



Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste

Javier García-Pérez ^{a,b,*}, Pablo Fernández-Navarro ^{a,b}, Adela Castelló ^a, María Felicitas López-Cima ^{a,b}, Rebeca Ramis ^{a,b}, Elena Boldo ^{a,b}, Gonzalo López-Abente ^{a,b}

^a Cancer and Environmental Epidemiology Unit, National Center for Epidemiology, Carlos III Institute of Health, Avda. Monforte de Lemos, 5, 28029 Madrid, Spain
^b CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Spain

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 23 July 2012
 Accepted 18 October 2012
 Available online 13 November 2012

Keywords:
 Cancer mortality
 Waste treatment
 Incinerators
 End-of-life vehicles
 INLA
 BYM model

ABSTRACT

Background: Waste treatment plants release toxic emissions into the environment which affect neighboring towns.

Objectives: To investigate whether there might be excess cancer mortality in towns situated in the vicinity of Spanish-based incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste, according to the different categories of industrial activity.

Methods: An ecologic study was designed to examine municipal mortality due to 33 types of cancer, across the period 1997–2006. Population exposure to pollution was estimated on the basis of distance from town of residence to pollution source. Using Besag–York–Mollié (BYM) regression models with Integrated Nested Laplace approximations for Bayesian inference, and Mixed Poisson regression models, we assessed the risk of dying from cancer in a 5-kilometer zone around installations, analyzed the effect of category of industrial activity, and conducted individual analyses within a 50-kilometer radius of each installation.

Results: Excess cancer mortality (BYM model: relative risk, 95% credible interval) was detected in the total population residing in the vicinity of these installations as a whole (1.06, 1.04–1.09), and, principally, in the vicinity of incinerators (1.09, 1.01–1.18) and scrap metal/end-of-life vehicle handling facilities, in particular (1.04, 1.00–1.09). Special mention should be made of the results for tumors of the pleura (1.71, 1.34–2.14), stomach (1.18, 1.10–1.27), liver (1.18, 1.06–1.30), kidney (1.14, 1.04–1.23), ovary (1.14, 1.05–1.23), lung (1.10, 1.05–1.15), leukemia (1.10, 1.03–1.17), colon–rectum (1.08, 1.03–1.13) and bladder (1.08, 1.01–1.16) in the vicinity of all such installations.

Conclusions: Our results support the hypothesis of a statistically significant increase in the risk of dying from cancer in towns near incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste.

© 2012 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Смертность от рака в городах вблизи мусоросжигательных заводов и установок по утилизации опасных отходов

(сокращенный перевод статьи Javier Garria-Pereza, Pablo Fernandez-Navarro, Adela Castelló, Maria Felicitas Lopez-Cima, Rebeca Ramis, Elena Boldo, Gonzalo Lopez-Abente. [Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste](#). *Environment International*, Vol. 51, January 2013, P. 31–44

Справочная информация: заводы по обращению с отходами выделяют токсичные выбросы в окружающую среду, которые влияют на близлежащие города.

Задачи: определить вероятность повышения смертности от рака в городах, расположенных поблизости от Испанских мусоросжигательных заводов и полигонов для утилизации опасных отходов.

Методы: было проведено экологическое исследование для изучения смертности от 33 видов рака через за период 1997–2006 гг. Воздействие загрязнения оценивалось на основе расстояния от города проживания до источника загрязнения. Использование регрессионных моделей Бесага – Йорка – Молье (BYM) с интегрированной лапласовой аппроксимацией для байесовского вывода. Модель смешанной пуассоновской регрессии, использовалась для определения риска смерти от рака в 5-километровой зоне вокруг установок.

