

УДК: 575:224. 23: 614.7

ХРОМОСОМНЫЕ АБЕРРАЦИИ У ЖИТЕЛЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

© 2012 В.И. Минина

Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово

Поступила в редакцию 04.10.2012

Представлены результаты цитогенетического мониторинга территорий Кемеровской области, отличающихся по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников. Установлено, что у жителей районов с высоким и средним уровнем загрязнения окружающей среды частота метафаз с хромосомными aberrациями, в среднем, выше, чем в группе контроля ($3,95 \pm 0,12\%$; $3,91 \pm 0,09\%$ и $2,94 \pm 0,13\%$, соответственно). Данное различие складывается преимущественно за счет одиночных и парных фрагментов. Повышение частоты встречаемости aberrантных метафаз в районах с высоким уровнем выбросов в атмосферный воздух отмечено как в группах мужчин, так и женщин; как у взрослых, так и у детей.

Ключевые слова: *хромосомные aberrации, загрязнение, атмосферный воздух*

Кемеровская область (КО) входит в топ-список из 14 самых экологически неблагополучных регионов России, наряду с Ямало-Ненецким АО, Забайкальским краем, Республикой Адыгея, Чувашией, Коми и Калмыкией, а также Тюменской, Ленинградской, Ульяновской, Курганской, Магаданской, Свердловской и Челябинской областями [2]. Ситуация с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух в КО – одна из самых неблагополучных в РФ. Связано это с высокой концентрацией предприятий угольной, химической промышленности, металлургии и теплоэнергетики. Была доказана способность химических веществ, выбрасываемых в воздух выступать в качестве мутагенов и канцерогенов, что делает объективно важным отслеживание уровня мутаций у населения неблагополучных территорий.

Одной из надежных и часто используемых систем для генетического мониторинга состояния внешней среды является изучение хромосомных aberrаций (ХА) в лимфоцитах крови человека [1]. Уровень ХА в данных клетках является важной количественной характеристикой мутагенеза в организме в целом. В многочисленных работах проводились исследования частот ХА среди разных контингентов населения, в том числе и у жителей экологически неблагополучных территорий [1, 4, 6]. Было установлено, что высокий уровень ХА характерен для территорий с высокой онкологической заболеваемостью населения [5].

Цель исследования: анализ частоты ХА у населения территорий Кузбасса, отличающихся по уровню выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ (ЗВ).

Материалы и методы. Информацию по выбросам загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух брали из Государственных

докладов о состоянии и охране окружающей среды КО в 1992-2011 гг., а также официальных форм отчетности №2-тп (воздух) по отдельным территориям. При этом мониторинг качества атмосферного воздуха осуществлялся Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, на территории КО – Государственным учреждением «Кемеровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Для сравнительного анализа были выбраны три группы административных территорий КО, сформированные на основе данных по выбросам ЗВ (для тех лет, в которые проводился анализ ХА):

- **группа 1** – города и районы с высоким (более 50 тыс. тонн в год) уровнем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (г. Новокузнецк, г. Кемерово, г. Мыски);

- **группа 2** – территории со средним (5-50 тыс. тонн) уровнем выбросов ЗВ в атмосферный воздух (гг. Осинники, Топкинский, Гурьевский, Ленинск-Кузнецкий, Таштагольский районы);

- **группа 3** (контроль) – районы с низким (менее 5 тыс. тонн в год) уровнем загрязнения атмосферного воздуха (Яшкинский, Промышленновский, Крапивинский, Беловский, Чебулинский районы).

В качестве источника информации о частоте ХА у населения Кузбасса использовали персонализированную базу цитогенетических данных (результаты мониторинга за период 1992-2011 гг.), количественные характеристики, которой были опубликованы ранее [4]. Статистическая обработка данных показала, что 583 человека, включенных в данную базу, проживают на территориях, отнесенных к группе 1, 702 – к группе 2, а 317 человек составили группу 3 (контроль). Половозрастной состав обследованных групп: 774 мужского пола, 877 женского пола; 412 взрослых (средний возраст 27 лет), 1239 подростков (средний возраст 4 лет). Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием ППП «STATISTICA for WINDOWS 6.0».

Минина Варвара Ивановна, кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией цитогенетики. E-mail: vminina@mail.ru

Для сравнения групп использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

Результаты. Было установлено, что частоты ХА у населения территорий группы 1 (в среднем, $3,95 \pm 0,12\%$) и группы 2 ($3,91 \pm 0,09\%$) статистически значимо не различались между

собой, но значимо превышали значения, полученные в группе 3 ($2,84 \pm 0,13\%$, $p < 0,0001$) (см. табл.). Данное различие складывается преимущественно за счет одиночных и парных фрагментов. Максимальных значений хромосомная нестабильность достигала у жителей г. Мыски – $6,62\%$.

