

рії на Чорнобильській атомній електростанції / За ред. О.Ф. Возіанова, В.Г. Бебешка, Д.А. Базики. — К.: ДІА, 2007. — С. 448-476.

11. Studies of the mortality of A-bomb survivors. Report 9, 1950-1985. Part 3. Noncancer mortality based on the received doses (DS86). J. Shimizu, H. Kato, W. Shull, D. Hoel // Radiat. Res. — 1992. — V. 130 (2) — P. 249-266.

12. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. J. Shimizu, D.A. Pierce, D.L., Preston, K. Mabuchi. Report 12, Part II. Noncancer mortality: 1950-1990 // Radiation Research. — 1999. — 152 (4). — P. 374-389.

13. The non-cancer mortality experience of male workers at Britain Nuclear Fuels plc, 1946-2005 / D. McGeoghegan, K. Binks, M. Gillies, S. Jones, S. Whaley // International Journal of Epidemiology. — 2008. — 37 (3). — P. 506-518.

14. Особенности неопухольевой заболеваемости, инвалидности и смертности взрослого эвакуированного населения в послеэвакуационном периоде (эпидемиологические исследования) / Е.А. Пирогова, В.А. Бузунов, Г.И. Картушин, Е.Е. Прикащикова, Т.Е. Домашевская // Епідеміологія медичних наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. 20 років по тому: Тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. 9-10 жовтня 2007 р., м. Київ. — Донецьк: Вебер, 2007. — С. 39-40.

15. Епідеміологічний аналіз смертності від непухлинної патології дорослого населення, евакуйованого з м. Прип'яті і 30-км зони Чорнобильської атомної електростанції / О.Я. Пирогова, В.О. Бузунов, Г.І. Картушин, Т.Є. Домашевська // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. Зб. наук. праць. — К., 2005. — Вип. 11. — С. 299-307.

16. Линге И.И., Мелихова Е.М., Панфилов А.П. Чернобыльский форум: преодолевая разрыв между научным знанием и общественным мнением // Мед. радиология и радиац. безопасность. — 2006. — № 2. — С. 6-11.

17. Hennekens C.H., Buring J.E. Epidemiology in medicine. — Boston-Toronto: Little Brown and company, 1987. — 344 p.

18. Альбом А., Норрел С. Введение в современную эпидемиологию. — Таллин: Институт экспериментальной и клинической медицины (Эстония) и Датское противораковое общество, 1996. — 122 с.

Надійшла до редакції 19.05.2010.

## RADIATION SAFETY OF PATIENTS INTERVENTION ROENTGENOLOGIC RESEARCHES

**Kostenetsky M.I., Lemeshco L.T., Moroz L.O., Materuhin A.M.**

## РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

# В

настоящее время медицинское облучение создает дозу облучения населения Украины 0,5 мЗв/год, что составляет 13% средневзвешенной суммарной дозы облучения от всех существующих источников облучения [1]. В Российской Федерации эта доза составляет 0,6 мЗв/год — 15,3% [2].

В то же время, по данным Публикации НКРЗ США № 160, доза облучения населения США от медицинских источников в 2006 году составила примерно половину общей дозы облучения населения США от всех источников [3]. При этом по сравнению с 1980-ми годами эта доза увеличилась в 7 раз.

Такой рост медицинского облучения объясняется увеличением использования в медицине в последние годы рентгеновских процедур качественной визуализации, которые характеризуются высокой информативностью.

Особое место в перечне этих исследований занимает интервенционный метод, при котором хирургические вмешательства осуществляются чрезкожным доступом под контролем рентгеновского излучения.

