

УДК 613.684.4

ДО ПИТАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ В МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДАХ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ЇХ НАСЛІДКІВ

В.А.Баркевич, кандидат медичних наук, доцент, старший викладач кафедри військово-профілактичної медицини Української військово-медичної академії.

Резюме. У статті висвітлені особливості радіаційних аварій (РА), які періодично трапляються у військово-медичних закладах Міністерства оборони України. Особливу увагу звернуто на людський фактор, який відіграє важливу роль у їх виникненні. Розкриті основні причини радіаційних інцидентів або РА в військово-медичних закладах.

Ключові слова: радіаційна аварія, військово-медичний заклад, джерело іонізуючого випромінювання (ДІВ), ліквідація радіаційної аварії.

Вступ. Однією з найважливіших умов життя та праці людини є безпека її життєдіяльності. Однак жодна професія не може гарантувати повну безпеку для працівника. РА найчастіше трапляються через порушення правил безпеки праці, що спричиняє шкоду здоров'ю, а суспільство зазнає матеріальних збитків. Людина не може відчувати вплив радіоактивних речовин та інших ДІВ за допомогою своїх органів чуттів, а виявляє тільки за допомогою спеціальних приладів. У зв'язку з цим радіоактивне забруднення залишається на тривалий час, а дезактивація має обмежені можливості.

На даний час ДІВ знайшли широке застосування в різних галузях промисловості, енергетиці, науці та медицині. Особливе велике розповсюдження отримали ДІВ у медичній праці. Так, на кінець 2009 року в лікувально-профілактичних закладах України використовувались 10280 рентгено-діагностичних, 80 рентгено-терапевтичних апаратів та 118 гамма-терапевтичних апаратів [6].

Великий обсяг використання ДІВ в медичній практиці збільшує ризик виникнення РА. В медицині розповсюджені методи дослідження функцій залоз внутрішньої секреції, нирок, печінки за допомогою речовин, мічених радіоактивними ізотопами деяких хімічних елементів, зокрема йоду, фосфору, заліза, фтору та інших. За допомогою радіоактивних препаратів здійснюють діагностику пухлин. Радіоактивні препарати з більш високими активностями використовують

в практиці променевої терапії злоякісних новоутворень.

Час від часу у світі при використанні ДІВ у медичній практиці трапляються випадки переопромінення людей, у тому числі й смертельними дозами. Такі випадки оприлюднюються, причини їх виникнення аналізуються і вживаються заходи для недопущення подібних аварій у подальшому.

В Україні ж про такі випадки інформується дуже вузьке коло фахівців, що не викликає адекватної реакції органів, компетентних у сфері регулювання радіаційної безпеки. Реєстрація та аналіз ускладнень у пацієнтів при променевої терапії належним чином не організовані. Тому реальні наслідки медичного опромінювання в Україні потребують додаткового поглибленого вивчення і розробки заходів їх зменшення [6, 7].

Матеріали та методи дослідження. В якості матеріалів дослідження використані наукові публікації за темою, існуючі нормативно-правові документи з організації та проведення радіаційного контролю на об'єктах, які використовують ДІВ та документи, які складались фахівцями санітарно-епідеміологічної служби при обстеженнях цих об'єктів (акти, протоколи, приписи).

Методи дослідження: аналітичний, бібліографічний, системного та інформаційного підходу.

Результати дослідження та їх обговорення. Основні ДІВ медичних закладів, які можуть привести до радіаційних уражень, надані в таблиці.

Основні ДІВ медичних закладів, які можуть привести до радіаційних уражень

Об'єкт, призначення	Радіонуклід, випромінювання	Потужність дози або активність	Випромінювання	Зона небезпеки
Відділення променевої терапії	^{60}Co ^{137}CS	1-10 Зв/ч	Зовнішнє	Приміщення для проведення терапії
Аплікатори	^{137}Cs ^{192}Ir ^{226}Ra ^{32}P ^{90}Sr ^{125}I	=10 мБк	Зовнішнє Внутрішнє	Зона проведення аплікації
Ядерна медицина	^{123}I , ^{131}I , ^{199}Tc , ^{133}Xe	=10 мБк	Зовнішнє Внутрішнє	Сховище РН, зона ядерної медицини, палати
Рентгенівські апарати	Рентгенівські промені, електрони	1.3в/ч	Зовнішнє	Кімната для проведення терапії або діагностики

При вивченні документації, яка складається контролюючими органами на об'єктах, використовуючих джерела іонізуючого випромінювання, встановлено, що основними причинами радіаційних інцидентів або радіаційних аварій в медичних закладах є:

розгерметизація будь якого закритого джерела іонізуючого випромінювання;

втрата джерела у відділенні контактної променевої терапії;

неможливість перекрити пучок випромінювання в гамма-терапевтичному апараті;

незадовільна організація технологічного процесу, недисциплінованість та низька кваліфікація персоналу;

необґрунтоване повторне опромінювання через неякісне зроблене дослідження або при переводі пацієнта в інший медичний заклад;

введення необґрунтовано великої кількості активності при виконанні радіонуклідної діагностики;

опромінювання іншого органу через неуважність персоналу;

терапевтичне опромінювання не того пацієнта, не тією дозою, підведення пучка на іншу мішень, помилка при плануванні опромінювання;

неправильна інтерпретація показань приладів, неправильно визначена потужність нового джерела для дистанційної терапії;

розгерметизація робочого об'єму генератора короткоживучих радіонуклідів;

втрата флакона або шприца з радіофармацевтичним препаратом, непередбачене передчасне порушення цілісності флакону;

знаходження закритого джерела в організмі хворого протягом терміну, не передбаченого схемою лікування;

відмова системи утворення або моніторингу пучка на медичному прискорювачі електронів.

