

«ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ»*Манжуров И.Л.**Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия*

Главной задачей медицинской экологии является оценка влияния факторов окружающей среды на здоровье населения. Вместе с тем, поскольку заболевания, относимые к категории экологически обусловленных, являются мультифакторными, требуется установить силу и характер влияния на их развитие не только тех или иных компонентов загрязнения объектов природы, но и многих других факторов – профессиональных, социальных, бытовых, биологических. Сказанное в полной мере распространяется и на злокачественные новообразования (ЗН), которые занимают одно из первых мест среди причин смерти жителей многих стран мира.

Существует два подхода к анализу данных эпидемиологических исследований: Первым из них являются однофакторные методы на основе стратификации, то есть работающие со специально подобранными группами (стратами) с идентичными значениями «мешающих» переменных, таких как пол, возраст, курение и др. Наиболее часто применяется схема организации материала по схеме «случай–контроль», суть которой состоит в сравнении распространенности одного изучаемого фактора среди жителей той или иной территории, заболевших и не заболевших интересующей исследователя болезнью. Оценка силы его влияния устанавливается по величине показателя «относительного риска». Второй подход состоит в многофакторном анализе, когда влияние всей исследуемой совокупности факторов риска оценивается одновременно. Преимущество многофакторного подхода перед методами, использующими стратификацию, отмечается многими специалистами [1,3,4], тем не менее, доля работ, с его использованием в области экологической медицины невелика.

Примером, подтверждающим эффективность методов, основанных на принципах системного анализа, может служить исследование по оценке влияния радиоактивного газа радона, содержащегося в жилых помещениях, на развитие ЗН легкого. Объектом был избран г. Карпинск Свердловской области. Причины такого выбора были следующие:

1. В течение последних двадцати лет Карпинск входит в группу муниципальных образований Свердловской области с наиболее высоким уровнем онкологической заболеваемости населения.

2. Город расположен в пределах эколого-радиохимической зоны, радоновый потенциал которой оценен как «высокий». В связи с этим одно из объяснений причины высокой онкологической заболеваемости в Карпинске было связано с действием радона, содержащимся в воздухе жилых помещений

3. Основным градообразующим предприятием Карпинска в течение нескольких десятилетий было предприятие по добыче угля, однако в 1995 г. работа его прекратилась. Расположенные на территории города промышленные предприятия не служат источниками интенсивного загрязнения объектов природной среды. По величине интегрального показателя комплексной нагрузки на население уровень загрязнения в городе оценивается как средний, а в последние годы как допустимый.

4. Основными источниками загрязнения окружающей среды в Карпинске в течение длительного периода времени служили котельные, работающие на местном буром угле.

Для эпидемиологического исследования были сформированы две группы: основную составили больные ЗН легкого, численностью 142 человека, контрольную – жители Карпинска без онкологических заболеваний (220 человек). Контрольная группа подбиралась случайным образом, но с учетом ее соответствия половозрастной и профессиональной структуре населения города. Каждый из 362 человек характеризовался комплексом из 12 показателей: пол, возраст, национальность, длительность и интенсивность курения, употребление алкоголя, наличие в анамнезе хронических неспецифических заболеваний легких (ХНЗЛ), место работы, длительность работы в контакте с канцерогенными веществами, наличие печного отопления в жилище, величина экспозиции к изотопам радона.

Для определения объемной активности (ОА) радона применялся интегрирующий метод измерения с использованием твердотельных трековых детекторов альфа-частиц, которые размещались в жилищах (жилых и спальных помещениях) всех 362 человек, включенных в исследование. Продолжительность экспонирования составляла 3 месяца. Для оценки эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) торона использовался аспирационный метод Маркова-Терентьева. Суммарная экспозиция определялась по величине внесистемной единицы «рабочий уровень в месяц» (Working Level Month —WLM), численно равной экспозиции создаваемой ЭРОА изотопов радона 3700 БК/м³ в течение 170 часов.

Многофакторная математическая обработка проводилась с помощью алгоритмов на основе детерминистских методов распознавания образов, реализованных в пакете прикладных программ КВАЗАР.[2]

Результаты измерений содержания радона и торона в жилищах лиц, включенных в исследование, показали, что в большинстве из них уровень ЭРОА изотопов радона невысок, среднее значение составляет 49,3 Бк/м³, что в четыре раза ниже гигиенического норматива, установленного в России для эксплуатируемых зданий (200 Бк/м³). Доля жилищ, в которых этот уровень превышен, была равна 1,5%. Проведенные расчеты показали, что для жителей Карпинска, включенных в исследование, диапазон экспозиционных доз составлял 0,16–77,15 WLM, при среднем значении 13,15 WLM.

В ходе математической обработки собранного материала на первом этапе необходимо было получить ответ на вопрос – содержит ли в себе избранный комплекс основные факторы риска ЗН легкого, характерные для данного города? Решение этой задачи проводилось в постановке «обучения с учителем». Высокие результаты на процедуре «экзамена» (90,5% правильных ответов в контрольной группе и 100% – в группе больных раком легкого) были получены при учете информации обо всех 12 факторах, включенных в исходный комплекс. Эти результаты давали основание считать, что он содержит в себе основные факторы риска ЗН легкого применительно к г. Карпинску, а использованные выборки – репрезентативными.

На втором этапе математической обработки эпидемиологического материала проводилась оценка информативности исследуемых факторов риска, величина которой интерпретировалась как сила их влияния на развитие ЗН легкого в г. Карпинске. Для этого был использован подход, основанный на определении разностей средних значений признаков в основной и контрольной группах наблюдений. Как видно из материалов, приведенных в таблице, полученные результаты в значительной степени совпадают с системой оценок, сложившейся в онкоэпидемиологии в отношении факторов риска рака легкого. Наиболее высокие ранговые места занимали признаки, характеризующие длительность и интенсивность курения, пол, наличие в анамнезе ХНЗЛ. Особенностью полученного результата было достаточно высокое (5-е) ранговое место, занятое признаком, косвенно отражающим загрязнение жилища продуктами сгорания бурого угля, используемого в Карпинске в качестве энергоносителя для отопления.

