

УДК 613.6.027

## **ПРИМЕНЕНИЕ СКРИНИНГОВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ У РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Балабанова Л.А.<sup>1</sup>, Камаев С.К.<sup>2</sup>**

1 - ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, Казань, Россия

2 - ЧОУ ВО Институт социальных и гуманитарных знаний, Казань, Россия

*Цель исследования: изучение условий труда работников машиностроения, выявление нарушений репродуктивного здоровья с применением скрининговых методов и разработка мер профилактики.*

*В работе использовалась система многоуровневого скрининга. На рабочих местах определены превышения уровней шума, локальной вибрации, концентраций химических веществ в воздухе рабочей зоны. Выявлены нарушения гормонального статуса у работающих. Построена математическая модель оценки вероятности возникновения репродуктивных нарушений, определены достоверно влияющие факторы. Разработаны рекомендации.*

**Ключевые слова:** производственные факторы, многоуровневый скрининг, машиностроение, условия труда, репродуктивное здоровье

**Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.**

## **THE USE OF SCREENING METHODS FOR DETECTING REPRODUCTIVE HEALTH DISORDERS IN ENGINEERING WORKERS**

**Balabanova L.A.<sup>1</sup>, Kamaev S.K.<sup>2</sup>**

1 - Kazan state medical University, Kazan, Russia

2 - Institute of Social and Humanitarian Knowledge, Kazan, Russia

*The aim of the work was to study the working conditions of engineering workers, identify reproductive health disorders using screening methods and develop preventive measures.*

*A multilevel screening system was used. At workplaces, noise levels, local vibration, concentrations of chemicals in the air of the work area are exceeded. Hormonal status disorders in workers have been identified. A mathematical model for estimating the probability of reproductive disorders has been constructed, and significantly influencing factors have been determined. Recommendations have been developed.*

**Key words:** occupational factors, multilevel screening, mechanical engineering, working conditions, reproductive health

**Authors declare lack of the possible conflicts of interests.**

Основными веществами, загрязняющими среду обитания в крупных городах, являются такие репродуктивноопасные токсические вещества, как диоксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен [3]. Эти вещества способны не только вызывать нарушения в состоянии здоровья, но и, через мутагенные и генотоксические эффекты, приводить к отдаленным последствиям, влияя на здоровье будущих поколений [1, 2, 4, 5]. Предлагаемые профилактические мероприятия чаще всего являются мерами

вторичной и третичной профилактики, а не первичными мероприятиями, которые могли бы привести к улучшению состояния здоровья населения из групп высокого риска.

В период профессиональной деятельности человек получает дополнительную химическую нагрузку за счет контакта на производстве с химическими веществами, обладающими канцерогенными, мутагенными и генотоксическими эффектами. Нарушения в состоянии здоровья также могут вызывать воздействия физических факторов производственной среды.

Почти 93 млн. человек в Российской Федерации испытывают воздействие комплексной химической нагрузки, а в 35 регионах страны на показатели заболеваемости влияют производственные факторы [3]. В этой связи проведение профилактических мероприятий и разработка мер, направленных на сохранение здоровья трудоспособного населения, являются особенно актуальными. Необходимыми представляются разработка и внедрение скрининговых методов исследования здоровья населения репродуктивного возраста, особенно лиц, занятых на производстве. Основной целью таких исследований будет выявление групп высокого риска, разработка и проведение профилактических мероприятий, направленных на охрану репродуктивного здоровья, поскольку репродуктивная система является одной из самых восприимчивых к воздействию внешних факторов среды систем человеческого организма [5, 6, 10, 11].

Машиностроение – одна из ведущих отраслей промышленности. На состояние здоровья мужчин – работников машиностроения воздействуют репродуктивноопасные химические (оксид углерода, тяжелые металлы, бенз(а)пирен и др.) и физические (шум, вибрация, тепловое излучение) производственные факторы [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9].

Литературные источники свидетельствуют, что воздействие общей вибрации на мужской организм приводит к нарушениям сперматогенеза, снижению объема эякулята и доли подвижных сперматозоидов. Локальная вибрация вызывает нарушение сперматогенеза, снижение секреторной функции простаты. У больных вибрационной болезнью выявляется снижение уровня тестостерона, особенно у лиц с большим стажем работы. Влияние шума на организм мужчин проявляется в изменении вязкости эякулята, снижении подвижности сперматозоидов [2, 4, 5].

Присутствующие на рабочих местах тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий и др.), нейротропные яды (фенол, толуол, бензин, хлорид аммиака), канцерогенные вещества (бенз(а)пирен и его метаболиты) оказывают токсическое влияние на сперматогенные клетки, клетки Лейдига, гипоталамо-гипофизарную систему, нарушая механизмы обратной связи в цепочке гипоталамус – гипофиз – яички [1, 2, 4, 5, 8, 9].

В связи с этим исследование роли вредных факторов в формировании нарушений репродуктивного здоровья работающих, создание скрининговых методов выявления ранних изменений в состоянии здоровья и разработка профилактических мероприятий представляются наиболее актуальными.