Таблица. Выбросы ЗВ в воздух от стационарных источников и частота хромосомных нарушений у жителей изученных территорий Кемеровской области

Наименование административной территории	Период наблюдений, года	Выбросы ЗВ по административным территориям, тыс. т*	Частота метафаз с хромосомными aberrациями (%)		
			n	M $\pm$ m	Median (25 -75й перцентиль)
Группа 1:	1995, 1998 и 1999	466,9	218	$4,56 \pm 0,22$	4,00 (2,00-6,00)
г. Новокузнецк	1992-1996, 2002	69,2	339	$3,39 \pm 0,14$	3,00 (1,00-5,00)
г. Мыски	1995	77,8	26	$6,62 \pm 0,53$	6,00 (5,00-8,00)
Группа 2:					
Ленинск-Кузнецкий р-он	2008	26,5	41	$3,63 \pm 0,32$	3,00 (2,50-4,50)
Топкинский район	1993, 2002, 2011	19,6	143	$2,45 \pm 0,15$	2,00 (1,00-3,50)
Таштагольский район	1992, 2001, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010, 2011	7,9	518	$4,53 \pm 0,11$	4,50 (2,50 -6,00)
Гурьевский район	2000	6,6	49	$1,89 \pm 0,28$	1,00 (0,00-3,00)
Группа 3:					
Промышленновский р-он	2001	4,2	22	$2,24 \pm 0,33$	2,00 (1,00-2,70)
Крапивинский район	1994, 1999, 2002	2,4	96	$2,63 \pm 0,27$	2,00 (1,00-3,00)
Яшкинский район	2003, 2008	3,5	104	$3,50 \pm 0,21$	3,00 (2,00-4,50)
Чебулинский район	2001	2,0	28	$2,89 \pm 0,34$	3,00 (1,50-4,00)
Беловский район	2001	2,4	67	$2,67 \pm 0,23$	2,60 (1,10-3,50)

Примечание: *- приведены средние данные по выбросам ЗВ для тех лет, в которые проводился анализ ХА

Учитывая полученные результаты и, в частности, тот факт, что ХА не различались между группами 1 и 2, в дальнейшем, они были объединены в одну «опытную» группу, группа 3 рассматривалась как «контроль». Различия между опытной и контрольной группами наглядно прослеживаются при сравнении лиц разного пола и возраста. У мужчин опытной группы частота aberrантных метафаз составила $3,90 \pm 0,14\%$, а у мужчин контроля – $2,81 \pm 0,18\%$ ($p < 0,01$). У женщин опытной группы частота ХА составила $4,06 \pm 0,14\%$, а в контроле $3,30 \pm 0,24\%$ ($p < 0,001$). Достоверно значимые различия были зафиксированы также при сравнении детей опытной и контрольной групп ($p = 0,0001$) и взрослых опытной и контрольной групп ($p = 0,01$). Методом ранговой корреляции было показано существование зависимости уровня хромосомных нарушений от суммарного объема выбросов загрязняющих веществ ($R_{\text{Спирмена}} = 0,55$; $p < 0,05$).

Отличия уровня ХА, наблюдаемые между группами, могут по нашему мнению, быть связаны с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. г. Новокузнецк и г. Кемерово – это промышленные города, где размещаются предприятия черной и цветной металлургии, энергетического комплекса, химической промышленности, коксохимического производства. Суммарные выбросы ЗВ в этих городах являются одними из самых высоких в Кузбассе и составляют: в г. Новокузнецке 308,3, а в

г. Кемерово – 55,4 тыс. тонн в год [3]. Города Мыски (энергетика) и Осинники (угольная промышленность) по объему выбросов ЗВ входят в пятерку самых загрязненных территорий области. Антропогенная нагрузка на одного жителя в г. Мыски составляет 1282 кг/человек, а в г. Осинники – 759 кг/человек [3]. Высокие показатели выбросов в Топкинском районе могут быть связаны с влиянием на окружающую среду цементного завода, расположенного в г.Топки, а в Гурьевском районе – металлургического завода. В Таштагольском районе в связи с интенсивной разработкой угольных и рудных месторождений, сопровождающейся массовыми вскрышными работами, в непосредственной близости от населенных пунктов сформировались долговременные, потенциально опасные по радиационному загрязнению участки (золо- и шлакоотвалы, хранилища отходов и др.).

