

Информация для цитирования:

Уланова Е.В., Ядыкина Т.К., Горохова Л.Г., Кизиченко Н.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ФТОРИСТОЙ ИНТОКСИКАЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ) // Медицина в Кузбассе. 2023. №4. С. 58-64

Уланова Е.В., Ядыкина Т.К., Горохова Л.Г., Кизиченко Н.В.

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк, Россия



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ФТОРИСТОЙ ИНТОКСИКАЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

Объект исследования. Для решения поставленных задач проведено 3 серии экспериментов на белых нелинейных крысах-самцах, массой 200-250 г, ($n = 90$), разделенных на 3 группы по 30 крыс: контрольную; опытную, с фтористой интоксикацией, которую моделировали свободным доступом животных к водному раствору фторида натрия (NaF) в концентрации 10 мг/л (суточная доза 1,2 мг/кг массы тела); группу крыс с коррекцией, ежедневно (12 недель) на фоне фтористой интоксикации, получающих перорально (300 мг/кг) витаминно-минеральную добавку «Золотой шар». Крыс содержали в стандартных условиях вивария на обычном пищевом рационе при соблюдении водного режима и чередовании суточной освещенности.

Цель исследования – изучить эффективность применения витаминно-минерального комплекса на водно-солевой обмен в условиях экспериментальной хронической фтористой интоксикации организма.

Материалы и методы исследования. При моделировании хронической фтористой интоксикации оценена эффективность применения витаминно-минерального комплекса «Золотой шар» для коррекции параметров водно-солевого и минерального гомеостаза. Эксперименты проведены в группах белых нелинейных крыс с коррекцией (назначение витаминно-минерального комплекса) и в опытной группе без назначения. Исследованы биохимические показатели плазмы крови и мочи через 1, 3, 6, 9, 12 недель. Изучено изменение уровня F , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , $P_{неорг.}$, мочевины, креатинина. Суточный диурез определяли метрическим способом в обменных клетках для лабораторных крыс. Произведен расчет парциальных функций почек.

Результаты. В динамике экспериментальной фтористой интоксикации показано, что назначение витаминно-минерального комплекса «Золотой шар» способствует нарастающей экскреции избытка F с мочой у крыс на фоне сохранения физиологического уровня Ca^{2+} , Mg^{2+} , $P_{неорг.}$ в плазме крови. Определено корригирующее действие препарата на водно-солевой гомеостаз и фильтрационно-реабсорбционные процессы в почках.

Заключение. Полученные результаты имеют практическое значение при разработке эффективных способов своевременной органопротекторной профилактики и позволяют рекомендовать назначение препарата «Золотой шар» в качестве одного из средств ранней симптоматической коррекции патологических нарушений водно-солевого баланса в зависимости от тяжести и степени длительности фтористой интоксикации. Применение исследуемого витаминно-минерального комплекса усиливает связывание и выведение F с мочой, снижает его токсическое воздействие на организм.

Ключевые слова: алюминиевая промышленность; хроническая фтористая интоксикация; витаминно-минеральный комплекс «Золотой шар»; почки; водно-солевой обмен

Ulanova E.V., Yadykina T.K., Gorokhova L.G., Kizichenko N.V.

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF THE VITAMIN AND MINERAL COMPLEX FOR THE CORRECTION OF WATER-SALT METABOLISM IN CHRONIC FLUORIDE INTOXICATION (EXPERIMENTAL STUDIES)

Object of study. To solve the tasks set, 3 series of experiments were carried out on white non-linear male rats, weighing 200-250 g, ($n = 90$), divided into 3 groups of 30 rats: control; experimental, with fluoride intoxication, which was modeled by free access of animals to an aqueous solution of sodium fluoride (NaF) at a concentration of 10 mg/l (daily dose of 1.2 mg/kg of body weight); a group of rats with correction, daily (12 weeks) on the background of fluoride intoxication, receiving oral (300 mg/kg) vitamin and mineral supplement "Golden Ball". The rats were kept under standard vivarium conditions on a normal food ration with the water regime and alternating daily illumination.

The aim of the research. Is to study the effectiveness of the use of a vitamin-mineral complex on water-salt metabolism in conditions of experimental chronic fluoride intoxication of the body.

Materials and methods. When modeling fluoride intoxication, the efficiency of using the "Golden Ball" vitamin-mineral complex for correcting the parameters of water-salt and mineral homeostasis was evaluated. The experiments were carried out in groups of white non-linear rats with correction (appointment of the vitamin-mineral complex) and in the experimental group without prescription. The

biochemical parameters of blood plasma and urine were studied after 1, 3, 6, 9, 12 weeks. Changes in the level of F , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , $P_{neorg.}$, urea, creatinine were studied. Daily diuresis was determined by the metric method in exchange cells for laboratory rats. The partial functions of the kidneys were calculated.