Интервенционные исследования являются не только высокоинформативными и малотрав-

**КОСТЕНЕЦКИЙ М.И.,  
ЛЕМЕШКО Л.Т.,  
МОРОЗ Л.А.,  
МАТЕРУХИН А.Н.**

Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция

УДК 616-073.75

### РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА ПАЦІЄНТІВ ПІД ЧАС ІНТЕРВЕНЦІЙНИХ РЕНТГЕНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Костенецький М.І., Лемешко Л.Т., Мороз Л.О., Матерухін А.М.**

У статті обговорюється питання радіаційної безпеки пацієнтів при проведенні інтервенційних рентгенологічних процедур. Наголошується, що високі дози опромінення потребують низку заходів, що направлені на зниження доз опромінення пацієнтів.

### RADIATION SAFETY OF PATIENTS INTERVENTION ROENTGENOLOGIC RESEARCHES

**Kostenetsky M.I., Lemeshco L.T., Moroz L.O., Materuhin A.M.**

In the article the questions is under consideration of radiation safety of patients during conducting of intervention roentgenologic procedures. It is marked, that the high doses of irradiation require row of measures, that are directed on the reduce of doses irradiation of patients.

© **Костенецький М.И., Лемешко Л.Т., Мороз Л.А., Матерухин А.Н. СТАТЬЯ, 2011.**

матичными методами, но и менее затратными по времени пребывания в стационаре по сравнению с традиционными хирургическими вмешательствами.

В последние годы интервенционные методы исследования

получают все большее применение, особенно при патологии сердечно-сосудистой системы. Так, в Запорожской области с 2001 по 2009 год количество интервенционных процедур выросло почти в 2,5 раза (с 1152 до

2841). Структура ангиографических процедур характеризуется такими показателями: 52,3% — сосуды сердца и органы грудной клетки; 30,5% — сосуды нижних конечностей; 14,7% — сосуды брюшной области и полости таза; 2,5% — прочие исследования.

Следует отметить, что при своей высокой информативности интервенционный метод по сравнению с обычными рентгенологическими исследованиями характеризуется значительно большими дозами облучения пациентов. Более того, по данным Публикации МКРЗ № 85 [4], при проведении некоторых процедур существует риск возникновения детерминистических эффектов кожи, например эритемы и эпиляции волос (табл. 1). В процессе проведения некоторых процедур дозы на кожу пациента могут приближаться к величинам, характерным для лучевой терапии, а у молодых пациентов облучение органов может существенно увеличивать риск радиационно-индуцированного рака в дальнейшем.

**Целью** настоящей работы было изучение и анализ доз облучения пациентов при проведении различных видов интервенционных процедур, которые проводились с помощью рентгеновского аппарата «AXIOM Artis MP». Аппарат оборудован специальной камерой для определения произведения дозы на площадь (ПДП) и кожной дозы пациента. Режимы работы рентгенаппарата при проведении различных процедур представлены в таблице 2.

Были изучены результаты дозиметрического контроля у 286 пациентов, которые получили различные виды ангиографических процедур (табл. 3).

**Результаты исследований** свидетельствуют о том, что самые высокие дозы облучения пациент получает при проведении имплантации стента. Второе место занимает ангиография чревного ствола, затем — коронарография.

Следует отметить, что некоторые кожные дозы приближаются к пороговым, вызывающим эффекты поражения кожи (например, имплантация стента).

На высокие дозы облучения пациентов при ангиографических исследованиях обратили внимание V. Tsarakі и соавторы (Греция) в докладе, представленном на Международной конференции «Радиационная защита в медицине», которая

**Таблица 1**  
**Дозы и возможные эффекты при интервенционных процедурах**

Эффект	Порог (Гр)	Время (мин) при 0,02 Гр·мин <sup>-1</sup>	Время (мин) при 0,2 Гр·мин <sup>-1</sup>
Проходящая эритема	2	100	10
Постоянная эпиляция	7	350	35
Телеангиоэктазия	10	500	50
Сухое шелушение	14	700	70
Некроз кожи	18	900	90

