

УДК 576.316

<https://doi.org/10.21603/-I-IC-132>

УРОВЕНЬ ХРОМОСОМНЫХ НАРУШЕНИЙ И ДОЗА АКТИВНЫХ РИБОСОМНЫХ ГЕНОВ У РАБОЧИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Тимофеева А.А.* , Соболева О.А.* , Астафьева Е. А.**

*Институт экологии человека Федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово, Россия

**Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия

Аннотация

Цель: изучение связи дозы активных рибосомных генов и уровня хромосомных нарушений у рабочих угольных шахт.

Изучены хромосомные aberrации у 357 шахтеров и 736 мужчин, не работающих на промышленных предприятиях. Дозу активных рибосомных генов смогли оценить у 154 шахтеров и 91 человека из группы сравнения. Обнаружено увеличение частоты встречаемости одиночных фрагментов у рабочих со средней дозой активных рибосомных генов.

Ключевые слова: хромосомные aberrации, шахтеры, доза активных рибосомных генов.

Для работников угольных производств достаточно актуальной является проблема комплексного воздействия производственной среды на стабильность генома. Развивающийся, при долговременном воздействии угольной пыли на организм человека, хронический воспалительный процесс приводит к образованию активных форм кислорода, что увеличивает вероятность цитогенетических нарушений [1, 2]. Существенную роль при адаптации индивидов к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды играют гены, кодирующие рибосомальную РНК [3].

Были изучены хромосомные aberrации у 357 шахтеров, работающих на угольных шахтах Кузбасса. В контрольную группу вошло 736 мужчин, не работающих на предприятиях, проживающих в г. Кемерово.

Для изучения цитотоксических эффектов комплексного воздействия факторов производственной среды предприятий угольного цикла на организм человека применялся метод учета хромосомных aberrаций (ХА) в 48-часовых культурах лимфоцитов периферической крови [4]. Активность рибосомных генов (АкРГ) оценивали на препаратах хромосом, окрашенных нитратом серебра по методу В.М. Хауэлла и Д.А. Блэка [5] с модификациями. Размеры ядрышкообразующих районов хромосом оценивали визуально по 5-балльной системе [6].

Статистический анализ данных осуществлялся с помощью программ STATISTICA v.8.0. Сравнение групп проводилось с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни U-тест. Статистически значимыми считали различия при $p < 0.05$.

В ходе проведенного исследования было зарегистрировано статистически значимое увеличение уровня цитогенетических поломок у шахтеров по сравнению с контрольной группой, что указывает на мутагенный характер воздействия факторов производственной среды на организм человека (таблица 1).

Таблица 1

Цитогенетические и пролиферативные параметры микроядерного теста, %

Показатели	Шахтеры (Mean ±St.err)	Контрольная группа (Mean ±St.err)
Число aberrаций на 100 клеток	4,22 ± 0,14*	1,54 ± 0,05
Одиночные фрагменты	2,24 ± 0,10*	0,95 ± 0,03
Хроматидные обмены	0,07 ± 0,01	0,014 ± 0,003
Парные фрагменты	1,22 ± 0,06*	0,42 ± 0,02
Хромосомные обмены	0,50 ± 0,03*	0,11 ± 0,01

Примечание. Mean ±St.err - среднее значение ± стандартная ошибка, *p < 0,0001; статистически значимо отличается от соответствующих значений для контрольной группы.

На следующем этапе было проведено изучение дозы АкРГ в группах контроля и шахтеров, статистически значимых отличий показателей дозы АкРГ не выявлено.

Для проведения сравнительного анализа дозы АкРГ и уровня ХА все выборки обследованных разделили на три группы в зависимости от копийности АрРГ: низкокопийные (доза АкРГ от 15,00 до 17,99 усл. ед.), среднекопийные (доза АкРГ от 18,00 до 20,99 усл. ед.) и высококопийные индивиды (доза АкРГ от 21,00 до 23,99 усл. ед.) [6].

В когорте шахтеров со средней дозой АкРГ было зарегистрировано статистически значимое увеличение частоты встречаемости одиночных фрагментов по сравнению с шахтерами с низкой дозой (рисунок 1).

В контрольной группе зависимости уровня хромосомных поломок от дозы АкРГ не обнаружено. Таким образом, полученные результаты указывают на значимость дозы АкРГ в условиях комплексного воздействия неблагоприятных факторов производственной среды.

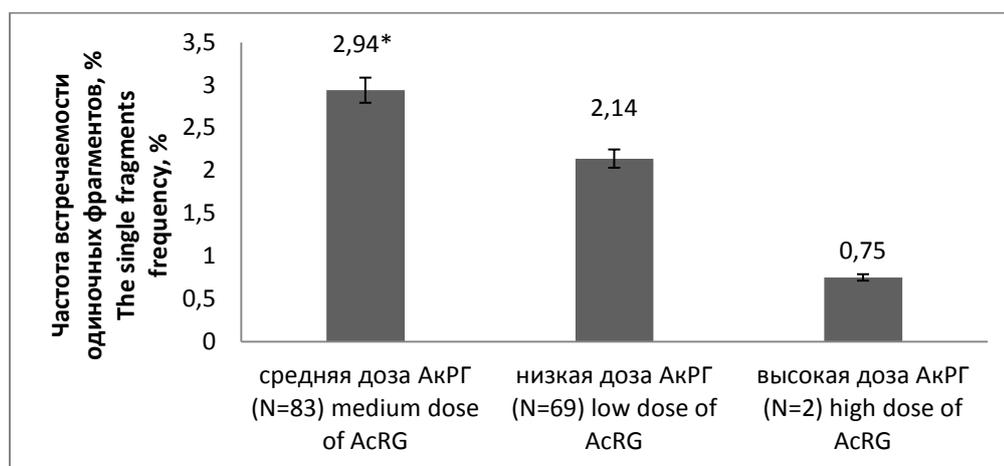


Рис.1. Частота встречаемости одиночных фрагментов у шахтеров с различной дозой АкРГ