Велику роль у виникненні РА відіграє людський фактор. Недисциплінованість та низька кваліфікація персоналу потребує заміни керівництва та направлення персоналу на курси підвищення кваліфікації. Додатковими

причинами РА можуть бути відсутність достатнього фінансування, що слід розцінювати непрямою причиною РА (брак коштів на поховання використаних ДІВ, на заробітну плату працівникам, на своєчасні ремонтні роботи, заміну застарілого і несправного устаткування тощо).

РА, пов'язані з технічними причинами, також зустрічаються в медичній праці. До них відносяться:

асиметрія радіаційного поля в апаратах дистанційної гамма-терапії;

зсув світлового центратора відносно радіаційного поля;

відхилення дози на пухлину від необхідної більше ніж на 4% у будь який бік;

відрив джерела від провідника в апаратах для брахітерапії і, як наслідок, його випадіння в приміщення або в порожнину тіла пацієнта;

Для визначення РА, пов'язаної з розгерметизацією ДІВ, потрібно провести перевірку закритого ДІВ та обладнання на наявність радіоактивного забруднення.

Перевірка на герметичність закритого ДІВ найбільш доцільно визначити методом мазків. Мазки виконуються вологим методом. Для цього 2 тампони, зроблені із марлі або вати, зволожують дистильованою водою, або спиртом, протирають ними досліджувані поверхні, потім третім сухим тампоном протирають всю досліджувану поверхню. Всі три тампони висушують в одному тиглі і роблять з них золу. Золу кладуть на чисту поверхню і вимірюють активність за допомогою радіометра, який придатний для безпосереднього визначення радіоактивного забруднення поверхні, а саме МКС-ОІР, СТОРА-ТУ (РКС-ОІ), «ТЕРРА (МКС-05), дозиметр-радіометр універсальний (МКС-У).

Розрахунок активності виконують за формулою.

$$A = \frac{S_{датчик} * N(\text{щільність лічення})}{S_{мазок} * K(\text{коефіцієнт зняття})}$$

S мазку – площа в см² з якої робили мазок;

S датчика – площа в см² датчика;

Джерело вважається розгерметизованим, якщо

$N \text{ проби} - N \text{ фону} > 3$, $N \text{ фону}$ (імп/хв);

Визначення терміну лічення здійснюється за формулами:

$t \text{ проби} = 10^4 / d^2 N \text{ проби}$ (хв);

$t \text{ проби} = 10^4 / d^2 N \text{ проби}$ (хв);

d^2 абсолютна похибка, що відповідає 10%

Заходи, що спрямовані на попередження РА, є комплексом технічних та організаційних умов, яких треба дотримуватись при експлуатації ДІВ на об'єкті. Запобіганню РА сприяє правильне розміщення радіологічного об'єкту відносно приміщень, де працюють з ДІВ, відносно інших приміщень безпосередньо не пов'язаних з використанням ДІВ.

З метою попередження РА необхідно проведення своєчасної та якісної інвентаризації джерел, пошук втраченого джерела, залучення до роботи з джерелами підготовлених фахівців не тільки в галузі використання джерел в медицині, але й з питань дотримання правил радіаційної безпеки, створення належних умов для безпечного та ефективного використання ДІВ, створення умов праці, де буде зведений до мінімуму людський фактор, тобто помилка людини не буде викликати радіаційну аварію. Перевищення контрольних рівнів може свідчити про погіршення радіаційного захисту, що є умовою для виникнення радіаційної аварії. Бути готовим до ліквідації РА означає вміти її ліквідувати з мінімальними навантаженнями на персонал і мінімальними матеріальними витратами.

На об'єкті повинні бути заздалегідь розроблені інструкції з попередження і ліквідації радіоактивних аварій і пожеж, які повинні бути використані під час проведення тренувань [3, 8]. У разі виникнення аварійних ситуацій персонал повинен діяти відповідно інструкції щодо ліквідації РА.

Вказана інструкція повинна включати:

загальні положення;

перелік та характеристику основних приміщень, де працюють з ДІВ, а також характеристику суміжних приміщень;

прогноз можливих аварій на даному об'єкті;

перелік аварійних ситуацій, що є підставою для початку виконання заходів щодо ліквідації аварії;

перелік обов'язків керівника підприємства під час РА;

дії персоналу в разі виникнення аварійної ситуації;

призначення складу та обов'язки комісії при ліквідації аварії;

надання першої допомоги постраждалим.

Інструкція розробляється для конкретного об'єкту з урахуванням його особливостей.

