

© РАЛЬЧЕНКО И. В., ШАЛАБОДОВ А. Д., РАЛЬЧЕНКО Е. С., ПУЗИКОВА О. А., ЕЛИФАНОВ А. В., СОРОКИН А. Д.

УДК: 612.116

DOI: 10.20333/25000136-2022-6-51-57

Влияние свинцовой интоксикации на показатели крови у больных с пылевым бронхитом и бронхиальной астмой

И. В. Ральченко¹, А. Д. Шалабодов¹, Е. С. Ральченко², О. А. Пузикова¹, А. В. Елифанов¹, А. Д. Сорокин³¹ Тюменский государственный университет, Тюмень 625003, Российская Федерация² Многопрофильный клинический медицинский центр «Медицинский город», Тюмень 625041, Российская Федерация³ Областная клиническая больница № 1, Тюмень 625023, Российская Федерация

Цель исследования. Изучить влияния свинцовой интоксикации на показатели крови у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом и бронхиальной астмой

Материал и методы. Исследование проводили у рабочих аккумуляторного завода (45 человек) в возрасте от 30 до 60 лет, которые контактировали со свинцом и здоровых добровольцев (15 человек), показатели крови определяли в гематологическом анализаторе XT-2000i с использованием уникальной технологии флуоресцентной проточной цитометрии.

Результаты. У работников аккумуляторного завода развиваются профессиональные заболевания – пылевой бронхит и бронхиальная астма. У всех исследуемых групп пациентов изменяются лабораторные показатели крови, по сравнению с контрольной группой, наблюдаются: анемия, лейкоцитоз, гемоглобинопатия, изменение качественной характеристики лейкоцитарной формулы, увеличение в процентном содержании микро и макрофагов. Для всех групп пациентов характерна активация внутрисосудистого свертывания крови, что говорит о наклонности к ДВС-синдрому. При сравнительной характеристике показателей крови выявлены более глубокие изменения у пациентов с бронхиальной астмой, подвергшихся воздействию свинца в процессе своей профессиональной деятельности. Установлено, что методика проточной цитометрии определения функциональных показателей крови является информативной и может быть использована для характеристики состояния лиц с профессиональными заболеваниями на основе свинцовой интоксикации.

Заключение. Впервые выявлено, что у работников аккумуляторного завода происходит увеличение общего количества тромбоцитов с ростом их размеров, что говорит о наклонности к ДВС-синдрому. Впервые установлено, что у пациентов с пылевым бронхитом обнаружено снижение концентрации гемоглобина, количества эритроцитов, рост общего количества лейкоцитов, за счет лимфоцитов, со снижением нейтрофилов и эозинофилов. Имеется корреляционная связь между количеством гемоглобина и количеством лейкоцитов. Впервые обнаружено, что у работников аккумуляторного завода страдающих бронхиальной астмой наблюдается увеличение количества гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитоз за счет лимфоцитов, но линейные связи между лейкоцитарными параметрами являются очень слабыми. На этом основании, мы рекомендуем проводить периодические осмотры с меньшими интервалами между ними. Сроки периодических осмотров зависят от характера производства и видов работ со свинцом и его соединениями. При приеме на работу основываться на противопоказаниях, таких как: заболевания крови; заболевания органов дыхания и сердечнососудистой системы.

Ключевые слова: свинцовая интоксикация, пылевой бронхит, бронхиальная астма, показатели крови, гемостаз, профессиональные заболевания, флуоресцентная проточная цитометрия.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Ральченко ИВ, Шалабодов АД, Ральченко ЕС, Пузикова ОА, Елифанов АВ, Сорокин АД. Влияние свинцовой интоксикации на показатели крови у больных с пылевым бронхитом и бронхиальной астмой. *Сибирское медицинское обозрение.* 2022;(6):51-57. DOI: 10.20333/25000136-2022-6-51-57

The effect of lead intoxication on blood parameters in patients with dust bronchitis and bronchial asthma

I. V. Ralchenko¹, A. D. Shalabodov¹, E. S. Ralchenko², O. A. Puzikova¹, A. V. Elifanov¹, A. D. Sorokin³¹ Tyumen State University, Tyumen 625003, Russian Federation² Multidisciplinary Clinical Medical Center «Medical City», Tyumen 625041, Russian Federation³ Regional Clinical Hospital № 1, Tyumen 625023, Russian Federation

The aim of the research. To study the effects of lead intoxication on blood parameters in battery factory workers with dust bronchitis and bronchial asthma.

Material and methods. The study was conducted on battery factory workers (45 subjects) aged 30 to 60 years who came into contact with lead and on healthy volunteers (15 subjects). Blood parameters were evaluated in hematological analyser XT-2000i using a unique technology of fluorescent flow cytometry.

Results. Employees of the battery plant develop occupational diseases: dust bronchitis and bronchial asthma. In all studied groups of patients, laboratory blood parameters changed compared with the control group: anemia, leukocytosis, haemoglobinopathy, a change in the qualitative characteristics of the leukocyte formula, an increase in the percentage of micro and macrophages were observed. Activation of intravascular coagulation is characteristic to all groups of patients, which indicates a tendency to DIC syndrome. Comparative characteristics of blood parameters revealed deeper changes in BA patients who were exposed to lead in their professional activities. It has been established that the technique of flow cytometry for determining functional blood parameters is informative and can be used to characterise the condition of persons with occupational diseases based on lead intoxication.

