



А.І. Севальнев<sup>1</sup>, А.В. Куцак<sup>1</sup>, М.І. Костенецький<sup>2</sup>

## СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ПАЦІЄНТІВ ПРИ МЕДИЧНОМУ ОПРОМІНЕННІ

<sup>1</sup>Запорізький державний медичний університет,

<sup>2</sup>ДЗ «Запорізька обласна санітарно-епідеміологічна станція»

**Ключові слова:** медичне опромінення, радіаційна безпека.

Для вирішення поставлених у роботі завдань виконано порівняльний аналіз головних документів Міжнародної комісії з радіаційного захисту, що опубліковані в період 1990–2007 рр. Обґрунтовано необхідність створення сучасної національної нормативно-методичної бази щодо оптимізації радіаційного захисту пацієнтів при медичному опроміненні з урахуванням сучасних міжнародних вимог.

### Современные принципы радиационной защиты пациентов при медицинском облучении

А.И. Севальнев, А.В. Куцак, М.И. Костенецкий

Для решения поставленных в работе задач проведен сравнительный анализ основополагающих документов Международной комиссии по радиационной защите, опубликованных в период 1990–2007 гг. Обоснована необходимость создания современной национальной нормативно-методической базы по оптимизации радиационной защиты пациентов при медицинском облучении с учетом современных международных требований.

**Ключевые слова:** медицинское облучение, радиационная безопасность.

### Modern principles of radiation protection of medical radiance exposed patients

A.I. Sevalnyev, A.V. Kutsak, M.I. Kostenetskiy

To decide the tasks set in the article the comparative analysis of fundamental documents of ICRP, published during 1990 to 2007 was made. We grounded the necessity of development of a modern national normative and methodical regulatory documents related to optimization of radiation defense of patients exposed to medical radiation taking into account the modern international requirements.

**Key words:** medical irradiation, radiological safety.

Медичне опромінення пацієнтів, на відміну від інших видів опромінення, має ряд особливостей. По-перше, завжди здійснюється навмисно та добровільно і має на меті принести користь пацієнтам, оскільки є способом отримання діагностичної інформації для подальшого лікування. По-друге, користь та шкоду від опромінення отримує одна і та ж людина, а отже, медичне опромінення потребує ретельнішого обґрунтування.

За оцінками Наукового Комітету ООН з дії атомної радіації (НКДАР ООН) [1], за період 1985–1996 рр. щорічна ефективна доза опромінення на одну особу від медичного опромінення зросла на 35%, колективна – на 50%, а кількість населення зросла лише на 10%. Щорічно здійснюється близько 2000 млн рентгенівських досліджень, 32 млн радіонуклідних досліджень і більш ніж 6 млн пацієнтів піддаються променевої терапії. На думку фахівців, середньосвітова річна ефективна доза опромінення на душу населення за рахунок медичного опромінення становить 0,4 мЗв, що складає 7,7% сумарної дози опромінення населення. Внесок медичного опромінення в сумарну колективну дозу населення розвинутих країн від техногенних джерел іонізуючого випромінювання – понад 95% [2].

В Україні, за даними Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України [3], доза опромінення від рентгенівської діагностики складає 0,5 мЗв на рік, що складає 7% від усієї дози опромінення населення України.

У зв'язку з тим, що нормування доз опромінення пацієнтів при променевої діагностиці не застосовується, дуже важливо правильно визначити ефективні підходи до оптимізації

радіаційного захисту пацієнтів та обґрунтування необхідності виконання рентгенологічних процедур. Не випадково Міжнародна комісія з радіаційного захисту (МКРЗ) приділяє велику увагу цьому важливому питанню. Тільки за останні десять років МКРЗ видала низку рекомендацій, присвячених конкретним питанням захисту пацієнтів у різних галузях медичного опромінення [4–9].

#### МЕТА РОБОТИ

Наукове обґрунтування необхідності створення національної нормативно-методичної бази щодо оптимізації радіаційного захисту пацієнтів при медичному опроміненні з урахуванням сучасних міжнародних підходів.

#### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Використано медико-соціологічний метод, зокрема інтерв'ювання та анкетування спеціалістів СЕС і лікувальної мережі з метою отримання інформації про необхідність створення сучасного нормативно-методичного забезпечення в галузі радіаційної безпеки пацієнтів при медичному опроміненні, її аналіз та узагальнення.

Протягом роботи застосовано також аналітичний метод, зокрема аналіз міжнародних тенденцій, оцінки стану та шляхів розвитку нормативної бази в галузі радіаційної безпеки пацієнтів при медичному опроміненні.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У 2008 році МКРЗ видала базу Публікацію 105 «Радіаційна безпека в медицині», що перекладена російською мовою та видана в Росії в 2011 р. [10]. Ця публікація є всеохоплюючою та багато в чому новаторською в підходах



до радіаційної безпеки в медицині. Наводимо основні положення цієї публікації.

*Біологічні наслідки опромінення.* Внаслідок опромінення можливе виникнення двох типів ефектів: детермінованих (тканинних) і стохастичних (імовірних) (наприклад, рак і спадкові захворювання).

Детерміновані ефекти виникають при великих дозах, що перевищують певний поріг. При збільшенні дози вище порогу імовірність виникнення та тяжкість ефекту зростає до 100%. При медичному застосуванні іонізуючого випромінювання такі ефекти можуть виникати при інтервенційних процедурах під рентгенівським контролем, особливо якщо вони складні і потребують тривалого часу.

Стохастичні ефекти пов'язані з ушкодженням клітини, в тому числі її ДНК. Ці ушкодження можуть викликати виникнення злоскісних пухлин і спадкових захворювань. При низьких дозах імовірність стохастичних ефектів, зумовлених опромінюванням, збільшується з дозою, та, імовірно, пропорційна дозі.

При використанні іонізуючого випромінювання в медицині у населення збільшується імовірність виникнення стохастичних ефектів. Розрахунки свідчать, що частина випадків смерті від раку, що пов'язана з опроміненням при радіологічних процедурах, може досягати рівня від одного до декількох відсотків смертності від онкологічних захворювань [11].

До цього слід додати, ризик опромінення нерівномірний у різних груп населення, оскільки окремі з них через стан здоров'я частіше піддаються дослідженням. Крім того, деякі групи населення мають більшу чутливість до індукції раку.

Все це засвідчує, що належне обґрунтування застосування іонізуючого випромінювання в медицині є невід'ємним принципом оптимізації радіаційного захисту.

*Оцінка опромінення пацієнтів у медичній радіології.* Основною фізичною величиною, що використовується в радіаційному захисті, є поглинена доза, що усереднена за органом або тканиною. Для детермінованих ефектів (тканинних реакцій) поглинена доза усереднюється за найбільше опроміненою частиною тканини, наприклад, в об'ємі опроміненої шкіри в прямому полі випромінювання. Одиницею поглиненої дози є джоуль на кілограм (Дж/кг) або Грей (Гр.).

Оскільки поглинена доза в органі не може бути безпосередньо виміряна, існують методики для її визначення, що базуються на вимірюванні величин і наступному розрахунку.

Щоб оцінити шкоду від опромінення всіх органів і тканин, використовують ефективну дозу, тобто розрахункову величину, що враховує радіочутливість кожного органу. Цю величину використовують при оцінці стохастичного (імовірного) ефекту і визначають у зівертах (Зв).

Комісія рекомендує використовувати ефективну дозу для визначення ризику медичного опромінення тільки для однакових процедур і тільки за умови, що пацієнти будуть згруповані за віком і статтю.

*Обґрунтування радіологічних процедур.* У публікації докладно обговорюється необхідність обґрунтування ви-

конання рентгенологічних процедур. Вперше систему обґрунтування поділено на три рівні.

На першому рівні обґрунтування без заперечень приймається ствердження, що медичне опромінення приносить суспільству більше користі, ніж шкоди.

На другому рівні визначається та обґрунтовується конкретна процедура для досягнення мети дослідження.

На третьому рівні має бути обґрунтовано застосування конкретної процедури для конкретного пацієнта з визначенням переваги користі над шкодою.

*Оптимізація захисту пацієнтів при медичному опроміненні.* Оптимізація радіаційного захисту в загальному вигляді означає підтримку доз «на розумно досягнутому низькому рівні, враховуючи економічні та соціальні фактори». У медицині це називають «керування дозою пацієнта».