У відділеннях радіонуклідної діагностики слід передбачати місце обстеження хворого в разі раптової поломки гамма-камери (інша гамма-камера, можливість обстеження в іншому медичному закладі, розташованому поблизу). Незаплановане відключення електроживлення за наявності пацієнтів, яким введено радіофармацевтичний препарат, розцінюється як радіаційна аварія. Бажано мати автономне джерело струму.

Протокол проведення розслідування РА має бути складений у найкоротші строки, надрукований зрозумілою мовою і представлений регулюючим організаціям (Державній інспекції з питань ядерного регулювання, Державній служби України з питань праці). У протоколі треба визначити строки щодо усунення наслідків РА.

Пацієнт повинен бути проінформований в доступній для нього формі про негативні явища, які можуть бути пов'язані з використанням ДІВ для його лікування або обстеження, а також отримати інформацію про свої юридичні права для оскарження в разі негативного впливу випромінювання з метою отримання компенсації за фізичну і моральну шкоду, що визначається в судовому порядку.

Будь-який радіологічний об'єкт повинен мати, крім санітарного паспорта, ліцензію на право володіння і використання устаткування, яке містить ДІВ і застосовується в медичною метою. Існують спеціальні форми подання заявок на отримання ліцензій. Ліцензія видається Державною інспекцією ядерного регулювання. Ліцензіат (той, хто отримує

ліцензію) несе повну відповідальність за безпеку ядерної установки та інших ДІВ незалежно від постачальника та органів державного регулювання.

Основні шляхи поліпшення ситуації з медичним опроміненням, запропоновані світовим товариством [1, 2, 4]:

створення системи жорсткого регулюючого контролю над здійсненням медичного опромінення, яке обмежує недбальство персоналу щодо пацієнтів;

створення світових стандартів діагностичного обстеження і променевого лікування та обов'язкове їх виконання;

впровадження на всіх рівнях системи гарантії якості променевої діагностики і променевої терапії;

використання сучасних приладів і методів для отримання репрезентативних результатів дозиметричного контролю при медичному опроміненні;

здійснення ретельного контролю за доведенням дози до мішені за допомогою використання необхідного алгоритму визначення поглиненої дози;

постійне підвищення кваліфікації персоналу, який використовує радіаційні речовини та інші джерела іонізуючого випромінювання для обстеження і лікування людей;

створення нових методів діагностики і лікування на основі альтернативних фізичних явищ, які не пов'язані з опроміненням;

створення нових методів для променевої діагностики з низьким променевим навантаженням на людей, зокрема з використанням цифрових технологій;

створення нових приладів для променевої терапії, які дозволяють зменшити об'єм опромінення нормальних тканин і величину поглибленої дози цими тканинами;

створення нових програм навчання і підвищення кваліфікації спеціалістів, які займаються використанням ДІВ у медичній практиці.

Важливим моментом в системі заходів, спрямованих на попередження РА, є

інформування фахівців і населення про РА, які відбуваються не тільки в даному населеному пункті, але і в світі. В деяких країнах останим часом із радіаційних аварій не роблять таємниці. Правильне і доступне інформування населення про РА повинно сприяти попередженню подібних радіаційних аварій у майбутньому [3].

Висновки

1. Великий обсяг використання ДІВ в медичній практиці обумовлює контакт з ними значної кількості військовослужбовців та персоналу військово-медичних закладів, що збільшує ризик виникнення радіаційних аварій.

2. Нинішній стан радіаційного захисту персоналу і пацієнтів не можна вважати повністю задовільним. Скрупульозне

виконання правил радіаційної безпеки в військово-медичних закладах є основною їх попередження, адже РА у більшості випадків легше попередити, ніж ліквідувати її наслідки.

3. Доведено, що наявність гарантії якості технологічного процесу, включаючи контроль всього обладнання і приладів, постійний тренінг персоналу в розпізнаванні аварійних ситуацій, ретельне виконання правил радіаційної безпеки в військово-медичних закладах є основною їх попередження. Підготовка медичного персоналу, висококваліфікованих медичних фізиків і медичних інженерів радіологічного проділю є запорукою попередження і успішної ліквідації аварій та їх наслідків з мінімальною шкодою для персоналу і пацієнтів.

Література

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

2. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). –К., 1997.-125с.

3. Наказ МОЗ України від 02.02.2005 № 54 Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України».

4. Радиационная безопасность: рекомендации МКРЗ. Публ.60.-М., 1994.-Ч. 1, 2.

5. Радиационная защита и безопасность источников излучения. Международные основные

нормы безопасности. МАГАТЕ, Вена.– 2011.– 329 с.

6. Промислові радіаційні аварії з джерелами іонізуючого випромінювання, запобігання та порядок їх розслідування: / Мурашко. В.О., Костенецький М.У., Рушак Л.В.- К.: 2014.–78 с.

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

8. Радіаційна гігієна: підручник/ Мурашко В.О., Мечев Д.С., Бардов В.Г., Рушак Л.В. та ін. - Вінниця: Нова книга, 2013.– 376с.: іл.,табл.

Науковий рецензент кандидат біологічних наук, доцент Рушак Л.В.