

## Медико-генетические исследования популяции тундровых ненцев и оценка радиационной ситуации в регионе их проживания

Л. П. ОСИПОВА, О. Л. ПОСУХ, А. В. ПОНОМАРЕВА, В. Г. МАТВЕЕВА,  
Б. Л. ЩЕРБОВ\*, В. Д. СТРАХОВЕНКО\*, Ф. В. СУХОРУКОВ\*

*Институт цитологии и генетики СО РАН  
630090 Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 10*

*\* Аналитический центр Объединенного института  
геологии, геофизики и минералогии СО РАН  
630090 Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3а*

### АННОТАЦИЯ

Многолетние исследования популяции тундровых ненцев, проживающих в бассейне нижнего течения р. Пур (Пуровский р-н Ямало-Ненецкого автономного округа), выявили повышенную частоту грубых хромосомных нарушений, вторичных иммунодефицитных состояний и изменения показателей крови, характерные для населения районов, затронутых радиационными воздействиями. Анализ долгоживущих радионуклидов в компонентах биогеоценоза показал существенное современное радиоактивное загрязнение территории проживания коренного населения Крайнего Севера России. Особое внимание уделено экологической цепочке лишайник–олень–человек. Близость изученного района к Северному полигону позволяет считать его основным источником радиоактивного загрязнения после прекращения активных испытаний на Новой Земле.

### РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### *Объект исследований*

Популяция тундровых ненцев пос. Самбург и прилегающей тундры (Пуровский р-н Ямало-Ненецкого автономного округа) имеет сравнительно небольшую численность (около 2000 чел.), ведет преимущественно кочевой образ жизни и расселена на площади около 100 000 км<sup>2</sup> (рис. 1).

Группа тундровых ненцев в настоящее время хорошо изучена генетико-демографически и популяционно-генетически [1, 2], что позволяет осуществлять планомерные медико-генетические и семейные исследования. Изучаемая группа по демографическим показателям отно-

сится к популяциям растущего типа, в большой степени этнически однородна, сохранено ее "генетическое ядро", а доля мигрантов извне и за пределы территории проживания невелика. Основу хозяйствования тундровых ненцев составляют оленеводство, рыбная ловля, охота. В связи с этим относительно просты пищевые цепи: ягель–олень–человек; вода–рыба–человек.

#### *Цитогенетические исследования*

У 170 тундровых ненцев, практически здоровых на момент обследования, получены образцы крови. Материалом для хромосомного анализа служили лимфоциты периферической крови, стимулированные к делению фитогемагглютинином. Культивирование лимфоцитов осуществлено стандартным методом. Фиксация культур проводилась на 48-м часе культи-

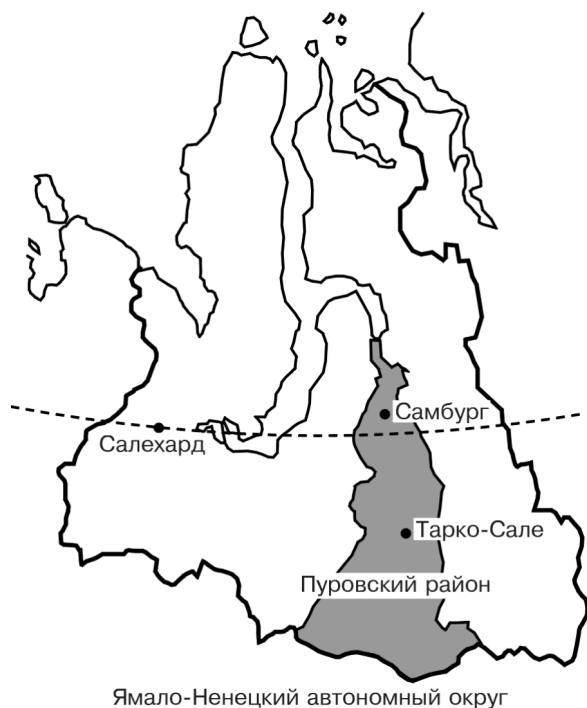


Рис. 1. Регион исследований.

вирования. При анализе учитывался весь спектр структурных aberrаций хроматидного и хромосомного типов, принятых в качестве критериев оценки мутагенного воздействия. У каждого человека в среднем анализировалось 100 метафаз. Абсолютное большинство обследованных лиц родилось и постоянно проживает в Пуровском районе. В исследованной выборке выделена группа детей (N = 56) начиная с 1980 г. рождения.

Полученные данные сопоставлены с общемировыми литературными данными, по которым, в зависимости от экологической обстановки и природного радиационного фона, общая фоновая частота хромосомных aberrаций (ХА) колеблется в диапазоне 0–1,5 %, частота радиационных маркеров (кольца и дицентрики) – 0,05–0,21 %, в среднем 0,078 [3], а для России – 0,05–0,1 % [4].

