

М.В. Осипов, М.Э. Сокольников

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В КОГОРТЕ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ ЯДЕРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

M.V. Osipov, M.E. Sokolnikov

Challenges in Carcinogenic Risk Assessment of Medical Radiation Exposure among Workers at a Nuclear Power Plant

РЕФЕРАТ

ABSTRACT

Цель: Поиск подхода к оценке воздействия медицинского облучения в модели избыточного относительного риска и демонстрация сложного механизма реализации причинно-следственной взаимосвязи между воздействием медицинского облучения и риском развития злокачественных новообразований в когорте персонала предприятия ядерно-промышленного комплекса.

Материал и методы: Исследование проведено в когорте персонала производственного объединения «Маяк», подвергавшегося профессиональному хроническому сочетанному воздействию гамма- и альфа-излучения в широком диапазоне доз, а также проходивших медицинское обследование в стационаре и поликлиниках г. Озёрска. Информация о жизненном статусе и причине смерти получена из регистра персонала и онкорегистра. Оценка риска проведена на основе модели избыточного относительного риска.

Результаты: Выполнено сравнение полученных в модели коэффициентов избыточного относительного риска на единицу дозы для внешнего профессионального и медицинского облучения. Полученные оценки ИОР на единицу дозы медицинского облучения (5,5 (95 % ДИ 0,3; 12,2) для солидных раков, за исключением органов основного депонирования плутония, в несколько раз превышают таковые для профессионального облучения (0,13 (95 % ДИ 0,05; 0,2)). В значительной мере это является не следствием прямого канцерогенного действия медицинского облучения, а следствием эффективного выявления злокачественного новообразования при помощи рентгенодиагностики.

Выводы: Причиной смещения оценок избыточного относительного риска медицинского облучения является обратный характер причинно-следственного взаимодействия между исследуемым фактором и эффектом. Одним из возможных путей решения данной проблемы является анализ риска медицинского облучения при флюорографических обследованиях. Простое суммирование доз медицинского и профессионального облучения для расчёта риска недопустимо вследствие различных механизмов накопления дозы облучения.

Ключевые слова: медицинское облучение, поглощённая доза, избыточный относительный риск, доза медицинского облучения

Purpose: Explore an approach to the estimation of relative risk from medical radiation exposure and show a complex mechanism of causal relationship between exposure to medical radiation and the risk of cancer among Workers at a nuclear power plant.

Material and methods: The study has been carried out among Workers at the «Mayak» nuclear nuclear power plant. Nuclear workers underwent the combined exposure of chronic gamma and alpha ionizing radiation in a wide range of doses, and regular medical examination at the Central medical-sanitary unit of Ozersk. Information on vital status and cause of death was obtained from the Nuclear Personnel Register and the Oncological Register. The risk assessment was carried out on the basis of the excess relative risk model.

Results: The comparison of the coefficient of excess relative risk per unit dose obtained in the model for external professional and medical exposure showed that ERR per unit dose of medical radiation exposure (5.5 (95 % CI 0.3; 12.2) for solid cancers other than lung, liver and bone, is several times higher than one for occupational external gamma radiation exposure (0.13 (95 % CI 0.05; 0.2)). To a large extent, this is not due to a direct carcinogenic effect of medical radiation, but as a consequence of the effective detection of cancer by the X-ray.

Conclusion: The reason for bias in the estimation of excess relative risk of medical exposure is a reversed causal interaction between the analyzed factor and the effect. One of the possible solutions of to this problem is the risk of medical X-ray screening exposure (i.e. fluorography) analyses. Simple summation of doses of medical and occupational exposure to for calculating the risk is unacceptable due to the different mechanisms of accumulation of radiation dose.

Key words: medical exposure, absorbed dose, excess relative risk, medical radiation dose

Введение

Медицинская визуализация с использованием рентгеновского излучения на сегодняшний день является необходимым этапом оказания медицинской помощи. Диагностическая ценность рентгеновского обследования, в том числе для выявления злокачественных новообразований, бесспорна. В то же время, как и любое радиационное воздействие, медицинское облучение может быть фактором риска, и поэтому представляет опасность для здоровья и жизни пациентов. основополагающие документы МКРЗ [1, 2] требуют, чтобы польза от радиационного

воздействия обязательно превышала вред, но референсных уровней для рентгеновского диагностического облучения не предусмотрено. В то же время, доступность рентгеновского обследования повышается, в том числе и для детей (это особенно важно, так как радиогенный риск связан с возрастом). В связи с этим представляется необходимым оценить риск медицинского облучения и обосновать пути дальнейшего поиска подходов к оценке вреда и пользы от медицинского диагностического облучения, что и является целью исследования.

Южно-Уральский институт биофизики ФМБА РФ, Озёрск, Челябинская область. E-mail: ferrum76@mail.ru

Southern Urals Biophysics Institute of FMBA RF, Ozersk, Chelyabinsk Region, Russia. E-mail: ferrum76@mail.ru

вследствие воздействия рентгеновского излучения. Эта особенность, также описанная в зарубежных публикациях, как *reverse causation*, характеризует сложный механизм реализации причинно-следственного взаимодействия [13].

Однако полученные таким образом оценки риска не характеризуют истинный ущерб от воздействия медицинского облучения и не могут использоваться в радиационной защите пациентов, которая в настоящее время осуществляется с позиции обоснования необходимости исследования и минимизации врачом-рентгенологом лучевой нагрузки на пациента [14]. В исследовании [15] показано, что коэффициент риска зависит от количества обследований: чем чаще проводились рентгеновские обследования (и соответственно чем выше накопленная доза медицинского диагностического облучения), тем выше был риск смерти от ЗНО. Это согласуется с нашим предположением о том, что увеличение количества обследований повышает вероятность обнаружения ЗНО в большей степени, чем вероятность их возникновения.

