

<https://doi.org/10.25557/2073-7998.2025.07.64-65>

Генотоксические эффекты у работников угольных производств

Минина В.И., Марущак А.В., Чернова А.В., Тимофеева А.А.

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук
650000, г. Кемерово, Россия, пр-т Советский, д.18

Известно, что повышенная концентрация угольной пыли в воздухе рабочей зоны предприятий приводит не только к развитию воспалительных заболеваний дыхательной системы, но и к повышению геномной нестабильности в клетках иммунной системы, что может иметь крайне неблагоприятные последствия. Были обследованы шахтеры угольных шахт Кузбасса (n=507), сотрудники угольных ТЭЦ (n=455) и жители той же местности, не занятые в промышленном производстве (n=798). Оценивали частоту структурных хромосомных aberrаций (ХА), проводили микроядерный (МЯ) тест на лимфоцитах крови с цитохалазиновым блоком, изучали частоту гиперметилирования промоторов ключевых генов репарации (*XRCC1*, *XRCC2*, *XRCC3*, *XRCC4*, *ERCC2*, *ERCC5*) с использованием метил-специфической полимеразной цепной реакции. Установлено, что у всех угольщиков повышены частота цитогенетических маркеров повреждений ДНК (ХА, МЯ, мостов, протрузий) и частота встречаемости гиперметилированного и метилированного статусов промоторов изученных генов.

Ключевые слова: угольные предприятия, генотоксические эффекты, микроядра, хромосомные aberrации, метилирование ДНК.

Для цитирования: Минина В.И., Марущак А.В., Чернова А.В., Тимофеева А.А. Генотоксические эффекты у работников угольных производств. *Медицинская генетика* 2025; 24(7): 64-65.

Автор для корреспонденции: Минина Варвара Ивановна; e-mail: vminina@mail.ru

Финансирование. Исследование выполнено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 10.06.2025

Принята: 30.06.2025

Genotoxic effects in workers of coal production

Minina V.I., Marushchak A.V., Chernova A.V., Timofeeva A.A.

Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
18, Sovetsky Ave., Kemerovo, 650000, Russian Federation

It is known that increased concentration of coal dust in the air of the working area of enterprises leads not only to the development of inflammatory diseases of the respiratory system, but also to increased genomic instability in the cells of the immune system, which can have extremely unfavorable consequences. Miners of coal mines of Kuzbass (n = 507), employees of coal thermal power plants (n = 455) and residents of the same area not engaged in industrial production (n = 798) were examined. The frequency of structural chromosomal aberrations (CA) was assessed, a micronucleus (MN) test was performed on blood lymphocytes with a cytochalasin block, the frequency of hypermethylation of promoters of key repair genes (*XRCC1*, *XRCC2*, *XRCC3*, *XRCC4*, *ERCC2*, *ERCC5*) was studied using methyl-specific polymerase chain reaction. It was found that all workers had an increased frequency of CA, MN, bridges, protrusions. An increase in the frequency of occurrence of hypermethylated and methylated statuses of promoters of the studied genes was noted.

Keywords: coal enterprises, genotoxic effects, micronuclei, chromosomal aberrations, DNA methylation.

For citation: Minina V.I., Marushchak A.V., Chernova A.V., Timofeeva A.A. Genotoxic effects in workers of coal production. *Medical genetics [Medicinskaya genetika]*. 2025; 24(7): 64-65. (In Russ.)

Corresponding author: Minina V.I. ; e-mail: vminina@mail.ru

Funding. The study was not supported by sponsorship.

Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 10.06.2025

Accepted: 30.06.2025

Введение

В производственной среде угольных предприятий присутствует большая группа потенциально опасных для здоровья человека факторов и веществ [1]. Вместе с тем существуют неоднозначные данные по оценке генотоксических эффектов и определения эпигенетического статуса у работников таких производств. В связи с этим **целью** данного исследования является изучение цитогенетических и молекулярных маркеров действия производственной среды на работников угольных шахт и теплоэлектростанций Кузбасса.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили образцы венозной крови 1760 человек, из которых 455 являются работниками угольных теплоэлектростанций г. Кемерово, 507 шахтеров угольных шахт и 798 неработающих на производстве доноров, составивших группу сравнения. Группа сравнения была подобрана соответственно полу, возрасту и статусу курения. Для учета цитогенетических маркеров выполняли культивирование лимфоцитов крови в течении 72 часов. Микроядерный тест выполняли на клетках крови с цитохалазиновым блоком по стандартной методике. Для оценки статуса метилирования образцы выделенной фенол-хлороформным методом ДНК обрабатывали метабисульфитом натрия и использовали в метил-специфической полимеразной цепной реакции с оригинальными парами праймеров, подобранными к промоторным областям генов *XRCC1*, *XRCC2*, *XRCC3*, *XRCC4*, *ERCC2*, *ERCC5*.

Результаты

Наибольший уровень структурных повреждений хромосом был отмечен у работников угольных шахт: $3,91 \pm 0,12\%$. У работников угольных ТЭЦ частота клеток с повреждениями хромосом была ниже и составила $3,17 \pm 0,09\%$ ($p=0,0001$), что, тем не менее, также превышает значения в группе сравнения ($1,52 \pm 0,04\%$,

$p=0,00001$). Частота микроядер, мостов и протрузий в обеих производственных группах была статистически значимо выше, чем в группе сравнения. В результате анализа метилирования было обнаружено статистически значимое увеличение частоты встречаемости гиперметилированного и метилированного статусов промоторов изученных генов репарации у рабочих ($p<0,0001$).

Обсуждение

Известно, что метилирование промоторов генов репарации ДНК оказывает подавляющее действие на их экспрессию [2] и способствует накоплению геномных повреждений [3]. В данном исследовании продемонстрировано значительное изменение степени метилирования промоторов перечисленных генов в условиях работы на угольных предприятиях. Таким образом, повышенный уровень геномной нестабильности у работников угольных предприятий может быть связан как с прямым повреждающим действием факторов производственной среды, так и с эпигенетическими эффектами, приводящими к снижению эффективности систем репарации повреждений ДНК.

Заключение

Выявлены генотоксические и эпигенетические эффекты действия факторов производственной среды угольных предприятий Кузбасса.

Литература/References

1. Hossain M.N., Paul S.K., Hasan M.M. Environmental impacts of coal mine and thermal power plant to the surroundings of Barapukuria, Dinajpur, Bangladesh. *Environ Monit Assess.* 2015;187(4):202.
2. Wang P., Tang J.T., Peng Y.S. et al. XRCC1 downregulated through promoter hypermethylation is involved in human gastric carcinogenesis. *J Dig Dis.* 2010;11(6):343-51.
3. Roos W.P., Nikolova .T, Quiros S. et al. BRCA2/XRCC2 dependent HR, but not NHEJ, is required for protection against O(6)-methylguanine triggered apoptosis, DSBs and chromosomal aberrations by a process leading to SCEs. *DNA Repair (Amst).* 2009;8(1):72-86.