Результаты: Избыточная смертность от рака (модель BYM: относительный риск 95%) была обнаружена у населения, проживающего в непосредственной близости от этих установок в целом (1,06, 1,04–1,09) и, главным образом, в окрестностях мусоросжигательных заводов (1,09, 1,01–1,18) и, в частности, транспортных средств для утилизации металлолома / с истекшим сроком службы (1,04, 1,00–1,09). Особо следует отметить результаты по опухолям плевры (1,71, 1,34–2,14), желудка (1,18, 1,10–1,27), печени (1,18, 1,06–1,30), почек (1,14, 1,04–1,23), яичников (1,14,

1.05–1.23), легких (1.10, 1.05–1.15), лейкемия (1,10, 1,03–1,17), прямой кишки (1,08, 1,03–1,13) и мочевого пузыря (1,08, 1,01–1,16).

Выводы. Результаты подтверждают гипотезу о статистически значимом увеличении риска смерти от рака в городах рядом с мусоросжигательными заводами и установками для утилизации опасных отходов.

1. Введение

Образование отходов в результате деятельности человека является причиной мировой озабоченности. Муниципальные мусоросжигательные заводы и установки по утилизации опасных отходов помогают решить эту проблему, но неизбежно выделяют токсичные выбросы и стоки, такие как диоксины – вещества, признанные Международным агентством по исследованиям рака (IARC) (IARC, 1997) канцерогенными - в окружающую среду. Некоторые исследования отмечают неблагоприятное влияние на репродуктивную систему (Dummer et al., 2003), дыхательные пути (Miyake et al., 2005) и увеличение частоты раковых заболеваний (Comba et al., 2003).

Касательно источников загрязнения в Испании, Директивы Европейской комиссии, принятые в 2002 году, предоставили новый способ изучения последствий промышленного загрязнения: комплексное предотвращение загрязнения и контроль (IPPC), регулируемый как Директивой 96/61 / CE (недавно кодифицирован в Директиву 2008/1 / EC) и в соответствии с Законом 16/2002, который включает Директиву в правовую систему Испании. Таким образом, начиная с 2002 года для того, чтобы иметь возможность работать, отрасли, на которые распространяется регулирование, должны получить экологическое разрешение. Этот же закон ввел европейский

Регистр выбросов и переноса загрязнителей (E-PRTR) в 2007 году, согласно которому обязательно указывать все выбросы загрязняющих веществ, которые превышают установленные пороговые значения а также подробную информацию об адресе и типе производственной деятельности. Таким образом, записи IPPC и E-PRTR являются инвентаризацией отраслей, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду в Европе, что является ценным ресурсом для мониторинга промышленного загрязнения и, как следствие, делает возможным установление связи между близостью населенных пунктов к таким источникам загрязнения и воздействием на здоровье.

В этом контексте данное исследование стремилось: (1) оценить возможную повышенную смертность, связанную с 33 участками повышенной встречаемости опухолей среди населения Испании, проживающего в окрестностях мусоросжигательных заводов; (2) проанализировать этот риск в соответствии с различными категориями промышленной деятельности, и для каждого завода индивидуально; и (3) выполнить анализ, как в целом, так и в разбивке по полу, используя разные статистические подходы для этой цели.

2. Материалы и методы

Мы разработали экологическое исследование для оценки связи между смертностью от рака и близостью к мусоросжигательным заводам и опасным очистным сооружениям на муниципальном уровне (8098 испанских городов) в период 1997–2006 гг. Отдельные анализы были выполнены для общей численности населения и для каждого пола.

2.1. Данные о смертности

Наблюдаемые данные о муниципальной смертности были взяты из записей Национального статистического института (НСИ) за исследуемый период, что соответствует смертности от 33 видов злокачественных опухолей (см. Дополнительные данные, таблица 1, в которой приведен список проанализированных опухолей и их коды в соответствии с Международной классификацией болезней – 9 и 10-е издание). Ожидаемые случаи были рассчитаны путем взятия конкретные показатели по Испании в целом с разбивкой по возрастным группам (18 групп: 0–4, ..., 80–84 года и 85 лет и старше), полу и пятилетним периодам (1997–2001, 2002–2006) и умножить их на человеко-лет для каждого города, разбитого на одни и те же группы. Количество человеко-лет для каждого пятилетия рассчитывалось умножением соответствующие популяции на 5 (с данными, соответствующими 1999 и 2004 годам принимается за оценку населения в середине периода исследования). Кроме того, мы специально проанализировали

лейкемию и рак мозга у пациентов в возрасте от 15 до 25 лет, так как это были самые частые опухоли у подростков и молодых людей в наших данных.