Таблица. Сравнительная информативность факторов риска рака легкого у жителей г. Карпинска

Ранговое место	Наименование фактора	Информативность
1	Длительность курения	1,00
2	Интенсивность курения	0,83
3	Пол	0,82
4	Наличие в анамнезе ХНЗЛ	0,52
5	Наличие печного отопления в жилище	0,26
6	Злоупотребление алкоголем	0,22
7	Длительность работы в профессиональном контакте с канцерогенами	0,19
8	Возраст	0,13
9	Национальность	0,08
10	Место работы	0,05
11	Величина экспозиции радона и торона	0,04
12	Наличие газовой плиты в жилище	0,03

Что же касается показателя, характеризующего величину экспозиции к содержащимся в воздухе жилых помещений радону и торону, то он занял низкое, 11-е ранговое место. Если принять суммарную информативность всего комплекса исследуемых факторов, рассматриваемую как их общий вклад в развитие ЗН легкого у жителей г. Карпинска за 100%, то на долю экспозиции к изотопам радона придется 0,9%, курения – 44,0%, а печного отопления жилища – 6,0%. Таким образом, на основании полученных данных можно сделать заключение, что загрязнение воздуха жилых помещений канцерогенными веществами, содержащимися в продуктах сгорания угля, используемого для отопления жилищ, является одной из важных причин высокой онкологической заболеваемости в городе. Что же касается радона, то вклад его в развитие ЗН легкого может быть оценен как незначительный.

Полученные на первом этапе обработки материала решающие правила представляют собой дискриминантные математические модели, описывающие многофакторную зависимость развития рака легкого. С их помощью была выполнена оценка эффективности гипотетических сценариев по коррекции разных факторов риска. Моделирование ситуации, при которой облучение радоном населения г. Карпинска было полностью исключено, показало, что в этом случае количество заболевших ЗН легкого может сократиться на 3,7%, если же предельная величина экспозиции не будет превышать 2 WLM, то количество больных уменьшится на 1,5%, а при сценарии, когда она составляет 5 WLM, такое сокращение составит 0,7%.

В то же время, при проигрывании на модели сценариев, связанных с коррекцией факторов «курение» и «наличие печного отопления жилища» были получены иные результаты: при полном отказе от курения всех курильщиков можно ожидать сокращения числа заболевших раком легкого на 71%, а при реализации сценария, когда все они выкуривают не более 10 сигарет в сутки, такое уменьшение составит 45%. В свою очередь, моделирование сценария, при котором исключалось поступление в воздух жилых помещений канцерогенных веществ, выделяющихся при топке печей углем, показало, что в этом случае можно ожидать сокращения числа заболевших раком легкого в Карпинске на 32%.

Как видно из полученных данных, эффективность мер по замене угля на другой вид энергоносителя в городе, и особенно по борьбе с курением, оказывается многократно выше таковых, направленных на снижение уровня радона в жилище. Вместе с тем, естественно, возникает вопрос о корректности полученных в ходе математического моделирования результатов. Применительно к курению в качестве аргумента можно сослаться на опубликованные материалы об итогах реализации в течение 25 лет в одной из провинций Финляндии программы по профилактике неинфекционных заболеваний. Согласно им уменьшение доли курильщиков среди мужчин с 52% до 31% привело к снижению смертности от онкологических заболеваний на 44%, а от рака легкого – на 71%.[5] Как видно, достигнутые на практике результаты управляемого эксперимента сопоставимы с прогнозными оценками, полученными при математическом моделировании.

Что же касается гипотетического сценария по ликвидации отопления бурым углем в домах г. Карпинска, то он был в значительной степени реализован в 2006–2010 гг. при переводе городских котельных и системы отопления квартир многоэтажных домов на газ. Это привело к резкому сокращению уровня загрязнения атмосферного воздуха в городе и воздуха многих жилых помещений. В результате за указанное пятилетие заболеваемость населения города ЗН легкого сократилась с 67,0 до 32,2 на 100000 человек (в 2 раза), а доля рака этой локализации в структуре онкологической заболеваемости уменьшилась с 17,3% до 7,9%.

Таким образом, применение в исследованиях по медицинской экологии методов, основанных на принципах системного анализа, позволяет получить достаточно точную и объективную информацию о влиянии различных, в том числе экологических факторов на здоровье людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Измеров Н.Ф., Гурвич Е.Б., Лебедева Н.В. Социально-гигиенические и эпидемиологические исследования в гигиене труда / М.: Медицина, 1985.- 192 с.
2. Казанцев В.С. Задачи классификации и их программное обеспечение / М.: Наука, 1990.-135 с.
3. Лежнин В.Л., Ползик Е.В., Казанцев В.С., Якушева М.Ю. Системный анализ в эпидемиологии рака/ Екатеринбург: УрО РАН, 2005.- 208 с.

4. Привалова Л.И., Кацнельсон Б.А., Кузьмин С.В., Никонов Б.И., Гурвич А.Б., Касьянова А.А., Малых О.А., Воронин С.А. Экологическая эпидемиология: принципы, методы, применение / Екатеринбург, 2003. – 276 с.

5. Пушка П., Виртиайнен Э., Туомилето Я., Ниссинен А. Профилактика неинфекционных заболеваний на коммунальном уровне: 25-летний опыт проекта Северной Карелии в Финляндии // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья, 1998. № 4. С. 27-29.