Conclusion. For the first time, it has been revealed that the total number of platelets increases with the growth of their size in battery factory workers, which indicates a trend toward DIC syndrome. For the first time, a decrease has been first found in the concentration of haemoglobin, the number of red blood cells, an increase in the total number of leukocytes due to lymphocytes with a decrease in neutrophils and eosinophils in patients with dust bronchitis. There is a correlation between the amount of haemoglobin and the number of leukocytes. It has been found for the first time that employees of a battery factory

suffering from bronchial asthma have an increase in the amount of haemoglobin, erythrocytes, leucocytosis due to lymphocytes, but the linear associations between leukocyte parameters are very weak. Based upon this, we recommend repeating medical examination with shorter intervals in between. The timing of periodic inspections depends on the nature of production and types of work with lead and its compounds. When applying for a job, such contraindications as blood diseases and diseases of the respiratory and cardiovascular systems should be a principal factor.

Key words: lead intoxication, dust bronchitis, bronchial asthma, blood counts, haemostasis, occupational diseases.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Ralchenko IV, Shalabodov AD, Ralchenko ES, Puzikova OA, Elifanov AV, Sorokin AD. The effect of lead intoxication on blood parameters in patients with dust bronchitis and bronchial asthma. *Siberian Medical Review*. 2022;(6):51-57. DOI: 10.20333/25000136-2022-6-51-57

Введение

Свинец относится к группе ядовитых металлов. Всемирная Организация Здравоохранения считает свинец одним из опасных элементов, который является вредным как для производства, так и для окружающей среды и человека [1, 2, 3]. Организм человека и животных включает механизм адаптации к свинцовой интоксикации и это в первую очередь относится к сердечнососудистой системе, у которой происходит развитие стресс реакции [4]. Развитие сердечно-сосудистой патологии, такой как нейроциркуляторной дистонии, миокардиодистрофии, артериальной гипертонии, ишемической болезни сердца возникают как следствие воздействие патогенного влияния свинца и его соединений [5, 6]. Известны единичные исследования о состоянии сердечнососудистой системы у работающих на свинцово-опасных производствах [6], а также о влиянии свинцовой интоксикации на показатели сердечно-сосудистой системы лабораторных животных [7, 8]. Универсальным механизмом ответной реакции организма на влияние производственных стрессогенных факторов считается активация реакций перекисного окисления липидов [9]. Снижение функциональной активности органов и систем с эффектами дезинтеграции или адаптивной реакции организма характерно для влияния производственных факторов на организм. Во многих исследовательских работах показана роль системы антиоксидантной защиты к промышленному влиянию свинца [9]. Производство, связанное с переработкой токсических веществ, воздействуя на организм, способствует активации процессов пероксидации, вызывая изменения клеток и их клеточных мембран, что оказывает влияние на реологические свойства крови. В развитии адаптации и дезадаптации важную роль играют мембранные механизмы [10]. Комплекс мероприятий, направленный на изучение влияния свинцовой интоксикации на организм человека, позволяет разработать профилактические меры, направленные на предупреждение вредного воздействия свинца на органы и системы организма [11, 12]. В связи с этим, целью нашего исследования явилось изучение влияния свинцовой интоксикации на показатели крови у работников аккумуляторного завода.

Материал и методы

Исследование одобрено этическими комитетами всех участвующих учреждений. Работа проведена на базе Областной клинической больницы № 1 г. Тюмени, Многопрофильного клинического медицинского центра «Медицинский город», Тюмень, кафедры анатомии и физиологии человека и животных Института биологии Тюменского

государственного университета. Совместно с врачами отделения пульмонологии Областной клинической больницы № 1 обследованы пациенты, находящиеся в отделении. Для решения поставленных в работе задач были проведены клинико-лабораторные исследования, сбор и анализ данных анамнеза. В исследовании были взяты 45 человек, которые контактировали со свинцом в возрасте от 30 до 60 лет, а также 2 группы здоровых добровольцев по 15 человек. Вредным фактором являлся свинец, концентрация которого превышала ПДК [13]. Диагноз ставился на основании жалоб, анамнеза, а также лабораторного и функционального обследования. У больных были выявлены пылевой бронхит и бронхиальная астма. У здоровых добровольцев нарушений не наблюдалось. Пробы крови брали на 1-2 сутки. Отборы проводили утром, при наличии суточной активности гемостаза и свободно-радикальных процессов. Взятие крови происходило вакуумной техникой, в лабораторных исследованиях определяли состояние характеризующее гемостаз [14]. Для оценки состояния крови определяли общую свертывающую активность, оценивали состояние тромбоцитов, количество, размер агрегатов. Активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), концентрацию в плазме фибриногена, – определяли спектрофотометрически. Агрегацию тромбоцитов изучали с помощью агрегометра. В качестве индуктора использовали АДФ в концентрации $2,5 \times 10^{-5}$ моль/л. Использовался метод светопропускания плазмы по динамике образующихся агрегатов. [15]. Методы лабораторного исследования проводили на гематологическом анализаторе ХТ-2000i. Критериями исключения пациентов явились: беременность, различные виды аллергий (пищевая, поллиноз, лекарственная), наличие острых и вирусных инфекций.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Statistica 6.0. Оценку характера распределения данных осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Данные, характеризующиеся нормальным законом (распределение Гаусса), представлены в виде средней арифметической (M) и среднеквадратического отклонения (SD). Для определения статистической значимости отличий между выборками здоровых пациентов и выборками людей с изучаемыми патологиями вычисляли критерий Стьюдента для независимых групп (t). Для оценки тесноты линейной связи между параметрами общего анализа крови использовали коэффициент корреляции Пирсона. Различия оценивали как статистически значимые при значениях степени вероятности $p < 0,10$.

Результаты и обсуждение

У работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом, наблюдаются изменения большинства лабораторных показателей крови (табл. 1). Особое внимание заслуживает снижение концентрации гемоглобина (HGB) с $154,4 \pm 7,51$ г/л до $128,2 \pm 5,91$ г/л (рис. 1), а также рост общего количества тромбоцитов (PLT), что говорит о наклонности к внутрисосудистому свертыванию крови [14].