Целью исследования явилось изучение условий труда мужчин, занятых в машиностроении, выявление нарушений репродуктивного здоровья с применением скрининговых методов и разработка мер профилактики.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовалась система многоуровневого скрининга, состоящая из комплекса социально-гигиенических, физических, химических, биохимических исследований. Для статистической обработки данных применены методы параметрической и непараметрической статистики.

Изучены условия труда 318 мужчин - работников ведущих профессий машиностроительного предприятия, имеющих профессиональный контакт с вредными

производственными факторами. Контрольную группу составили 148 работников, профессии которых не связаны с вредными факторами производственной среды.

На первом этапе в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» была проведена гигиеническая оценка производственных факторов и определены классы условий труда.

На втором этапе по специально разработанной анкете проводился анкетный скрининг, который включал в себя вопросы по изучению состояния здоровья, социального статуса рабочих, вредных привычек, условий труда.

На третьем этапе методом твердофазного иммуноферментного анализа определялись уровни основных гормонов, ответственных за репродуктивную функцию мужчин (тестостерона, лютропина, фоллитропина).

На четвертом этапе с применением стандартного пакета программ с использованием параметрических и непараметрических методов статистики проводилась статистическая обработка данных.

На заключительном этапе проводилось математическое моделирование.

**Результаты и обсуждение.** Гигиеническая оценка факторов производственной среды позволила выявить превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) бенз(а)пирена, аэрозолей минеральных масел, диоксида азота, эпихлоргидрина в воздухе рабочей зоны. Средние концентрации оксида углерода в цехах за период наблюдения составили  $5,7+1,41$  мг/м<sup>3</sup>; диоксида азота –  $1,43+0,19$  мг/м<sup>3</sup>; минеральных масел  $3,6+1,22$  мг/м<sup>3</sup>; эпихлоргидрина –  $1,96+0,77$  мг/м<sup>3</sup>; бенз(а)пирена  $0,001334+0,08$  мг/м<sup>3</sup>. Отмечаются превышения предельно-допустимых уровней (ПДУ) шума на 4 – 29 дБА. Показатели интенсивности теплового излучения превышают допустимые уровни, причем превышения напрямую зависят от фаз технологического процесса и варьируют от 1,17 ПДУ до 13,69 ПДУ.

По результатам гигиенической оценки факторов производственной среды определены классы условий труда. В целом, условия труда в машиностроении характеризуются как вредные, классы 3.1. – 3.3. составляют 57,5%.

В ходе анкетирования выяснено, что 8,5% респондентов обращались к врачу по поводу нарушения репродуктивной функции, 4,2% опрошенных отметили, что у их жен случались выкидыши.

Анкетный скрининг позволил оценить не только социально-бытовые, но и вредные факторы производственной среды, влияющие на здоровье работников машиностроения. В контакте со смазочно-охлаждающими жидкостями работают 68,2% опрошенных, 24,3% - в контакте с химическим фактором, 14,4% - с тяжелыми металлами, 66,2% - в контакте с шумом, 40,1% - с локальной вибрацией, 14,4% в условиях перегревания, 22,3% - переохлаждения.

Результаты исследования уровней тестостерона, лютропина, фоллитропина у 291 работника опытной группы (группа риска по итогам первых двух этапов исследования) показали снижение уровней тестостерона и повышение уровней лютропина и фоллитропина по сравнению с контрольной (148 работников) у 25,5 на 100 работников. У 17,02 на 100 работающих зафиксированы отклонения по одному гормону, у 6,38 на 100 работающих – по двум гормонам, у 2,12 на 100 работающих - по всем трем определяемым параметрам. Сравнение уровней гормонов проводилось с возрастной нормой.

У 21% работников, имеющих контакт с локальной вибрацией при скорректированных по частоте уровнях  $114\pm 1,7$  дБ, обнаружены нарушения

гормонального статуса. Отклонения от нормы уровней тестостерона в сторону снижения показателей определены у 14,9% обследованных.

Выявлено, что тепловое излучение и шум достоверно влияют на вероятность возникновения нарушения репродуктивного здоровья у мужчин - работников машиностроения. Шум на рабочих местах при уровнях звука  $87,7+4,5$  дБ достоверно влияет на уровни тестостерона в крови ( $r = 0,51$  при  $p < 0,04$ ), что может быть связано с воздействием на клетки Лейдига и гипоталамо-гипофизарную систему. Тепловое излучение достоверно влияет на уровни тестостерона ( $r = - 0,53$  при  $p < 0,05$ ), причиной этого может быть перегревание репродуктивных органов. Воздействие репротоксикантов (бенз(а)пирен, аэрозоли минеральных масел, диоксида азота), может вызвать нарушения репродуктивного здоровья.

Превышения концентраций репродуктивноопасных веществ в воздухе рабочей зоны, переохлаждение и перегревание, превышения уровней шума и вибрации требуют постоянного контроля и мероприятий по оптимизации условий труда.