2.2. Данные о воздействии промышленного загрязнения

Воздействие загрязнения окружающей среды на население оценивалось на основе определения расстояние от центра города-резиденции до промышленного объекта. Мы использовали промышленную базу данных (отрасли, регулируемые IPPC и объекты, относящиеся к промышленной деятельности, не подпадающие под действие МККЗР, но включенные в E-РВПЗ), предоставленные министерством сельского хозяйства, продовольствия и окружающей среды Испании в 2007 году. Период за который происходит образование опухолей, наблюдаемых в исследованиях, обычно 10 лет для крупных опухолей и 1 год для лейкозов (Научный комитет ООН по воздействию атомной радиации, 2006).

Были использованы две отраслевые базы данных:

а) для изучения лейкемии мы выбрали 129 предприятий, соответствующих категориям 5.1 МККЗР (установки для утилизации опасных отходов с производительностью, превышающей 10 т в день) и 5.2 (установки для сжигания муниципальных отходов с производительностью более 3 т в час), которые были введена в эксплуатацию ранее 2002 года (за 1 год до середины исследовательского периода), обозначенные как «установки до 2002 года»;

б) для оставшихся опухолей мы выбрали 67 установок, соответствующих категориям 5.1 и 5.2 МККЗР, которые вступили в строй до 1993 года (за 10 лет до середины учебного периода),

обозначенные как «установки до 1993 года». Каждая из установок была классифицирована в одну из следующих 9 категорий производственной деятельности в зависимости от вида отходов и применяемой обработки:

1. «Сжигание»: сжигание твердых городских (муниципальных) и специальных отходов (9 установок до 2002 года и 5 установок до 1993 года);

2. «Металлолом + непригодные для использования транспортные средства»: утилизация / обезвреживание непригодных для использования транспортных средств, и переработка металлолома (черные и цветные металлы) и электрического / электронного оборудование (32 до 2002 и 23 до 1993 установок);

3. «Масла + маслянистые отходы»: обработка отработанного масла, маслянистых загрязнителей морской среды (MARPOL) отходы и дезактивация оборудования, загрязненного полихлорированными дифенилами (ПХД) (24 до 2002 г. и 8 установок до 1993 года);

4. «Упаковка»: переработка металлической и пластиковой промышленной упаковки (9 установок до 2002 года и 5 установок до 1993 года);

5. «Растворители»: восстановление использованных растворителей (7 до 2002 года и 5 до 1993 года)

6. «Отработанные ванны»: регенерация с помощью основных ванн и соляной кислоты, для удаления накипи с металла (7 до 2002 и 5 установок до 1993 года);

7. «Физико-химическая обработка»: физико-химическая обработка отходов не включенных в вышеуказанные разделы (8 до 2002 и 4 до 1993 установок);

8. «Промышленные отходы»: обработка промышленных отходов, не включенных в вышеуказанные разделы, такие как восстановление отходов из железа и металлургическая промышленность (15 установок до 2002 года и 7 установок до 1993 года); а также,

9. «Отходы, не указанные иначе»: обработка отходов не включена в любой из вышеперечисленных разделов (медицинские отходы, свинцово-кислотные батареи, фотохимические отходы или текстильные отходы) (18 до 2002 и 5 установок до 1993 года). В эту категорию также включены установки которые обрабатывают несколько видов отходов или применяют несколько разных процессы обращения с отходами.