У работников аккумуляторного завода, страдающих пылевым бронхитом, отмечен рост общего количества лейкоцитов, преимущественно за счет лимфоцитов, со снижением нейтрофилов и эозинофилов. Количество нейтрофилов (NEU) снижается с $7,098 \pm 0,45 \times 10^9$ /л до $2,626 \pm 0,03 \times 10^9$ /л (рис. 2). Количество эозинофилов (EOS) уменьшается в 7,305 раз (рис. 3). В результате оценки связей между рассмотренными выше параметрами и соответствующими параметрами ОАК (WBC, HGB, MCV, MCH, RDW-SD, RDW-CV, NEU, EOS, NEU%, EOS%

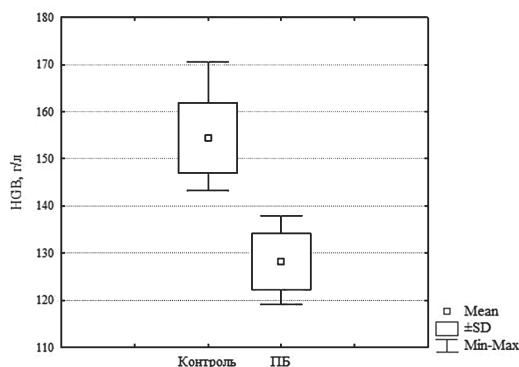


Рисунок 1. Диаграмма размаха значений концентрации гемоглобина у здоровых добровольцев и у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом. HGB – концентрация гемоглобина, ПБ – пылевой бронхит.

Figure 1. Range diagram of haemoglobin concentration values in healthy volunteers and workers of the battery plant with dust bronchitis. HGB – haemoglobin concentration, DB – dust bronchitis.

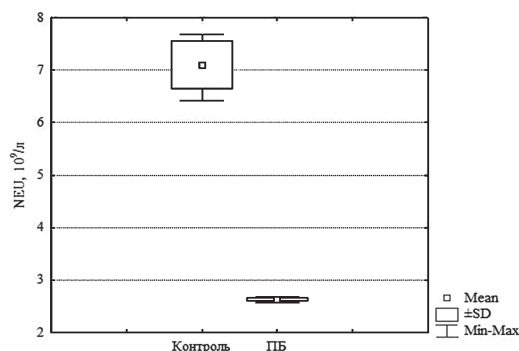


Рисунок 2. Диаграмма размаха значений количества нейтрофилов у здоровых добровольцев и у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом. NEU – количество нейтрофилов, ПБ – пылевой бронхит.

Figure 2. Range diagram of neutrophil count values in healthy volunteers and workers of the battery plant with dust bronchitis. NEU – neutrophil count, DB – dust bronchitis.

Показатели крови по данным проточной цитометрии у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом

Таблица 1

Table 1

Blood parameters according to flow cytometry data in employees of a battery factory with dust bronchitis

Показатели	Первая группа здоровых добровольцев (n=15)	Пациенты с пылевым бронхитом (n=23)	Значение p
WBC, 10^9 /л	5,436±0,02	7,76±0,34	<0,001
RBC, 10^{12} /л	5,136±0,06	5,056±0,25	0,232
HGB, г/л	154,4±7,51	128,2±5,91	<0,001
MCV, фл	89,66±1,15	82,66±3,80	<0,001
MCH, пг	27,56±1,41	30,06±1,12	<0,001
MCHC, г/л	331,8±16,15	335,2±16,54	<0,001
PLT, 10^9 /л	207,2±10,25	258,4±12,69	<0,001
RDW-SD, фл	47,21±1,29	42,12±0,15	<0,001
RDW-CV, %	16,85±0,04	13,04±0,04	<0,001
MPV, фл	9,58±2,45	9,76±0,33	0,727
P-LCR, %	22,92±0,35	27,57±0,15	<0,001
PCT, %	0,226±0,11	0,204±0,01	0,333
NEU, 10^9 /л	7,098±0,45	2,626±0,03	<0,001
MONO, 10^9 /л	0,723±0,31	0,614±0,03	0,099
LYM, 10^9 /л	1,825±0,41	1,966±0,04	0,105
EOS, 10^9 /л	1,461±0,21	0,2±0,01	<0,001
BASO, 10^9 /л	0,029±0,01	0,03±0,0014	0,739
NEU%, %	53,18±0,17	48,78±0,15	<0,001
LYM%, %	19,21±1,12	35,7±0,13	<0,001
MONO%, %	6,87±0,42	11,38±0,13	<0,001
BASO%, %	0,26±0,12	0,54±0,27	<0,001
HCT, %	32,4±13,9	46,02±0,21	<0,001
EOS%, %	11,41±1,50	3,6±0,014	<0,001

Примечание: (WBC) – лейкоциты, (RBC) – эритроциты, (HGB) – гемоглобин, (MCV) – средний объём эритроцитов, (MCH) – ср. содержание гемма, (MCHC) – ср. содержание гемма в эритроцитах, (PLT) – тромбоциты, (RDW-SD) – коэффиц. анизотропных эритроцитов, (RDW-CV) – коэффиц. анизотропных эритроцитов в %, (PDW) – шир. Распределения тромбоцитов, (MPV) – средний объём тромбоцитов, (P-LCR) – коэффиц. крупных тромбоцитов%, (PCT) – тромбоцитрит, (NEU) – нейтрофилы, (MONO) – моноциты, (LYM) – лимфоциты, (EOS) – эозинофилы, (BASO) – базофилы, (NEU%) – процент нейтрофилов, (LYM%) – процент лимфоцитов, (MONO%) – процент моноцитов, (BASO%) – процент базофилов, (HCT) – гематокрит, (EOS%) – процент эозинофилов.