**Таблица 2**  
**Физико-технические параметры рентгенаппарата при проведении ангиографических процедур**

Наименование процедуры	Напряжение, кВ	Рабочий ток, мА	Фокусное расстояние, см
Имплантация стента	75-96	439-799	14, 20
Ангиография чревного ствола	68-125	110-375	28, 40
Коронарография	64-118	439-799	20
Ангиография почки	60-125	83-482	28, 40
Брюшная аортография	64-102	110-420	28, 40
Церебральная ангиография	67-72	135-243	20, 28, 40
Ангиография легочной аорты	67-89	207-385	28
Транслюмбальная аортография	60-82	80-239	40
Ангиография дуги аорты	60-72	116-280	28
Ангиография артерий нижней конечности	60-68	88-141	40

**Таблица 3**  
**Дозы облучения пациентов при ангиографических процедурах**

Наименование процедуры	Время проведения исслед, мин, median (min-max)	Произведение дозы на площадь (ПДП), Гр·см <sup>-2</sup> , median (min-max)	Кожная доза, Гр, median (min-max)
Имплантация стента	9,6 (6,2-13,9)	368,54 (71,6-553,8)	1,1 (1,0 - 1,3)
Ангиография чревного ствола	11,2 (1,3-22,4)	99,9 (28,1-281,9)	0,6 (0,1 - 1,7)
Коронарография	3,3 (1,1-20,4)	49 (12,8-105,2)	0,6 (0,2 - 1,2)
Ангиография почки	2,4 (0,5-6,4)	43,3 (8,6-119,7)	0,3 (0,04 - 0,7)
Брюшная аортография	1,4 (1,0-4,1)	38,7 (4,5-142,6)	0,3 (0,1 - 0,8)
Церебральная ангиография	2,5 (1,2-3,8)	33,8 (32,5-35,0)	0,2 (0,16 - 0,2)
Ангиография легочной аорты	1,8 (1,5-2,3)	30,5 (18,9-41,2)	0,2 (0,09 - 0,2)
Транслюмбальная аортография	0,8 (0,6-1,2)	21,3 (7,6-56,6)	0,05 (0,02 - 0,12)
Ангиография дуги аорты	1,0 (0,8-1,3)	8,3 (2,5-14,7)	0,04 (0,01 - 0,06)
Ангиография артерий нижней конечности	1,2 (0,8-1,8)	6,2 (3,1-16,1)	0,04 (0,01 - 0,2)

проходила в сентябре 2010 года в г. Варна (Болгария). Так, авторами установлено, что средние дозы на кожу при кардиальной ангиографии составили 0,5 Гр, а ПДП — 34 Гр·см<sup>-2</sup>, при ангиопластике соответственно 0,9 Гр и 80 Гр·см<sup>-2</sup>.

В связи с этим следует учесть, что дозы облучения пациентов можно снизить без всякого ущерба для результатов вмешательства.

Для этого при проведении исследований необходимо выполнять следующие основные требования:

□ строго обосновывать проведение исследований;

□ сокращать, насколько это возможно, время проведения процедуры;

□ оптимизировать физико-технические режимы рентгенаппарата;

□ обязательно использовать средства индивидуальной защиты пациента;

□ обеспечить систему регистрации проведения повторных рентгенологических процедур;

□ все пациенты с дозой на кожу более 1 Гр должны наблюдаться на протяжении 2 недель после процедуры.

В заключение необходимо отметить: несмотря на то, что при интервенционном вмешательстве пациенты получают высокие дозы облучения, все же польза от их проведения превышает радиационный риск и дает максимальный информационный и лечебный эффекты. Строгое соблюдение требований радиационной безопасности при проведении ангиографических процедур позволит снизить дозы облучения пациентов без ущерба для результатов диагностики и лечения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Павленко Т.О. Радиационно-гигиєнічна оцінка доз опромінення населення України від техногенно-підсилених джерел природного походження. Докт. дис. — К., 2010. — 39 с.

2. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2009 году». — М.: Роспотребнадзор, 2010. — 247 с.

3. Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States: NCRP № 160. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, USA. 2008.

4. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. — ICRP Publication 85. Annals of the ICRP, 2000. — P. 7-67.