2.3. статистический анализ

Три типа анализа были выполнены для оценки возможного повышения смертности от рака в близлежащих городах по сравнению с расположенными на большом расстоянии от мусоросжигательных заводов и установок по обработке опасных отходов. Во всех случаях расстояние в 5 км принималось за зону близкого расположения промышленных установок, в соответствии с расстоянием, используемым другими исследованиями этих типов установок (Federico et al., 2010; Knox, 2000; Leem et al., 2006):

1) на первом этапе мы провели анализ «ближний и дальний» для оценки относительные риски (ОР) для городов, расположенных на расстоянии ≤ 5 км от мусоросжигательных заводов и установок для обработки опасных. Переменная «экспозиция» была закодирована как: а) открытая зона или зона близости («рядом»), состоящая из городов, расположенных на расстоянии ≤ 5 км из любого мусоросжигательного завода или установки по переработке опасных отходов; б) промежуточная зона, состоящая из городов, расположенных на расстоянии ≤ 5 км от любой промышленной установки, кроме мусоросжигательных или опасных очистных сооружений; и с) неэкспонированный участок («далеко»), стоящий из городов, не имеющих (IPPC + E-PRTR) зарегистрированную промышленность в пределах 5 км их муниципального центра (контрольная группа);

2) во втором анализе мы решили разделить риск анализа согласно различным категориям производственной деятельности. Деление было на следующие группы: Группа 1, состоящая из городов, расположенных близко (≤ 5 км) к одной или нескольким установкам, относящимся к категории «Сжигание»; Группа 2, если категория была «Металлолом + непригодные для использования транспортные средства» и т. д. Аналогично как в первом способе до 9-й группы и группа 10, состоящая из города, расположенные рядом с двумя или более объектами, относящимися к различным категориям деятельности («несколько категорий загрязнителей»).

3) наконец, учитывая, что характеристики, как правило, варьируются от одного мусоросжигательного завода или установки для обработки опасных отходов к другому, мы провели анализы отдельных установок, причем анализ был ограничен областью в 50 км вокруг каждой такой установки, чтобы иметь локальную группу сравнения.

3. Результаты и их обсуждение

Это исследование является одним из первых, в котором используются промышленные данные, зарегистрированные в IPPC и E-PRTR, для изучения влияния обработки промышленных отходов на смертность от рака в соседних городах. В целом наши результаты свидетельствуют о том, что существует умеренный риск повышения смертности от всех видов рака вместе взятых. При этом более ярко выражено это среди мужчин, чем среди женщин. Высокие статистически значимые риски были обнаружены в городах, расположенных вблизи «мусоросжигательных заводов» (в общем для населения), «установок для переработки металлолома и ПЗВ», «установок для регенерации отработанных ванн» (мужчины), а также различные «многопрофильные заводы» (мужчины и женщины). При индивидуальном анализе раковых заболеваний наблюдались значительные избыточные риски злокачественных опухолей желудка, печени и почек (мужчины и женщины), прямой кишки, легких, мочевого пузыря, желчного пузыря и лейкемии (мужчины) и головного мозга и яичников (женщины).

Тот факт, что статистически значимые результаты, с $OR \geq 1,10$, появляется в основном для опухолей как пищеварительной, так и дыхательной системы (в общей численности населения), приводит нас к подозрению о двух возможных путях воздействия загрязнения, выделяемого этими установками, а именно: прямое воздействие загрязнителей, выбрасываемых в воздух; и косвенное воздействие загрязнителей в виде жидких стоков, которые попадают в воду затем переходят в почву и водоносные горизонты, а также загрязнители, которые выпускаются в воздух и затем оседают на растениях. В таких случаях токсины могут переходить в трофическую цепь, затрагивая население.