Note: (WBC) – white blood cells, (RBC) – red blood cells, (HGB) – haemoglobin, (MCV) – mean volume of red blood cells, (MCH) – mean haemoglobin content, (MCHC) – mean haemoglobin content in red blood cells, (PLT) – platelets, (RDW-SD) – ratio of anisotropic red blood cells, (RDW-CV) – ratio of anisotropic red blood cells in %, (PDW) – width of platelet distribution, (MPV) – mean platelet volume, (P-LCR) – coefficient of large platelets%, (PCT) – plateletcrit, (NEU) – neutrophils, (MONO) – monocytes, (LYM) – lymphocytes, (EOS) – eosinophils, (BASO) – basophils, (NEU%) – percentage of neutrophils, (LYM%) – percentage of lymphocytes, (MONO%) – the percentage of monocytes, (BASO%) – the percentage of basophils, (HCT) – haematocrit, (EOS%) – the percentage of eosinophils.

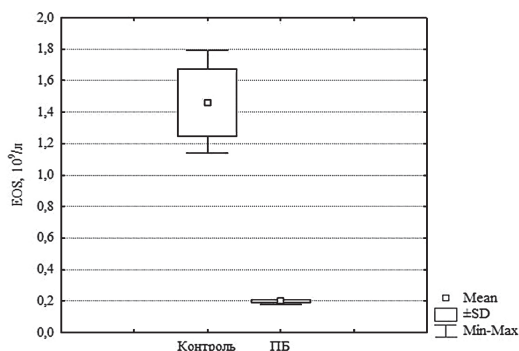


Рисунок 3. Диаграмма размаха значений количества эозинофилов у здоровых добровольцев и у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом. EOS – количество эозинофилов, ПБ – пылевой бронхит.

Figure 3. Range diagram of eosinophil count values in healthy volunteers and workers of the battery plant with dust bronchitis. EOS – eosinophil count, DB – dust bronchitis.

и НСТ) с помощью коэффициента корреляции Пирсона (табл. 2) было отмечено, что наиболее тесная связь наблюдается между количеством гемоглобина (HGB) и количеством лейкоцитов (WBC). Коэффициент корреляции r между ними составляет 0,98. График зависимости WBC от HGB представлен на рисунке 4.

У пациентов с бронхиальной астмой в периферической крови обнаруживается лейкоцитоз (увеличение количества лейкоцитов (WBC) с $7,76 \pm 0,34 \times 10^9/\text{л}$ до $11,13 \pm 1,01 \times 10^9/\text{л}$, (рис. 5) за счет лимфоцитов, количество которых резко возрастает с $1,461 \pm 0,23 \times 10^9/\text{л}$ до $0,264 \pm 0,0123 \times 10^9/\text{л}$ (табл. 3).

У работников аккумуляторного завода, страдающих бронхиальной астмой, наблюдается увеличение количества гемоглобина, эритроцитов, рост активности тромбоцитов, что говорит о наклонности к активации свертывания. По литературным данным, профессиональная

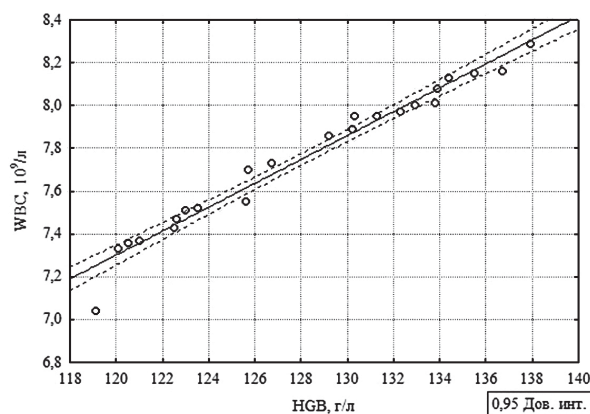


Рисунок 4. График зависимости количества лейкоцитов от концентрации гемоглобина у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом. HGB – концентрация гемоглобина, WBC – количество лейкоцитов, дов. инт. – доверительный интервал.

Figure 4. Plot of dependence of white blood cell count on haemoglobin concentration in workers of the battery plant with dust bronchitis. HGB – haemoglobin concentration, WBC – white blood cell count, CI – confidence interval.

бронхиальная астма не является специфическим профессиональным заболеванием, но все же отделена в самостоятельную нозологическую форму, потому что по этиологическим признакам связана с влиянием определенных производственных факторов. Значительная вариабельность частоты болезни зависит от характера действующего профессионального фактора, его природы и свойств, уровня запыленности, а также от индивидуальных свойств организма: состояния его защитных систем, генетической предрасположенности, табакокурения, перенесенных воспалительных заболеваний органов дыхания. Для выявления основного фактора, послужившего причиной заболевания, необходимо алергологическое обследование [11].

Таблица 2

Значения коэффициентов корреляции между параметрами общего анализа крови у работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом

Table 2

The values of correlation coefficients between blood parameters in employees of the battery factory with dust bronchitis

	WBC, $10^9/\text{л}$	HGB, г/л	MCV, фл	MCH, пг	RDW-SD, фл	RDW-CV, %	NEU, $10^9/\text{л}$	EOS, $10^9/\text{л}$	NEU%, %	EOS%, %	HCT, %
HGB, г/л	0,98 $p < 0,001$	-	-0,22 $p = 0,309$	-0,26 $p = 0,232$	0,23 $p = 0,287$	-0,12 $p = 0,767$	0,57 $p = 0,004$	0,75 $p < 0,001$	-0,24 $p = 0,270$	0,94 $p < 0,001$	0,07 $p < 0,001$
NEU, $10^9/\text{л}$	0,55 $p = 0,007$	0,57 $p = 0,004$	-0,21 $p = 0,331$	-0,17 $p = 0,430$	-0,07 $p = 0,747$	-0,15 $p = 0,504$	-	0,55 $p = 0,006$	-0,34 $p = 0,112$	0,58 $p = 0,004$	0,03 $p = 0,878$
EOS, $10^9/\text{л}$	0,80 $p < 0,001$	0,75 $p < 0,001$	-0,17 $p = 0,427$	-0,22 $p = 0,322$	0,26 $p = 0,237$	0,12 $p = 0,578$	0,55 $p = 0,006$	-	-0,23 $p = 0,301$	0,89 $p < 0,001$	-0,15 $p = 0,501$

Примечание: (WBC) – лейкоциты, (HGB) – гемоглобин, (MCV) – средний объём эритроцитов, (MCH) – ср. содержание гемма, (RDW-SD) – коэффиц. анизотропных эритроцитов, (RDW-CV) – коэффиц. анизотропных эритроцитов в %, (NEU) – нейтрофилы, (EOS) – эозинофилы, (NEU%) – процент нейтрофилов, (EOS%) – процент эозинофилов, (HCT) – гематокрит.