Результаты цитогенетического анализа приведены в табл. 1.

Во всей выборке (N = 170) общая частота ХА (3,19 %) и частота колец и дицентриков (0,45 %) достоверно ( $p < 0,001$ ) превышают верхние границы условно принятой нормы этих показателей (1,5 и 0,1 % соответственно). У взрослой части населения эти показатели еще более высоки – 3,61 и 0,57 %.

В группе детей (N = 56) общая частота ХА составила 2,36 %, что также достоверно ( $p < 0,05$ ) превышает контрольный уровень. У 13 из 56 обследованных детей (23 % выборки) об-

Т а б л и ц а 1

**Хромосомные aberrации (ХА) в популяции тундровых пенцев**

| Группа населения   | N   | Число метафаз | Общее число, частота и дов. интервал, % |                                  |
|--------------------|-----|---------------|---|----------------------------------|
|                    |     |               | абerrантных клеток                      | клеток с кольцами и дицентриками |
| Вся выборка        | 170 | 18 406        | 588                                     | 83                               |
|                    |     |               | 3,19                                    | 0,45                             |
|                    |     |               | (2,9–3,4)                               | (0,36–0,55)                      |
| Взрослое население | 114 | 12 310        | 444                                     | 70                               |
|                    |     |               | 3,61                                    | 0,57                             |
|                    |     |               | (3,3–3,9)                               | (0,44–0,71)                      |
| Дети               | 56  | 6096          | 144                                     | 13                               |
|                    |     |               | 2,36                                    | 0,21                             |
|                    |     |               | (2,0–2,8)                               | (0,11–0,34)                      |

наружены кольца и дицентрики. Средняя частота радиационных маркеров у детей пос. Самбург составляет 0,21 %, что вдвое превышает верхние границы условного контрольного уровня. Подобные цитогенетические исследования проведены у детей со множественными пороками развития (МПР) и атипичной желтухой новорожденных (АЖ), проживающих, как и их родители, в Алтайском крае вблизи Семипалатинского ядерного полигона. Показано, что общая частота ХА у больных детей с МПР и АЖ составляет 2,8 и 2,7 % соответственно, причем до 40 % всех aberrаций были хромосомного типа (разрывы, обмены, кольца) [5]. Таким образом, у детей пос. Самбург уровень хромосомной нестабильности сопоставим с таковым у детей с МПР и АЖ, живущих в зоне радиационного загрязнения на Алтае.

Вся исследованная выборка разделена на 3 условные группы, в зависимости от уровня общей частоты ХА: I – лица с контрольным уровнем ХА ( $ХА \leq 1,5\%$ ), II – лица с умеренным увеличением частоты ХА ( $1,5\% < ХА \leq 3\%$ ), III – лица с высоким уровнем частоты ХА ( $ХА > 3\%$ ) (рис. 2, а). Только 38 % людей имеют уровень ХА, не превышающий контрольного, у 27 % обследованных лиц наблюдается умеренное увеличение частоты ХА, а у 35 % – уровень ХА, как минимум, вдвое превышает контрольный. Кроме того, число лиц с радиационными маркерами (кольца и дицентрики) в группе I составляет 9 %, в группе II – 39 и в группе III – 53 % от числа людей в каждой группе соответственно. Таким образом, можно отметить тенденцию к увеличению числа радиационных маркеров при возрастании общей частоты ХА в обследованных группах.

На рис. 2, б, в отдельно представлены данные по выборкам детей и взрослых. Видно, что у детей по сравнению со взрослыми результаты обследования выявили некоторую положительную динамику: группа, соответствующая норме, почти вдвое превышает группу с повышенным уровнем хромосомной нестабильности. В связи с этим представляется крайне важным продолжить мониторинг группы детей населения более младшего возраста.

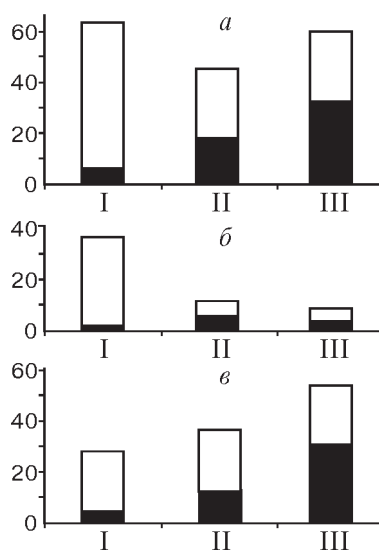


Рис. 2. Распределение исследованной выборки в зависимости от общей частоты хромосомных aberrаций (ХА):

а) общая выборка тундровых ненцев (N = 170); б) дети (N = 56); в) взрослая часть выборки (N = 114). По оси абсцисс – условно выделенные группы обследованных. По оси ординат – количество человек. Черным цветом показана доля индивидуумов, имеющих кольца и дицентрики.