Гипотеза, что некоторая избыточная смертность от рака может быть вызвана воздействием загрязнения окружающей среды на население усиливается недавними исследованиями, в которых сообщается о связи между определенными типами промышленных установок и некоторыми злокачественными опухолями (Garcia-Perez et al., 2010, 2012; Lopez-Abente et al., 2012; Musti et al., 2009; Tsai et al., 2009). Что касается мусоросжигательных заводов и опасных очистных сооружений, исследования почти исключительно сосредоточены на окрестности мусоросжигательных заводов, где были обнаружены болезни, связанные с некоторыми опухолями,

такие как (Floret et al., 2003; Viel et al., 2011), саркомы мягких тканей (Comba et al., 2003) и детские опухоли (Кнох, 2000). Экологические исследования, о которых здесь сообщается, предлагают новые гипотезы и направления исследований в отношении воздействия на население промышленного загрязнения. В связи с этим одна из основных сильных сторон нашего исследования состоит в полноте своего исследовательского анализа, который состоял из углубленного изучения смертности от 33 видов рака.

Следует учитывать, что смешанные модели кажутся более чувствительными для выявления потенциальных статистических ассоциаций, чем пространственные модели, которые являются более ограничительными. Пример вышесказанного можно увидеть в наших результатах по неходжкинским лимфомам (НХЛ) у мужчин, где смешанная модель дала статистически значимые результаты (относительный риск (ОР) = 1,12, 95% доверительный интервал (ДИ) = 1,03–1,22), тогда как модель ВУМ не показывают статистически значимой связи (ОР = 1,07, 95% ДИ = 0,97–1,19).

Помимо ограничений, присущих всем экологическим исследованиям, в нашем следует также упомянуть следующее: включение многих переменных в моделях, которые могут сделать анализ очень восприимчивым к ошибке I типа; невключение возможных путаниц факторы, которые могут быть связаны с расстоянием (хотя корректировка для социально-экономических переменных идет какой-то путь к смягчению этого отсутствия информация, так как многие факторы риска, связанные с образом жизни, такие как курение, употребление алкоголя, тип питания или инфекционные агенты, показать распределение, соотнесенное с социально-экономическим статусом (Праттала и др., 2009; Woitas-Slubowska et al., 2010).

3.1. Сжигание бытовых отходов.

Сжигание - это термическая обработка, которая приводит к образованию канцерогенов, таких как диоксины, мышьяк, хром, бензол, ПАУ, кадмий, свинец, тетрахлорэтилен, гексахлорбензол, никель и нафталин (Европейская комиссия, 2006). Эпидемиологические исследования, посвященные росту заболеваемости раком в городах рядом с мусоросжигательными заводами предоставили ограниченные доказательства (Porta et al., 2009): результаты исследования заболеваемости раком в окрестностях 72 мусоросжигательных заводов в Соединенном Королевстве (Elliott et al., 1996), которые показали статистически значимое увеличение встречаемости некоторых видов рака, были критически рассмотрены (Elliott et al., 2000) и, согласно авторам, на эти результаты могут повлиять различные факторы, что в свою очередь будет означать, что наблюдаемые эффекты не связаны с выбросами мусоросжигательных заводов. Тем не менее, исследования проведенные в других странах показали чрезмерный риск гематологических опухолей, рак легких и некоторые виды рака пищеварительной системы (Biggeri et al., 1996; Comba et al., 2003; Floret et al., 2003; Нокс, 2000; Панзи и др., 2011; Viel et al., 2011).

4. Заключение

Наши результаты подтверждают гипотезу о статистически значимом повышенном риске смерти от всех видов рака среди мужчин и женщин в городах, расположенных вблизи мусоросжигательных заводов и установок перерабатывающих опасные отходы, а также повышенный риск возникновения опухолей желудка, печени, почек и яичников. Кроме того, это одно из первых исследований по анализу риска смерти от рака, связанного с конкретными видами промышленной деятельности в этом секторе на национальном уровне, а также подчеркивающее избыточный риск, наблюдаемый в непосредственной близости от мусоросжигательных заводов и установок для утилизации металлолома, регенерации отработанных ванн и обработки нефтяных и масляных отходов.