Note: (WBC) – white blood cells, (HGB) – haemoglobin, (MCV) – mean volume of red blood cells, (MCH) – mean haemoglobin content, (RDW-SD) – ratio of anisotropic erythrocytes, (RDW-CV) – ratio of anisotropic erythrocytes in %, (NEU) – neutrophils, (EOS) – eosinophils, (NEU%) – percentage of neutrophils, (EOS%) – percentage of eosinophils, (HCT) – haematocrit.

Таблица 3

Показатели крови по данным проточной цитометрии у работников аккумуляторного завода с бронхиальной астмой

Table 3

Blood counts according to flow cytometry in battery factory workers with bronchial asthma

Показатели	Вторая группа здоровых добровольцев (n=15)	Пациенты с бронхиальной астмой (n=22)	Значение p
WBC, 10 ⁹ /л	7,76±0,34	11,13±1,01	<0,001
RBC, 10 ¹² /л	5,056±0,25	6,35±1,42	0,003
HGB, г/л	128,2±5,99	147,4±7,10	0,014
MCV, фл	82,66±3,8	89,86±1,49	0,698
MCH, пг	27,56±1,40	29,16±0,64	<0,001
MCHC, г/л	331,8±16,15	324±16,21	0,161
PLT, 10 ⁹ /л	258,4±12,69	286,6±14,01	<0,001
RDW-SD, фл	47,21±1,29	44,74±0,15	<0,001
RDW-CV, %	16,85±3,40	13,94±0,04	<0,001
PDW, фл	11,31±1,0	12,4±0,04	<0,001
MPV, фл	9,58±2,45	10,64±0,027	0,104
P-LCR, %	27,57±1,51	22,54±0,016	<0,001
PCT, %	0,226±0,11	0,222±0,01	0,906
NEU, 10 ⁹ /л	7,098±4,5	3,054±0,025	<0,001
MONO, 10 ⁹ /л	0,723±0,32	0,636±0,31	0,454
LYM, 10 ⁹ /л	1,825±0,42	2,546±0,02	<0,001
EOS, 10 ⁹ /л	1,461±0,23	0,264±0,0123	<0,001
BASO, 10 ⁹ /л	0,029±0,01	0,03±0,0014	0,556
NEU%, %	53,18±0,17	62,23±1,91	<0,001
LYM%, %	19,21±1,03	32,86±0,27	<0,001
MONO%, %	6,87±0,42	10,18±0,04	<0,001
BASO%, %	0,26±0,13	0,4±0,002	<0,001
HCT, %	32,4±3,91	45,4±0,22	0,001
EOS%, %	11,41±1,52	3,38±0,017	<0,001

Обозначения: (WBC) – лейкоциты, (RBC) – эритроциты, (HGB) – гемоглобин, (MCV) – средний объём эритроцитов, (MCH) – ср. содержание гемма, (MCHC) – ср. содержание гемма в эритроцитах, (PLT) – тромбоциты, (RDW-SD) – коэффиц. анизотропных эритроцитов, (RDW-SV) – коэффиц. анизотропных эритроцитов в %, (PDW) – шир. Распределения тромбоцитов, (MPV) – средний объём тромбоцитов, (P-LCR) – коэффиц. крупных тромбоцитов%, (PCT) – тромбоцитрит, (NEU) – нейтрофилы, (MONO) – моноциты, (LYM) – лимфоциты, (EOS) – эозинофилы, (BASO) – базофилы, (NEU%) – процент нейтрофилов, (LYM%) – процент лимфоцитов, (MONO%) – процент моноцитов, (BASO%) – процент базофилов, (HCT) – гематокрит, (EOS%) – процент эозинофилов.

Note: (WBC) – white blood cells, (RBC) – red blood cells, (HGB) – haemoglobin, (MCV) – mean volume of red blood cells, (MCH) – mean haemoglobin content, (MCHC) – mean haemoglobin content in red blood cells, (PLT) – platelets, (RDW-SD) – ratio of anisotropic red blood cells, (RDW-CV) – ratio of anisotropic red blood cells in %, (PDW) – width of platelet distribution, (MPV) – mean platelet volume, (P-LCR) – coefficient of large platelets%, (PCT) – plateletcrit, (NEU) – neutrophils, (MONO) – monocytes, (LYM) – lymphocytes, (EOS) – eosinophils, (BASO) – basophils, (NEU%) – percentage of neutrophils, (LYM%) – percentage of lymphocytes, (MONO%) – the percentage of monocytes, (BASO%) – the percentage of basophils, (HCT) – haematocrit, (EOS%) – the percentage of eosinophils.