Основными ЗВ атмосферного воздуха в КО являются газообразные: диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и взвешенные вещества. Они составляют 1619,693 тыс. т или 96,9% от общей массы зарегистрированных выбросов. При этом значительная часть этих ЗВ может выступать в качестве мутагенов. Например, как мутагены могут действовать окислы азота, нитриты, нитраты, радиоактивные соединения, алкалоиды, полициклические ароматические углеводороды, фенол, толуол, формальдегид, соли тяжелых

металлов и др. В г. Кемерово отмечается стабильное превышение ПДК по бензо(а)пирену (например, в 2011 г. его содержание превысило 3,3 ПДК), формальдегиду (2,7 ПДК), диоксиду азота (1,5 ПДК), саже (1,2 ПДК). В г. Новокузнецке – по бенз(а)пирену (в 2011 г. – 6,3 ПДК), формальдегиду (2,3 ПДК), диоксиду азота (1,2 ПДК), фтористому водороду (0,8 ПДК в 2011 г., но 2,8 ПДК в 2010 г.), взвешенным веществам (1,7 ПДК). На остальных территориях судить об уровне и спектре выбросов ЗВ приходится на основании форм 2 тп-воздух, подаваемым территориями ежегодно, где суммируются выбросы от предприятий и других видов экономической деятельности. На территориях, отнесенных к группе 1, выброс этих мутагенов в атмосферный воздух также значимо превышает значения предельно допустимых выбросов, установленных для данных территорий, например, в г. Мыски высокий суммарный уровень выбросов в атмосферу сочетается с высоким содержанием в воздухе потенциальных мутагенов: бензо(а)пирен – 0,003 тонн/год; этилбензол – 0,014 тонн/год; ксилол – 6,35 тонн/год; углеводороды C1-C5 – 11,00 тонн/год; сажа – 324 тонн/год). В Таштагольском районе превышений по бензо(а)пирену и фенолу нет, но повышено содержание сажи – 535,3 тонн/год, толуола – 2,31 тонн/год, бензола – 0,095 тонн/год и амиленов – 0,107 тонн/год.

Выводы: полученные результаты указывают на статистически значимое увеличение частоты нарушений в структуре хромосом у жителей территорий с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Этот факт свидетельствует о необходимости разработки комплексной программы защиты генома населения таких территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бочков, Н.П. База данных для анализа количественных характеристик частоты хромосомных aberrаций в культуре лимфоцитов периферической крови человека / Н.П. Бочков, А.Н. Чеботарев, Л.Д. Катосова, В.И. Платонова // Генетика. 2001. Т.37, №4. С. 549-557.
2. Взгляд. Деловая газета // <http://www.vz.ru/news/2008/5/4/164841.html>
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2010 году.
4. Дружинин, В.Г. База данных для анализа количественных характеристик частоты хромосомных aberrаций в лимфоцитах жителей промышленного района Западной Сибири / В.Г. Дружинин, А.Н. Волков, В.И. Минина и др. // Генетика человека и патология: Сб. науч. трудов. Под ред. В.П. Пузырева. – Томск, 2002. Вып.6. С. 58-64.
5. Минина, В.И. Количественные характеристики частоты хромосомных aberrаций у жителей районов с различным уровнем онкологической заболеваемости / В.И. Минина, В.Г. Дружинин, А.Н. Глушков и др. // Генетика. 2009. Т. 45, №2. С. 239-246.
6. Sram, R.J. Cytogenetic analysis and occupational health in the Czech Republic / R.J. Sram, P. Rossner, Z. Smerhovsky // Mutation Research. 2004. V. 566. P. 21-48.

CHROMOSOMAL ABERRATIONS AT THE INHABITANTS OF KEMEROVO OBLAST, LIVING IN TERRITORIES WITH VARIOUS LEVEL OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

© 2012 V.I. Minina

Institute of Human Ecology SB RAS, Kemerovo

Results of cytogenetic monitoring of Kemerovo oblast territories differing on volume of polluting substances emissions in the atmosphere from stationary sources are presented. It is established that at inhabitants of areas with high and average level of environmental pollution frequency of metaphases with chromosomal aberrations, on the average, higher, than in group of control ($3,95 \pm 0,12\%$; $3,91 \pm 0,09\%$ and $2,94 \pm 0,13\%$, respectively). This distinction develops mainly by single and pair fragments. Increasing the frequency of occurrence the aberrant metaphases in areas with high level of emissions in atmospheric air is noted as in groups of men and women; both at adults and children.

Key words: *chromosomal aberrations, pollution, atmospheric air*