромінюванням в медицині піддається більше людей, ніж при будь-якій іншій людській діяльності, і в багатьох випадках індивідуальні дози в медицині вище. У країнах з розвиненими системами охорони здоров'я щорічне число радіологічних діагностичних процедур досягає або перевищує 1 на душу населення (UNSCEAR, 2000). Крім того, дози пацієнтів при одному і тому ж типі дослідження сильно розрізняються між радіологічними центрами, а це вказує, що існують значні можливості для управління дозою пацієнта (UNSCEAR, 2000) [7].

Опроміненню в медицині піддаються переважно особи, які проходять діагностичні дослідження, інтервенційні процедури або променевою терапію. Діагностичні обстеження проводяться в медичних та стоматологічних цілях. Інтервенційні процедури переважно використовують рентгеноскопичну візуалізацію, а й методи комп'ютерної томографії теж розробляються і використовуються для цих цілей. Персонал і інші особи, які забезпечують догляд та комфорт пацієнтів, також піддаються опроміненню радіацією. До інших осіб належать батьки, які підтримують дітей під час проведення діагностичних процедур, і члени сім'ї чи близькі друзі, які можуть наближатися до пацієнтів після введення радіофармацевтичних препаратів або під час брахітерапії. Опромінення осіб з населення в результаті використання випромінювання в медицині також має місце, але майже завжди на дуже низькому рівні. Радіаційному захисту медичних працівників (професійне опромінення), і захист осіб з населення, пов'язаної з медициною (опромінення населення), присвячені інші документи Комісії. В іншій частині цього документа основна увага приділяється медичному опроміненню пацієнтів, осіб, які забезпечують догляд та комфорт пацієнтів, і добровольців в біомедичних дослідженнях, як описано нижче.

Опромінення окремих осіб для діагностики, в інтервенційних та терапевтичних цілях, в тому числі опромінення ембріона / плода або немовляти під час медичного опромінення пацієнтів, які вагітні або годують грудьми.

Опромінення (крім професійного), отримане свідомо і добровільно такими особами як члени сім'ї та близькі друзі (або інші особи, які забезпечують догляд за пацієнтами), що допомагають в лікарні або будинку в підтримці і для комфорту пацієнтів, що піддаються діагностиці або лікуванню.

Опромінення, отримане добровольцями в рамках програми медикобіологічних досліджень, які не дають пряму користь добровольцям.

Застосування радіації для медичного опромінення пацієнтів становить понад 95% 18 антропогенного опромінення, і його перевищує в усьому світі тільки природний фон як джерело опромінення (UNSCEAR, 2000). Попередні аналізи 2006 року в Сполучених Штатах показали, що вклад медичного опромінення пацієнтів приблизно такий же за величиною, як і внесок природного фону як джерела опромінення населення США (Mettleretal, 2008) [8].

НКДАР ООН (2000) порівняв оцінки періодів 1985 – 1990 рр. і 1991 – 1996 рр. і прийшов до висновку, що в усьому світі щорічна ефектив-

на доза на душу населення від медичного опромінення пацієнтів збільшилася на 35%, а колективна доза збільшилася на 50%, в той час як населення збільшилося лише на 10%. Було також оцінено, що щорічно у всьому світі проводиться близько 2000 мільйонів рентгенівських досліджень, 32 мільйони радіонуклідних досліджень, і понад 6 мільйонів пацієнтів піддаються променевої терапії. Як очікується, ці цифри зростуть у наступні роки [9].

В цілому, медичне опромінення збільшилася з часу оцінки НКДАР ООН (2000), в основному завдяки швидкому зростанню використання комп'ютерної томографії (КТ) як в промислово розвинених, так і в країнах, що розвиваються (ICRP, 2000d; 2007c). В цілому по світу, за оцінками, число медичних та стоматологічних рентгенівських апаратів складає приблизно 2 мільйони. Хоча важко оцінити кількість медичних працівників, що професійно опромінюються. НКДАР ООН (2000) підрахував, що є понад 2,3 млн. контрольованих медичних працівників, які працюють з випромінюванням.

Проблемою для впровадження міжнародної практики в Україні є, оснащення медичних установ рентгенодіагностичними апаратами, які застаріли морально і фізично. Причому, частка застарілого обладнання з кожним роком зростає. Експлуатація застарілого діагностичного обладнання пов'язана з більш високим променевим навантаженням на пацієнтів і персонал. У порівнянні з сучасними моделями апаратів з цифровими системами реєстрації зображення доза на 1 – 2 порядки вище. Це обумовлено також низкою різноманітних причин:

- організаційні причини, пов'язані з необґрунтованим направленням на рентгенівське дослідження, низькою ефективністю роботи;
- високий рівень браку і повторні дослідження (до 10 – 12%);
- проведення рентгеноскопії без підсилювачів рентгенівського зображення, яке заборонено більше чим 10 років тому у всіх розвинених країнах і ручний прояв плівок при рентгенографії;
- використання застарілої апаратури, що не забезпечує необхідні режими;
- нераціональний вибір фізико-технічних умов дослідження;
- нераціональне використання засобів радіаційного захисту;
- відсутність достатньо ефективних методів і засобів контролю ефективної еквівалентної дози опромінення.