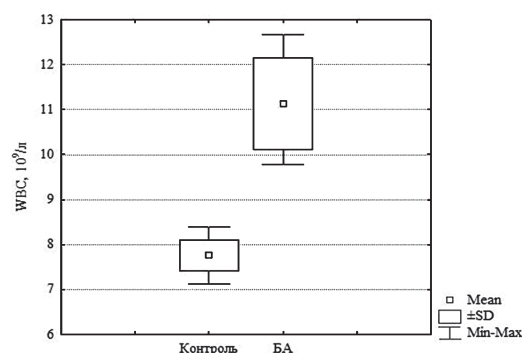


Рисунок 5. Диаграмма размаха значений количества лейкоцитов у здоровых добровольцев и у работников аккумуляторного завода с бронхиальной астмой. WBC – количество лейкоцитов, БА – бронхиальная астма.

Figure 5. Range diagram of white blood cell count values in healthy volunteers and in workers of the battery plant with bronchial asthma. WBC – white blood cell count, BA – bronchial asthma.

При бронхиальной астме линейные связи между лейкоцитарными параметрами являются очень слабыми, о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 4.

У работников аккумуляторного завода с бронхиальной астмой наблюдается подъем общего количества эритроцитов и гемоглобина, что согласуется с литературными данными [16]. Данное увеличение, мы объясняем возникновением гипоксии. Гипоксия запускает целый ряд процессов в организме, одним из которых, является выработка эритропоэтина и как следствие увеличение количества эритроцитов и гемоглобина. Об аллергическом происхождении заболевания говорит увеличение количества эозинофилов. Особую выраженность приобретает эозинофилия при учащенных приступах астмы. На стадии «затишья» эозинофилия не обнаруживается, о чем свидетельствуют и подтверждают наши исследования.

Заключение

Таким образом, у работников аккумуляторного завода в процессе трудовой деятельности развиваются профессиональные заболевания, такие как пылевой бронхит и бронхиальная астма. Основными изменениями являются: рост количества лейкоцитов, изменение количества эритроцитов, гемоглобина по сравнению с группой контроля. Отмечается изменение качественной характеристики лейкоцитарной формулы, увеличение в процентном содержании микро и макрофагов (нейтрофилов и моноцитов) Для всех групп пациентов характерна активация внутрисосудистого свертывания крови, о чем говорит увеличение количества тромбоцитов и их размеров, что говорит о наклонности к ДВС-синдрому.

При сравнительной характеристике показателей крови в двух группах методом проточной цитометрии, обнаружено, что более глубокие изменения показателей крови наблюдаются у пациентов с бронхиальной астмой, подвергшихся воздействию свинца в процессе своей профессиональной деятельности.

Значения коэффициентов корреляции между параметрами общего анализа крови у работников аккумуляторного завода с бронхиальной астмой

Table 4

The values of correlation coefficients between blood parameters in employees of the battery factory with bronchial asthma

	WBC, 10 ⁹ /л	LYM, 10 ⁹ /л	EOS, 10 ⁹ /л	NEU, 10 ⁹ /л	NEU%, %	LYM%, %	MONO%, %	BASO%, %	EOS%, %	HCT, %
WBC, 10 ⁹ /л	-	-0,16 p= 0,574	-0,30 p= 0,278	-0,13 p= 0,640	-0,41 p= 0,129	-0,11 p= 0,687	0,28 p= 0,313	-0,01 p= 0,960	-0,01 p= 0,979	0,10 p= 0,735
LYM, 10 ⁹ /л	-0,16 p= 0,574	-	0,03 p= 0,905	-0,15 p= 0,597	-0,36 p= 0,185	0,26 p= 0,350	-0,5 p= 0,057	0,11 p= 0,707	-0,42 p= 0,121	-0,24 p= 0,383

Примечание: (WBC) – лейкоциты, (LYM) – лимфоциты, (EOS) – эозинофилы, (NEU) – нейтрофилы, (NEU%) – процент нейтрофилов, (LYM%) – процент лимфоцитов, (MONO%) – процент моноцитов, (BASO%) – процент базофилов, (EOS%) – процент эозинофилов, (HCT) – гематокрит.

Note: (WBC) – white blood cells, (LYM) – lymphocytes, (EOS) – eosinophils, (NEU) – neutrophils, (NEU%) – percentage of neutrophils, (LYM%) – percentage of lymphocytes, (MONO%) – the percentage of monocytes, (BASO%) – the percentage of basophils, (EOS%) – the percentage of eosinophils, (HCT) – haematocrit.

Таким образом, методика проточной цитометрии определения функциональных показателей крови у лиц, работающих на аккумуляторном заводе, является информативной и может быть использована для характеристики состояния лиц с профессиональными заболеваниями на основе свинцовой интоксикации.

На основании выше изложенного, мы рекомендуем проводить периодические осмотры с меньшими интервалами между ними. Сроки периодических осмотров зависят от характера производства и видов работ со свинцом и его соединениями. При приеме на работу основываться на противопоказаниях, таких как: заболевания крови; заболевания органов дыхания и сердечно-сосудистой системы.

Выводы

1. У работников аккумуляторного завода с пылевым бронхитом и бронхиальной астмой происходит увеличение общего количества тромбоцитов с ростом их среднего объема, что говорит о наклонности к ДВС-синдрому.

2. У пациентов с пылевым бронхитом происходит снижение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов, а также рост общего количества лейкоцитов, преимущественно за счет лимфоцитов, со снижением нейтрофилов и эозинофилов. Имеется корреляционная связь между количеством гемоглобина (HGB) и количеством лейкоцитов (WBC).

3. У работников аккумуляторного завода страдающих бронхиальной астмой наблюдается увеличение количества гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитоз за счет лимфоцитов, но линейные связи между лейкоцитарными параметрами являются очень слабыми.