*p=0,016, отличие от шахтеров со средней дозой АкРГ от рабочих с низкой дозой

Проведенный в данном исследовании анализ ХА, показывает статистически значимое увеличение частоты встречаемости цитогенетических нарушений у работников предприятий угольного цикла по сравнению с жителями, не контактирующими с производственными мутагенами. Влияние дозы АкРГ на уровень ХА в условиях комплексного воздействия факторов производственной среды изучено недостаточно. Данные, полученные в нашей работе, согласуются с результатами исследования, проведенного среди жителей Курской области, где также выявлено увеличение частоты встречаемости цитогенетических нарушений у лиц со средней дозой АкРГ [7].

Таким образом, в ходе проведенного исследования было выявлено, что наибольшей чувствительностью к воздействию факторов производственной среды обладают шахтеры со средней дозой АкРГ. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы при разработке системы прогноза индивидуальной чувствительности человека к комплексному воздействию факторов среды угольных шахт.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Кемеровской области в рамках научного проекта № 20-44-420012.

Список литературы

1. Ulker, O.C. Cytogenetic monitoring of coal workers and patients with coal workers' pneumoconiosis in Turkey / Ulker, O.C., Ustundag, A., Duydu Y., et al. // Environ Mol. Mutagen. – 2008. – V. – № 3. – P. 232-237.
2. León-Mejía, G. Genetic damage in coal miners evaluated by buccal micronucleus cytome assay / León-Mejía, G., Quintana, M., Debastiani, R., et al. // Ecotoxicol Environ Saf. – 2014. – № 107. – P. 133-139.
3. Минаина, В.И., Дружинин, В.Г. Геномные дозы активных генов рРНК у рабочих коксохимического производства / Минаина, В.И., Дружинин, В.Г. // Генетика. – 2004. – Т. 40. – № 12. – С. 1702-1708.
4. Hungerford, P.A. Leukocytes cultured from small inocula of whole blood and the preparation of metaphase chromosomes by treatment with hypotonic KCl / Hungerford, P.A. // Stain Techn. – 1965. – № 40. – P. 333-338.
5. Howell, W.M. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method / Howell, W.M., Black, DA. // Experientia. 1980. – № 36. – P. 1014-1015.
6. Ляпунова, Н.А. Рибосомные гены в геноме человека: вклад в генетическую индивидуальность и фенотипической проявление дозы гена / Ляпунова, Н.А. // Вестн. Рос. АМН. – 2000. – №5. – С. 19–23.
7. Медведев, И. Н. Выраженность хромосомных aberrаций и активность ядрышкообразующих районов хромосом среди коренных жителей Курского региона / Медведев, И. Н., Амелина, И. В. // Вестник Московского университета. – 2014. – Серия 23, Антропология. – №2. – С. 109–113.

THE LEVEL OF CHROMOSOMAL ABERRATIONS AND THE DOSE OF ACTIVE RIBOSOMAL GENES IN COAL MINE WORKERS

Timofeeva A.A.*, Soboleva O.A.*, Astaf'eva E.A.**

*The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russian Federation

**Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

Abstract

Purpose: to study the relationship between the dose of active ribosomal genes and the level of chromosomal aberrations in coal mine workers.

Chromosomal aberrations were studied in 357 miners and 736 men who do not work at industry. The dose of active ribosomal assessed in 154 miners and 91 people from the comparison group. Identified increase in the frequency of occurrence of single fragments in workers with an average dose of active ribosomal genes.

Key words: chromosomal aberrations, miners, dose of active ribosomal genes.

References

1. Ulker, O.C. Cytogenetic monitoring of coal workers and patients with coal workers' pneumoconiosis in Turkey / Ulker, O.C., Ustundag, A., Duydu Y., et al. // *Environ Mol. Mutagen.* – 2008. – V. – № 3. – P. 232-237.
2. León-Mejía, G. Genetic damage in coal miners evaluated by buccal micronucleus cytome assay / León-Mejía, G., Quintana, M., Debastiani, R., et al. // *Ecotoxicol Environ Saf.* – 2014. – № 107. – P. 133-139.
3. Minina, V.I. Genomic dosages of active rRNA genes in coke-oven workers / Minina, V.I., Druzhinin, V.G. // *Russian Journal of Genetics.* – 2004. – V. 40. – № 12. – P. 1702-1708.
4. Hungerford, P.A. Leukocytes cultured from small inocula of whole blood and the preparation of metaphase chromosomes by treatment with hypotonic KCl / Hungerford, P.A. // *Stain Techn.* – 1965. – № 40. – P. 333-338.
5. Howell, W.M. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method / Howell, W.M., Black, DA. // *Experientia.* 1980. – № 36. – P. 1014-1015.
6. Lyapunova, N.A. Ribosomnye geny v genome cheloveka: vklad v geneticheskuyu individual'nost' i fenotipicheskoy proyavlenie dozy gena / Lyapunova, N.A. // *Vestn. Ros. AMN.* – 2000. – №5. – P. 19–23.
7. Medvedev, I. N. Vyrazhennost' khromosomnykh aberratsii i aktivnost' yadryshkoobrazuyushchikh raionov khromosom sredi korennykh zhitelei Kurskogo regiona / Medvedev, I. N., Amelina, I. V. // *Vestnik Moskovskogo universiteta.* – 2014. – Seriya 23, Antropologiya. – №2. – P. 109–113.