По результатам исследования построена математическая модель оценки вероятности возникновения репродуктивных нарушений. В модель вошли такие достоверно влияющие факторы, как воздействие вибрации, выявляемые ранее или предполагаемые изменения уровней тестостерона, выкидыши у жен в анамнезе. По результатам бальной оценки влияющих факторов разработана шкала из 4 групп риска: крайне высокий риск (необходимо обследование и лечение у врача), высокий риск (требуется наблюдение врача и медицинские осмотры не реже 1 раза в полгода), средний риск (требуется мониторинг состояния здоровья не реже 1 раза в год), низкий риск (рекомендуется мониторинг состояния здоровья).

Анализ результатов исследования показал, что на репродуктивное здоровье мужчин - работников машиностроения, оказывают влияние физические и химические факторы производственной среды. Изменение гормонального статуса способствует возникновению нарушения репродуктивного здоровья.

Построенная математическая модель оценки вероятности возникновения репродуктивных нарушений, позволила выявить лиц групп риска. Практическое применение модели позволило повысить эффективность формирования групп риска на 18%. Предложены мероприятия по профилактике нарушений репродуктивного здоровья мужчин для каждой группы риска и совершенствованию профессиональных отборов при работе на предприятиях машиностроения. При применении мероприятий по минимизации воздействия одного или нескольких управляемых факторов модели, можно снизить показатель до 2 раз, что позволяет на 15% повысить эффективность первичной профилактики нарушений репродуктивного здоровья.

Систему многоуровневого скрининга целесообразно рекомендовать для изучения состояния репродуктивного здоровья работающих, выявления групп риска и разработки профилактических мероприятий.

#### **Заключение.**

Условия труда работников машиностроения характеризуются как вредные. Классы условий труда 3.1. – 3.3. составляют 57,5%. Факторами, достоверно влияющими на вероятность возникновения нарушения репродуктивного здоровья у мужчин - работников машиностроения являются воздействие теплового излучения ( $r = - 0,53$  при  $p < 0,05$ ) и шума на рабочих местах ( $r = 0,51$  при  $p < 0,04$ ). Применение скрининговых исследований целесообразно использовать для изучения состояния репродуктивного здоровья работающих, повышения эффективности формирования групп риска (до 18%) и разработки профилактических мероприятий. Предложенные профилактические

мероприятия позволят на 15% повысить эффективность первичной профилактики нарушения репродуктивного здоровья у мужчин – работников машиностроения.

**Список литературы:**

1. Анализ рисков нарушения репродуктивного здоровья у работников канцерогеноопасных производств/ Л.А. Балабанова и др. // Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения : сб. науч. тр. Выпуск 5. - Н.Новгород, 2018. – С. – 18 - 22.
2. К вопросу о влиянии условий труда на риск возникновения нарушений репродуктивного здоровья у работников машиностроения/ Л.А. Балабанова и др. //Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения. Сборник научных трудов. Выпуск 5. - Н.Новгород, 2018.– С. – 13 - 18.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году : Государственный доклад. - М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017.
4. Оценка влияния производственных канцерогенных и репродуктивноопасных факторов на здоровье работников машиностроения/ Балабанова Л.А. и др. // Уральский медицинский журнал. - 2008.- № 11. - С. 59 - 61.
5. Риск возникновения неинфекционных заболеваний репродуктивной системы у работников машиностроения / Балабанова Л.А. и др. // Профилактическая медицина. – 2016. – Т. 19 - № 2 (выпуск 2). – С. 8.
6. Риск возникновения репродуктивных нарушений у мужчин в условиях высокой техногенной нагрузки/ Балабанова Л.А. и др. // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2. - С. 78 - 79.
7. Риски возникновения репродуктивных нарушений у мужчин трудоспособного возраста/ Мешков А.В. и др.//Современные проблемы науки и образования. - 2015.- № 2. - С. 65 - 66.
8. Риски нарушения репродуктивного здоровья у мужчин, занятых на предприятиях авиастроения/ И. Д. Ситдикова и др. // Практическая медицина.- 2015.- № 4-2.- С. 125-127.
9. Ситдикова, И. Д. Факторы риска для репродуктивного здоровья мужчин трудоспособного возраста/ И. Д. Ситдикова, Л.А. Балабанова, А.А. Имамов // Практическая медицина. - 2014. - Т. 1. -№ 4 (80). - С. 107 - 110.
10. Факторы риска возникновения неинфекционных заболеваний у работников машиностроения/Балабанова Л.А. и др. // Профилактическая медицина. – 2016. – Т. 19 - № 2 (выпуск 2). – С. 8-9.
11. The use of screening methods as element array system improvement public health / A.V.lakovlevet al. // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences» - 2016. - Т.7 - № 5. - P. 1821 - 1826.

Поступила/Received: 04.04.2018

Принята в печать/Accepted: 12.04.2018