Литература/References

1. Бухтияров ИВ, Прокопенко ЛВ. К 100-летию выпуска периодического научного издания в области медицины труда и промышленной экологии. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 8(62):535-545. [Bukhtiarov IV, Prokopenko LV. To the 100th anniversary of the release of the first periodical scientific publication in the field of occupational medicine and industrial ecology. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2022; 8(62):535-545. (In Russian)]

2. Абдуллаева СО. Исследование негативного воздействия наночастиц металлов на организм человека: обзор литературы. *Теория. Практика. Инновации*. 2018; 7(31):77-85. [Abdullayeva SO. Investigation of the negative impact of metal nanoparticles on the human body: literature review. *Theory. Practice. Innovation*. 2018;7(31): 77-85. (In Russian)]

3. Гумеров ТВ, Мингалева ЗШ, Решетник ОА. Разработка рецептур и оценка показателей качества безопасности злаковых продуктов. *Индустрия питания*. 2022;1(7):70-81. [Gumerov TV, Mingaleeva ZSH, Reshetnik OA. Formulation development and evaluation of quality and safety indicators of cereal products. *The Food Industry*. 2022; 1(7): 70-81. (In Russian)] DOI:10.29141/2500-1922-2022-7-1-9

4. Кацнельсон БА, Проценко ЮЛ, Клинова С.В, Лукин ОН, Балакин АА, Никитина ЛВ, Кацнельсон ЛБ, Перцен ОП, Минигалиева ИА, Привалова ЛИ, Гурвич ВБ, Сутункова МЛ. Влияние субхронической свинцовой интоксикации на сократимость миокарда крысы. *Токсикологический вестник*. 2018; 5(152): 22-32. [Katsnelson BA, Protsenko YUL, Klinova SV, Lukin ON, Balakin AA, Nikitina LV, Katsnelson LB, Pertsen OP, Minigalieva IA, Privalova LI, Gurvich WB, Sutunkova ML. The effect of subchronic lead intoxication on the cContractility of the ret myocardium. *Toxicological Bulletin*. 2018;5(152):22-32. (In Russian)]

5. Дзугкоев СГ, Дзугкоева ФС, Маргиева ОИ. Анализ механизмов токсичности свинца и их патогенетическая коррекция. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2022; 5 (108):626-635. [Dzugkoev SG, Dzugkoeva FS, Margieva OI. Analysis of the mechanisms of lead toxicity and ther pathogenetic correction. *I.M. Sechenov Russian Journal of Physiology*. 2022; 5(108): 626-635. (In Russian)]

6. Филимонов ЕС, Коротенко ОА. Атеросклеротическое поражение артерий у шахтеров с метаболическим синдромом. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 4 (62): 232-237. [Filimonov ES, Korotenko OY. Atherosclerotic artery damage in miners with metabolic syndrome. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2022; 4(62): 232-237. (In Russian)]

7. Минигалиева ИА, Рябова ЮВ, Сутункова МП, Гурвич ВБ, Привалова ЛИ, Панов ВГ, Клинова СВ, Соловьева СН, Сахаутдинова РР, Кацнельсон БА, Сочетанное действие свинца и физической нагрузки на организм крыс в субхроническом эксперименте. *Гигиена и санитария*. 2021; 12(100): 1404-1411. [Mingalieva IA, Ryabova YuV, Sutunkova MP,

Gurvich VB, Privalova LI, Panov VG, Klinova SV, Solovieva SN, Sakhautdinova RR, Katshelson BA. The combined effect of lead and physical activity on the body rats in a subchronic experiment. *Hygiene and Sanitation*. 2021;12(100): 1404-1411. (In Russian)] DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1404-1411

8. Клинова СВ, Минигалиева ИА, Проценко ЮЛ, Сутункова МП, Рябова ЮВ, Герцен ОП, Набиев СР, Балакин АА, Лукин ОН, Лисин РВ, Кузнецова ДА, Привалова ЛИ, Панов ВГ, Чернышов ИН, Кацнельсон ЛБ, Никитина ЛВ, Кацнельсон БА. Анализ изменений сердечно-сосудистой системы крыс при действии свинцовой интоксикации и мышечной нагрузки. *Гигиена и санитария*. 2021; 12(100): 1467-1474. [Klinova SV, Minigalieva IA, Ptotsenko YL, Sutunkova MP, Ryabova YV, Herzen OP, Nabiev SR, Balakin AA, Lukin RV, Lisin RV, Kuznetsova DA, Privalova LI, Panov VG, Chernyshov IN, Katsnelson LB, Nikitina LV, Katsnelson BA. Analysis of changes in the cardiovascular system of rats under the influence of lead intoxication and muscle load. *Hygiene and Sanitation*. 2021;12(100): 1467-1474. (In Russian)]

9. Гаглоева ЭМ, Брин ВБ, Скупневский СВ, Боцьева НВ, Молдован ТВ. Влияние хлорида никеля на показатели гемокоагуляции и липопероксидации у крыс в эксперименте. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2019; 1(63): 83-90. [Gagloeva EM, Brin VB, Skupnevskiy SV, Botsieva NV, Moldovan TV. Effects of nickel chloride on indices of hemocoagulation and lipid peroxidation in rats. *Pathological Physiology and Experimental Therapy*. 2019; 1(63) 83-90. (In Russian)]

10. Курняева ОА, Медведева ВМ, Матешева АВ. Оценка и профилактика заболеваний на заводе автономных источников тока. *Проблемы безопасности Российского общества*. 2020; 3(31): 8-15. [Kurnyaeva OA, Medvedeva VM, Matesheva AV. Evaluation of disease prevention at the plant of autonomous current sources. *Security Problems of the Russian Society*. 2020; 3(31): 8-15. (In Russian)]

11. Кирсанкина ЕВ, Болотнова ТВ, Семенова ЛГ. Функциональная оценка сердечно-сосудистой системы у рабочих свинцовоопасного производства для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Материалы Всероссийской научно практической конференции с международным участием Трудовое долголетие: инновационная кристаллизация проблем ранней диагностики, лечения и реабилитации сердечно-сосудистых, респираторных и онкологических заболеваний. Новосибирск; 2019;110-114. [Kirsankina EV, Bolotnova TV, Semenova LG. Functional assessment of the cardiovascular system in workers of lead-hazardous production for prevention of cardiovascular diseases. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation Labor longevity: innovative crystallization of problems of early diagnosis, treatment and rehabilitation of cardiovascular, respiratory and oncological diseases. Novosibirsk; 2019; 110-114. (In Russian)]