Надійшла до редакції 19.11.2010.

## STUDY OF NATURAL RADIONUCLIDES IN UNDERGROUND WATER IN UKRAINE

Buzinny M.G., Mykhailova L.L., Sakhno V.I.,  
Romanchenko M.A.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ У ПІДЗЕМНІЙ ВОДІ В УКРАЇНІ

# М

**БУЗИННИЙ М.Г.,  
МИХАЙЛОВА Л.Л.,  
САХНО В.І.,  
РОМАНЧЕНКО М.О.**

ДУ «Інститут гігієни  
та медичної екології  
ім. О.М. Марзєєва  
АМН України»,  
м. Київ

и здійснюємо дослідження вмісту природних радіонуклідів у воді з 1988 року, використовуючи методи рідинно-сцинтиляційного лічення. Згідно з методичним підходом Salonen ми попередньо концентрували 20-50 мл води до 2-4 мл [1]. Для вимірювань пробу переносили у тefлоновий флакон, додаючи сцинтиляційну рідину Optiphase HighSafe 3. Необхідні два виміри виконували наступного дня і на 30-й день після приготування. Загальний альфа-спектр охоплює уран, <sup>226</sup>Ra, <sup>222</sup>Rn, <sup>218</sup>Po та <sup>214</sup>Po. Основа методу полягає у тому, що для другого вимірювання окремих пік <sup>214</sup>Po відповідає <sup>226</sup>Ra (у рів-

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОДЗЕМНОЙ ВОДЕ В УКРАИНЕ

**Бузинный М.Г., Михайлова Л.Л., Сахно В.И., Романченко М.А.**

НРБУ-97 налагодит ограничение на содержание природных радионуклидов в воде артезианских скважин: природный уран — 1,0 Бк·л<sup>-1</sup>, <sup>226</sup>Ra — Бк·л<sup>-1</sup>, <sup>228</sup>Ra — Бк·л<sup>-1</sup> и <sup>222</sup>Rn — 100,0 Бк·л<sup>-1</sup>. Для исследования содержания природных радионуклидов в подземных водах мы используем методы на основе жидкостно-сцинтиляционного счета (ЖСС) на спектрометре Quantulus 1220™. Рутинное исследование воды включает измерение пробы 10 мл воды и 10 мл жидкого сцинтиллятора (ЖС) на основе толуола для определения радона; измерение пробы природного урана, экстрагированного из 1 л воды в 20% раствор ТБФ в толуоле; измерение пробы 200 мл воды после предварительного концентрирования к объему 10 мл вместе с 10 мл ЖС на основе толуола для определения <sup>226</sup>Ra по накопленному <sup>222</sup>Rn в тefлоновых флаконах после уравнивания в течение 7-10 дней; измерение пробы 4 мл предварительно сконцентрированной из 20-50 мл воды с дополнением ЖС OptiPhase HiSafe 3 через сутки после приготовления для совместного определения суммарной альфа- и бета-активности. При выявлении высоких уровней урана и/или <sup>226</sup>Ra проводятся измерения других природных радионуклидов. Для измерения <sup>228</sup>Ra в воде мы используем гамма-спектрометр или соосаждение 1-2 л пробы и выделение <sup>228</sup>Ac, ЖС измерение пробы проводится после добавления ЖС OptiPhase HiSafe 3. Для подготовки к измерению <sup>210</sup>Pb и <sup>210</sup>Po мы модифицировали технологию термо-стимулированного осаждения на металлический диск. Измерение пробы проводится в ЖС на основе толуола. Пространственное распределение результатов исследований радиоактивности воды описано на уровне областей. Обсуждение касается оценки доз облучения, оценки токсического действия урана, причины повышенных уровней, промышленного влияния, нормирования, профилактических мер, перспективы исследований.

© **Бузинний М.Г., Михайлова Л.Л., Сахно В.І.,  
Романченко М.О. СТАТТЯ, 2011.**