### **Другие исследования в рамках эпидемиологического скрининга**

При терапевтическом и иммунологическом обследовании тундровых ненцев с целью выявления вторичных иммунодефицитных состояний (ВИДС) обнаружено, что среди людей с ВИДС в 1,7 раза чаще встречаются лица, имеющие хромосомные нарушения типа колец и дицентриков, чем среди людей, формирующих просто "группу риска" по хроническим заболеваниям. Изучение показателей периферической крови у 90 случайно выбранных человек выявило определенные изменения общих показателей крови, которые ранее обнаруживались у населения районов, затронутых радиационными воздействиями. Максимально выраженные отклонения от "региональной нормы", заключающиеся в сниженном содержании гемоглобина, лейкоцитов, а также в нарушении формы эритроцитов имеют 17 % обследованных лиц и только 24 % людей имеют нормальные показатели.

Предварительный анализ структуры заболеваемости и смертности населения Самбургской тундры по данным медстатистики Пуровской районной больницы выявил резкий рост смертности от онкологических заболеваний, ранее не свойственных коренному населению региона, причем в 50 % случаев – это рак органов пищеварения.

### РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В выборку компонентов биогеоценоза вошли лесные подстилки, мхи, лишайники, торфы и донные отложения, а также некоторые образцы растительности, служащей пищей для оленей в летние периоды. В северных и южных стадах района отобраны пробы оленины – основной пищи тундровых ненцев.  $^{137}\text{Cs}$  определен гамма-спектрометрическим,  $^{90}\text{Sr}$  – бета-радиометрическими методами в Аналитическом центре ОИГГМ СО РАН (Новосибирск, Россия). Все данные приводятся в пересчете на воздушно-сухую массу. Исключение представляют только образцы различных органов оленей, проанализированных в естественном состоянии.

Проблеме "ягель–олень–человек" посвящено огромное количество работ как в России, так и за рубежом, но все они относятся к 60–70 гг. [6–9]. Современное состояние радиоактивного загрязнения Севера изучено крайне слабо.

Присутствие  $^{137}\text{Cs}$  обнаружено во всех 94 точках наблюдения. Его активность, как это видно из данных табл. 2, в однотипных компонентах биогеоценоза колеблется в широком диапазоне. Несомненно, эти вариации в первую очередь обусловлены неравномерным выпадением радиоактивных осадков, отмечаемым всеми исследователями радиоэкологических проблем. Однако и видовой состав растений играет весьма заметную роль. Так, в различных видах лишайников Пуровского р-на, собранных на площади 10 × 10 м, разброс значений активности  $^{137}\text{Cs}$  составляет 58–144 Бк/кг.

С данными о меньшей загрязненности северных территорий России по сравнению с южными [10] не согласуются полученные нами значения активности  $^{137}\text{Cs}$  в лишайниках. Так,

в одном и том же виде лишайника *Cladina stellaris* в Пуровском р-не обнаружено в среднем 118,2 Бк/кг, а на Алтае – регионе, наиболее пострадавшем от испытаний на Семипалатинском полигоне – 38 Бк/кг. Аналогичное замечание относится и к лесным подстилкам – субстрате, на котором произрастают лишайники (320 и 130 Бк/кг соответственно). В то же время донные отложения озер на Севере загрязнены  $^{137}\text{Cs}$  меньше, чем на Алтае, но недостаточное количество данных по озерам исследованного района не позволяет провести это сравнение корректно.

Обращает на себя внимание достаточно высокая активность  $^{137}\text{Cs}$  в оленине (см. табл. 2). Конечно, средние значения не достигают допустимых уровней, однако постоянное употребление в пищу мяса оленей служит хроническим источником внутреннего облучения тундровых ненцев. А такие значения, как 1200 Бк/кг в одной пробе вяленого мяса, которое составляет значительную часть летнего рациона коренных жителей, должны быть признаны чрезвычайно опасными.

Т а б л и ц а 2

Пределы активности  $^{137}\text{CS}$  в компонентах биогеоценоза Пуровского р-на

| Компоненты            | $^{137}\text{CS}$ , Бк/кг, среднее значение |
|-----------------------|---|
| Лесные подстилки      | 320 (19–610)                                |
| Мхи                   | 89,2 (2–738)                                |
| Лишайники             | 118,2 (9–372)                               |
| Торфы                 | 130 (60–200)                                |
| Донные отложения      | 59 (33–102)                                 |
| Грибы белые           | 169,5 (120–219)                             |
| Листья ольхи и березы | 64  |
| Хвощи                 | 41,7(8–76)                                  |
| Мясо оленя            | 162,1(66–315)                               |
| Печень                | 71,4(30–131)                                |
| Почки                 | 163,9(46–370)                               |
| Легкие                | 54,0(30–82)                                 |
| Сердце                | 74,8(47–99)                                 |
| Костный мозг          | 14,7(2–38)                                  |
| Костная ткань         | 22,4(5–57)                                  |

П р и м е ч а н и е. В скобках – пределы содержания.