Питання оновлення рентгенівської техніки в останні роки постало у всій своїй гостроті ще й з таких причин: фінансові можливості нашої дер-

жави не дозволяють придбати сучасну зарубіжну апаратуру в потрібній кількості, і раніше в Україні фактично не було повного циклу виробництва, а тим більше не велися розробки апаратури. Є ще одна обставина, яка стимулює активні дії в питанні модернізації: наявний в медичних установах парк рентгеноапаратури, зважаючи на фізичний знос, вимагає підвищених витрат на поточний ремонт, дорогих фотоматеріалів, підсилюючих екранів і засобів захисту від опромінення. І, якщо в цей час не взятися за модернізацію, то років через п'ять більша частина рентгенокабінетів закритється.

Висновки

На підставі проведеного аналізу сучасного стану апаратного оснащення рентгенівської та радіонуклідної діагностики лікувальних установ України, діючих нормативних актів з цього питання, слід надати наступні рекомендації:

- вивчити сучасний стан і тенденції розвитку апаратного оснащення рентгенівської і радіонуклідної діагностики лікувальних установ України (ЛУУ);
- дати гігієнічну характеристику частоти, структури і динаміки рентгенодіагностичних досліджень в ЛУУ;
- оцінити рівні і структуру доз опромінення пацієнтів і населення в підрозділах променевої діагностики ЛУУ за рахунок різних методів діагностики із застосуванням джерел іонізуючого випромінювання;
- проаналізувати зв'язок захворюваності населення України і частоти рентгенологічних досліджень;
- розробити і обґрунтувати методичні підходи визначення референтних діагностичних рівнів опромінення пацієнтів при проведенні рентгенологічних процедур у дорослих пацієнтів і дітей і встановити їх значення для найбільш поширених процедур;
- розробити і обґрунтувати модель розрахунку радіаційного ризику від опромінення при проведенні радіологічних процедур на основі еквівалентних доз в опроміненому органі і розрахованих полувікових коефіцієнтів радіаційного ризику;
- науково обґрунтувати Концепцію оптимізації радіаційного захисту пацієнтів при медичному діагностичному опроміненні і на її основі розробити систему практичних рекомендацій.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14 січня 1998 № 15/98-ВР.

2. Норми радіаційної безпеки України (ДГН 6.6.1-6.5.-001-98).
3. Основні санітарні правила радіаційної безпеки України (ДСП 6.177-2005-09-02).
4. Наказ МОЗ України № 295 від 18.07.2001 «Про створення системи контролю та обліку індивідуальних доз опромінення населення при рентгенодіагностичних процедурах».
5. Санитарные правила работы при проведении медицинских рентгенологических исследований. № 2780-80. М., 1981.
6. Публикация 105 МКРЗ (2008). Международная комиссия по радиационной защите.
7. NSCEAR, 2000. Sources and Effects of Ionising Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations, New York, NY.
8. Mettler, F. A., Thomadsen, B. R., Bhargavan, M., et al., 2008. Medical radiation exposure in the U.S. 2006: Preliminary results. 43rd Annual Meeting of the National Council on Radiation Protection and Measurements: Advances in Radiation Protection in Medicine. Health Phys. 95, pp 502-507.
9. Регулярний контроль фізико-технічних дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичних апаратів / Пилипенко М. І., Корнеева В. В., Гур О. М., Шальопа О. Ю. // Матеріали XIV З'їзду гігієністів України, Дніпр-ськ, 2004. – С. 321-323.

Надійшла до редакції 18.11.2016

Рецензент: д.т.н., проф Діденко Віктор Дмитрович, Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

Л. В. Коломиєц, д.т.н., С. В. Коломиєц, Л. В. Кузнецова, Р. С. Лобус, к.т.н., С. В. Волянський

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

В статье рассмотрено современное состояние и тенденции развития аппаратного оснащения рентгеновской и радионуклидной диагностики лечебных учреждений Украины.

Ключевые слова: дозы облучения, диагностика, источники ионизирующего излучения.

L. Kolomiets, DSc, S. Kolomiets, L. Kuznetsova, R. Lobus, Phd, S. Volyansky

DETERMINATION OF REFERENCE DIAGNOSTIC EXPOSURE PATIENT DURING RADIOLOGIC PROCEDURE

The current state and tendencies in the development of hardware equipment for X-ray and radionuclide diagnostics of medical institutions in Ukraine are considered.

Keywords: radiation dose, diagnosis, sources of ionizing radiation.