12. Титов АФ, Казнина НМ, Карапетян ТА, Доршаква НВ. Влияние свинца на живые организмы. *Журнал Общей биологии*. 2020; 2(81): 147-160. [Titov AF, Kaznina NM, Karapetyan TA, Dorshakova NV. The effect of lead on living organisms. *Journal of General Biology*. 2020; 2(81): 147-160. (In Russian)] DOI: 10.31857/S0044459620020086

13. Соркина НС, Кузьмина ЛП, Артемова ЛВ, Безрукавникова ЛМ. Некоторые вопросы воздействия свинца на заболеваемость органов кровообращения и дыхания. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 12(59): 983-988. [Sorkina NS, Kuzmina LP, Artemova LV, Bezrukavnikova LM. Issues of the effects of lead on circulatory

and respiratory diseases. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019; 12(59): 983-988. (In Russian)]

14. Шамсиев ФМ, Каримова НИ. Лабораторные аспекты развития бронхиальной астмы у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2022; 4(25):291. [Shamsiev FM, Karimova NI. Laboratory aspects of the development of bronchial asthma in children. *Russian Pediatric Journal*. 2022; 4(25): 291. (In Russian)]

15. Ральченко ИВ, Рудзевич ЕЛ, Ральченко ЕС, Шаповалова ЕМ, Чепис МВ. Спонтанная агрегация тромбоцитов и влияние на нее иммуноцитокин и гормонов при патологии щитовидной железы. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2019; 1(22): 13-16. [Ralchenko IV, Rudzевич EL, Ralchenko ES, Shapovalova EM, Chepis MV. Spontaneous platelet aggregation and immunocytokines and hormones influence in thyroid dysfunction. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2019; 1(22): 13-16. (In Russian)]

16. Каранинский ЕВ, Самоходова ТС, Зиякаева КР. Влияние свинцовой интоксикации в развитии анемии. Материалы международной студенческой научной конференции. Студенческий научный форум, XIII международная студенческая научная конференция, Москва. 2021; 19-19. [Karaninsky TS, Ziyakaeva KR. The influence of lead intoxication in the development of anemia. Materials of the International Student Scientific conference Student Scientific Forum, XIII International Student Scientific Conference, Moscow. 2021; 19-19. (In Russian)]

Сведения об авторах

Ральченко Ирина Викторовна, д.б.н., профессор, Тюменский государственный университет; адрес: Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3; тел.: +8(3452)597433, e-mail: ralchenko-i@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4375-078X>

Шалабодов Александр Дмитриевич, д.б.н., профессор, Тюменский государственный университет; адрес: Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3; тел.: +8(3452)597433, e-mail: shalabodov@utmn.ru. <https://orcid.org/0000-0001-5844-0859>

Ральченко Елена Сергеевна, хирург, многопрофильный клинический медицинский центр «Медицинский город»; адрес: Российская Федерация, 625041 г. Тюмень, ул. Барнаульская, 32, тел.: 8(3452)270513, e-mail: red_squirrel72@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0003-3437-3019>

Пузикова Ольга Александровна - аспирант, Тюменский государственный университет; адрес: Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3; тел.: +8(3452)597433, e-mail: olqa.puzikova1997@yandex.ru. <http://orcid.org/0000-0003-4107-990X>

Елифанов Андрей Васильевич, к.б.н., доцент, Тюменский государственный университет; адрес: Российская Федерация, 625003, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3; тел.: +8(3452)597433, e-mail: andelwas@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-8728-7440>

Сорокин Антон Дмитриевич, биолог клинико-диагностической лаборатории (КДЛ), Областная клиническая больница №1; адрес: Российская Федерация, 625023 Тюмень, ул. Котовского, д.55; тел.: 8(3452)560010, e-mail: antonbiol@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0002-4511-447X>

Author information

Irina V. Ralchenko, Dr. Biol. Sci., Professor, Tyumen state University; Address: 3 Pirogova Str., Tyumen, Russian Federation 625003; Phone: +8(3452)597433, e-mail: ralchenko-i@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4375-078X>

Alexander D. Shalabodov, Dr. Biol. Sci., Professor, Tyumen State University; Address: 3 Pirogova Str., Tyumen, Russian Federation 625003; Phone: +8(3452)597433, e-mail: shalabodov@utmn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5844-0859>

Elena S. Ralchenko, surgeon, multidisciplinary clinical medical center «Medical city»; Address: 32 Barnaul Street, Tyumen, Russian Federation 625041; Phone: 8(3452)270513, e-mail: red_squirrel72@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3437-3019>

Olga A Puzikova, graduate student, Tyumen State University; Address: 3 Pirogova Str., Tyumen, Russian Federation 625003; Phone: +8(3452)597433, e-mail: olqa.puzikova1997@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4107-990X>

Andrey V. Elifanov, Cand. of Biol. Sci., Associate Professor, Tyumen State University; Address: 3 Pirogova Str., Tyumen, Russian Federation 625003; Phone: +8(3452)597433, e-mail: andelwas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8728-7440>

Anton D. Soroki, biologist of the clinical diagnostic laboratory (CDL), Regional Clinical Hospital № 1; Address: 55 Kotovsky Str., Tyumen, Russian Federation 625023; Phone: 8(3452)560010; e-mail: antonbiol@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4511-447X>

Дата поступления 20.03.2022

Дата рецензирования 29.10.2022

Принята к печати 03.11.2022

Received 20 March 2022

Revision Received 29 October 2022

Accepted 03 November 2022