В целом оленина северных стад (пос. Самбург) загрязнена радиоцезием меньше, чем южных – 88,3 и 203,5 Бк/кг. Для сравнения: в баранине и говядине с Алтая  $^{137}\text{Cs}$  не обнаружен.

Следует отметить и еще одно обстоятельство. В органах молодых оленей  $^{137}\text{Cs}$  больше, чем у старых. Например, в мясе теленка (9 мес) обнаружено 256 Бк/кг  $^{137}\text{Cs}$ , а у быка 6-летнего возраста из того же стада – 141 Бк/кг; соответственно в печени – 131 и 51, в почках – 370 и 141, в костях – 43 и 23 Бк/кг. Этот пример не единичен.

Что касается  $^{90}\text{Sr}$ , то его активность в мягких тканях оленей ничтожна и в северных стадах колеблется от 0,25 до 1 Бк/кг, в костной ткани существенно выше – 54,5–103,4 Бк/кг. По южным стадам данные отсутствуют.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ отдельных компонентов биогеноса Пуровского р-на показал весьма существенное загрязнение их искусственными радионуклидами. Особо следует подчеркнуть повышенную загрязненность радиоцезием лишайников. Основное поступление  $^{137}\text{Cs}$  в организм коренных жителей – оленеводов происходит через оленину, которая служит им основным продуктом питания. Таким образом, инкорпорированный радиоцезий может являться источником постоянного внутреннего облучения, что, несомненно, оказывает отрицательное влияние на здоровье человека, для которого пищевая цепочка начинается с ягеля.

Масштаб выявленных цитогенетических нарушений, вторичных иммунодефицитных состояний, определенные изменения общих показателей крови, а также сходство этих нарушений с таковыми у жителей радиационно пострадавших районов позволяют нам предположить, что радиационный фактор, обусловленный последствиями испытаний ядерных устройств на Северном полигоне (о-в Новая Земля), в настоящее время вносит свой вклад в ухудшение состояния здоровья коренных жителей Севера.

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта СО РАН (1997–1998 гг.) и гранта РФФИ 97-05-65235.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О. Л. Посух, Л. П. Осипова, Ю. А. Крюков, Е. А. Ивакин, *Генетика*, 1996, **32**: 6, 822–829.
2. Л. П. Осипова, О. Л. Посух, Е. А. Ивакин и др., Там же, 830–836.
3. J. Pohl-Ruling, In G. Obe (ed.), *Advances in Mutagenesis Research*, 2, 1990, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 155–190.
4. Н. П. Бочков, *Вестн. РАМН*, 1993, 6, 51–56.
5. В. Г. Матвеева, О. В. Саблина, В. Р. Еремина и др., *Генетические эффекты антропогенных факторов среды*, вып. 5–17, Новосибирск, 1993.
6. K. Liden, *Acta Radiolog*, 1961, 56, 64–65.
7. А. И. Нижников, М. А. Невструева, П. В. Рамзаев и др., *Цезий-137 в цепочке лишайник–олень–человек на Крайнем Севере СССР (1962–1968 гг.)*, М., Атомиздат, 1969.
8. D. F. Holleman, J. R. Luik, F. W. Whicher, *Health Phys*, 1971, **21**: 5, 657–666.
9. А. А. Моисеев, П. В. Рамзаев, *Цезий-137 в биосфере*, М., Атомиздат, 1975.
10. М. Н. Троицкая, П. В. Рамзаев, А. А. Моисеев и др., в кн.: *Радиоэкология*, 2, М., Атомиздат, 1971, 325–353.

### Medical Genetic Studies of Tundra Nenetz Population and Estimation of Radiation Situation in their Habitation Region

L. P. OSIPOVA, O. L. POSUKH, A. V. PONOMAREVA, V. G. MATVEEVA,  
B. L. SHCHERBOV, V. D. STRAKHOVENKO, F. V. SUKHORUKOV

Long-term studies of Tundra Nenetz population inhabiting the basin of lower reaches of the Pur river (the Pur raion of the Yamal-Nenetz autonomous district) have resulted in detecting an increased frequency of chromosome aberrations, secondary immunodeficit conditions and changes of blood cell composition characteristic of populations of regions that have been exposed to irradiation. Analysis of long-living radionuclides in biogeocenosis components has shown a considerable current radioactive pollution of the territory inhabited by the natives of the Russian Extreme North. A special attention is paid to the ecological "lichen–reindeer–man" chain. The proximity of the reseach location to the Northern testing ground permits considering the latter as the main radioactive pollution source after the cessation of nuclear tests in Novaya Zemlya.