Відомо, обмеження дози у окремого пацієнта не рекомендоване [12], оскільки може завдати пацієнтові більше шкоди, ніж користі через зниження ефективності діагностики.

Водночас, Комісія пропонує здійснювати керування опроміненням пацієнта шляхом використання діагностичних референтних рівнів, які є мірою оцінки дози опромінення пацієнта як оптимальної при конкретному методі дослідження.

Комісія докладно виклала концепцію застосування діагностичних референтних рівнів і порядок їх встановлення, а також відокремила поняття діагностичного референтного рівня від граничної дози.

Як правило, діагностичні референтні рівні встановлюються для кожної конкретної процедури в термінах поглиненої дози в повітрі або на поверхні тканинно-еквівалентного фантома, а також в інших безпосередньо вимірюваних величинах. Числові значення діагностичних референтних рівнів є рекомендаційними величинами.

Діагностичні референтні рівні медичного опромінення можуть встановлюватись на національному, регіональному або місцевому рівні. У випадках їхньої відсутності можна користуватись діагностичними референтними рівнями, наведеними в 105 публікації МКРЗ. При перевищенні діагностичних референтних рівнів необхідно виявити причини їх перевищення та вжити корегувальні заходи для оптимізації захисту пацієнта.

У публікації наведено докладний опис заходів із радіаційного захисту пацієнтів для конкретних випадків медичного опромінення: інтервенційних процедур, опромінення вагітних, комп'ютерної томографії, цифрової радіології.

## ВИСНОВКИ

Дослідження особливостей нових світових підходів щодо побудови системи радіаційного захисту пацієнтів у медицині (Публікація 105 МКРЗ) засвідчило: національні нормативи потребують гармонізації відповідно до сучасних оновлених підходів МКРЗ.

Враховуючи відсутність ряду необхідних умов для регулювання радіаційної безпеки пацієнтів у медицині, одним із найважливіших напрямів діяльності в цій сфері є формування національної ефективної нормативно-методичної бази з урахуванням сучасних міжнародних підходів.



### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Источники и эффекты ионизирующего излучения: Отчет Научного Комитета ООН по действию атомной радиации 2000 года Генеральной Ассамблее ООН (с научными приложениями); [пер. с англ. под ред. Л.А. Ильина, С.П. Ярмоленко]. – М.: РАДЭЖОН, 2002. – 308 с.
2. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008 / Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nation. – New York, 2011.
3. Проблеми сьогодення та шляхи їх подолання. Гігієнічна наука та практика на рубежі століть / А.М. Сердюк, І.П. Лось // Мат. XIV з'їзду гігієністів України. – Дніпропетровськ, 2004. – Т. II. – С. 303–305.
4. ICRP Publication 84. Pregnancy and medical radiation. – 2000.
5. ICRP Publication 85. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. – 2000.
6. ICRP Publication 86. Prevention of accidental exposures to patients undergoing radiation therapy. – 2000.
7. ICRP Publication 87. Managing patient dose in computed tomography. – 2000.
8. ICRP Publication 93. Managing patient dose in digital radiology. – 2003.
9. ICRP Publication 102. Managing patient dose in multi-detector computed tomography. – 2007.
10. Радиационная защита в медицине. / Публикация 105 МКРЗ. – СПб., 2011. – 66 с.
11. NAS/NRC. Health Risks from Exposure to Low Levels of ionizing Radiation: BEIR VII. Phase 2. Board on Radiation Effects Research National Research Council of the National Academies. – Washington. D.C., 2006.
12. Публикация 103 МКРЗ. Рекомендации 2007 года Международной Комиссии по Радиационной защите. – М., 2009. – 343 с.

#### *Відомості про авторів:*

Севальнев А.І., к. мед. н., доцент, зав. каф. загальної гігієни та екології ЗДМУ.

Куцак А.В., асистент каф. загальної гігієни та екології ЗДМУ.

Костенецький М.І., к. мед. н., зав. радіологічного відділу ДЗ «Запорізька обласна санітарно-епідеміологічна станція».

Поступила в редакцію 12.04.2013 г.