Интересно, что в масштабном исследовании в канадской когорте лиц, подвергавшихся частым флюорографическим исследованиям по поводу туберкулёзного процесса в лёгких [16], где у 39 % лиц средняя суммарная накопленная доза облучения в лёгких (1,02 Зв) была сопоставима с дозой острого однократного облучения в когорте лиц, переживших атомную бомбардировку (когорты LSS), относительный риск на 1 Зв составил 1,0 (95 % ДИ 0,94; 1,07), а в когорте LSS тот же показатель составил 1,6 (95 % ДИ 1,27; 1,99), причём достоверность различия коэффициентов относительного риска между двумя исследованиями была 0,001. Этот факт позволяет сделать вывод, что важную роль в канцерогенезе играет не только уровень накопленной дозы облучения, но также и характер её накопления.

Выводы

1. Причиной смещения оценок избыточного относительного риска медицинского облучения является обратный характер причинно-следственного взаимодействия между исследуемым фактором и эффектом. В данном аспекте полученные оценки риска в большей степени являются не следствием прямого канцерогенного действия медицинского облучения, а следствием эффективного выявления злокачественного новообразования при помощи рентгенодиагностики. Данная проблема отсутствия адекватной группы контроля в виде «здоровых облученных» является общей для такого рода исследований.
2. Наличие или подозрение на наличие злокачественного новообразования обуславливает повы-

шенную накопленную дозу медицинского облучения. В этом плане онкологические пациенты, проходящие рентгеновские обследования, находятся в группе риска в результате воздействия диагностической дозы медицинского облучения.

3. Оценка совокупного риска профессионального и медицинского облучения невозможна путём простого суммирования дозы на орган от медицинского диагностического и профессионального облучения, что связано с принципиально различным механизмом накопления доз.

Благодарность

Коллектив авторов выражает благодарность Евгению Константиновичу Василенко (ФГУП ЮУрИБФ) и Александру Николаевичу Сабаеву (ФГУП ПО «Маяк») за использованные в статье данные по реконструкции индивидуальных доз медицинского диагностического облучения работников ПО «Маяк», а также Нине Александровне Кошурниковой (ЮУрИБФ) как инициатору проекта по сбору данных о медицинском облучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ICRP Publication 105. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. // Ann. ICRP, **37**, No. 6, 2007.
2. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер. с англ. Под ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандалы. — М., 2009.
3. Кошурникова Н.А., Шильникова Н.С., Окотенко П.В. и соавт. Характеристика когорты рабочих атомного предприятия ПО «Маяк». // Мед. радиол. и радиац. безопасность, 1998, **43**, № 6, С. 43–57.
4. Кошурникова Н.А., Шильникова Н.С., Окотенко П.В. и соавт. Характеристика когорты рабочих атомного предприятия ПО «Маяк» (часть I). // Вопросы радиац. безопасности, 1998, № 2, С. 46–55.
5. Кошурникова Н.А., Шильникова Н.С., Окотенко П.В. и соавт. Характеристика когорты работников атомного предприятия ПО «Маяк» (часть II). // Вопросы радиационной безопасности, 1998, № 3, С. 48–58.
6. Василенко Е.К. Дозиметрия внешнего облучения работников ПО «Маяк»: приборы, методы, результаты. // В сб.: «Источники и эффекты облучения работников ПО «Маяк» и населения проживающего в зоне влияния предприятия». Под ред. М.Ф. Киселева и С.А. Романова. — Челябинск, 2009, **1**, С. 51–100.
7. Khokhryakov V.V., Khokhryakov V.F., Suslova K.G. et al. Mayak Worker Dosimetry System 2008 (MWDS-2008): Assessment of internal dose from measurement results of plutonium activity in urine. // Health Phys., 2013, **104**, No.4, P. 366–378.
8. Preston D. L. EPICURE User's Guide. USA, 330 pp.

9. *Shilnikova N.S., Preston D.L., Ron E. et al.* Cancer mortality risk among workers at the Mayak nuclear complex. // *Radiat. Res.*, 2003, **159**, P. 787–798.
10. *Осипов М.В., Сокольников М.Э.* Оценка риска смертности от злокачественных новообразований органов желудочно-кишечного тракта у работников ПО «Маяк». // *Вопросы радиационной безопасности*, 2014, № 1, С. 76–83.
11. *Koshurnikova N.A., Gilbert E.S., Sokolnikov M.E. et al.* Bone cancers in Mayak workers. // *Radiat. Res.*, 2000, **154**, P. 154–237.
12. *Gilbert E.S., Koshurnikova N.A., Sokolnikov M. et al.* Liver cancers in Mayak workers. // *Radiat. Res.*, 2000, **154**, P. 246–252.
13. *Boice J.D. Jr.* Paediatric CT and recent epidemiological studies. // *ICRP 2nd Symp.*, Abu Dhabi. National Council on Radiation Protection and Measurements, Vanderbilt University, October 24, 2013.
14. *Лебедев Н.И., Осипов М.В., Фомин Е.П.* О способе снижения лучевой нагрузки при компьютерной томографии брюшной полости. // *Мед. радиол. и радиац. безопасность*, 2014, **59**, № 4, С. 48–52.
15. *Pearce M., Salotti J. et al.* Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. // *Lancet*, 2012, **380**, No. 9840, P. 499–505.
16. *Howe G.R.* Lung cancer mortality between 1950 and 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the canadian fluoroscopy cohort study and the comparison with lung cancer mortality in the atomic bomb survivors study. // *Radiat. Res.*, 1995, **142**, P. 295–304.

Поступила: 03.03.2015

Принята к публикации: 28.10.2015