Results. In the dynamics of experimental chronic fluoride intoxication, it was shown that the administration of the "Golden Ball" vitamin-mineral complex contributes to the increasing excretion of excess F in the urine in rats against the background of maintaining the physiological level of Ca^{2+} , Mg^{2+} , $P_{neorg.}$ in blood plasma. The corrective effect of the drug on water-salt homeostasis and filtration-reabsorption processes in the kidneys was determined.

Conclusion. The results obtained are of practical importance in the development of effective methods of timely organ-protective prevention and allow us to recommend the prescription of the drug "Golden Ball" as one of the means of early symptomatic correction of pathological disorders of the water-salt balance, depending on the severity and duration of fluoride intoxication. The use of the studied vitamin-mineral complex enhances the binding and excretion of F with urine, reduces its toxic effect on the body.

Key words: aluminum industry; chronic fluoride intoxication; vitamin and mineral complex "Golden Ball"; kidneys; water-salt exchange

Предприятия алюминиевой промышленности относятся к базовой отрасли цветной металлургии в России, и в значительной степени определяют экономические показатели ее развития [1].

Процесс электролитического получения алюминия сопровождается выделением в воздух рабочих зон соединений фтора, оксидов алюминия, оксида и диоксида углерода, сернистого ангидрида, смолистых возгонов каменноугольного пека, представляющих серьезную угрозу здоровью работников. Факторами высокого производственного риска, оказывающими негативное влияние на здоровье рабочих основных профессий, занятых на производстве алюминия, выступают: электромагнитное излучение, резкий перепад температур и многие другие [2-4].

Лидирующее место в структуре профессиональной заболеваемости работников алюминиевой промышленности занимает хроническая профессиональная интоксикация соединениями фтора (ХПИСФ), составляющая порядка 40 % среди всех нозологических форм, характерных для данной отрасли. На сегодняшний день, с целью повышения эффективности и производительности труда, на предприятиях по производству алюминия актуально внедрение в эксплуатацию мощных электролизёров с силой тока более 300 кА, существенно снижающих риск развития профессиональной и производственно обусловленной патологии у рабочих. В то же время, модернизация основного производства за счёт использования современного оборудования может изменить традиционный характер труда рабочих ведущих профессий, и, как следствие, усилить выраженность влияния неблагоприятных факторов трудового процесса на организм, развитие и проявление негативных эффектов [5, 6].

Комплексная оценка дисперсного и химического состава сложных аэрозольных взвесей, воздействующих на работников при традиционной и модернизированной технологиях получения алюминия показывает, что наибольшая среднесменная концентрация фторидов превышает предельно допустимый уровень (ПДУ) в 4,7-12,5 раз [7].

Не вызывают сомнения многочисленные публикации, призывающие к пересмотру гигиенических требований и нормализации условий труда работников с учетом инновационных процессов при производстве алюминия, созданию и внедрению эффективных средств борьбы с негативными факторами

производственного процесса, созданию новых мер и систем управления, направленных на снижение профессиональных рисков и корректировку требований к профотбору [8-11]. При этом не всегда представляется возможным обеспечить соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) химических и ПДУ физических факторов на рабочих местах в производственных помещениях. В этих условиях возрастает необходимость проведения гигиенических, медико-биологических профилактических и оздоровительных мероприятий [12-14].

Для контингента рабочих основных профессий алюминиевого производства (электролизники, анодчики, машинисты крана) ведущим путем поступления в организм фтористых аэрозолей является ингаляционный со значимым накоплением фтора в костной ткани. При этом около 70 % фторидов выводится через почки путем клубочковой фильтрации в виде устойчивых фторид-ионных комплексов с Ca^{2+} , P и Mg^{2+} [15-17].

Нефропатии химической этиологии зачастую имеют стертую клиническую картину течения на фоне различной степени выраженности дифференцированной патологии ренальной системы. Производственно обусловленная фтористая нефропатия — хроническое заболевание почек, в генезе которого доминирующее значение принадлежит развитой форме гломеруло-тубулярной дисфункции на фоне развивающихся сосудистых катастроф и протекающими с преобладанием прогрессирующих нарушений обмена электролитов дизурическими расстройствами [17-19].

Актуальным направлением для исследований является поиск и разработка эффективных лечебно-профилактических мероприятий, основанных на применении специализированных витаминно-минеральных комплексов заданного состава с добавлением биологически-активных компонентов, снижающих цитотоксический эффект воздействия фторидов, а также нормализующих минеральный и водно-электролитный баланс, направленных на укрепление защитных, компенсаторных и адаптационных возможностей организма [14, 20]. К указанной группе препаратов относится комплексная биологически активная добавка (БАД) к пище АО «Валетек» «Золотой шар» ТУ 9190-011-17028327-97.

Цель исследования — изучить эффективность применения витаминно-минерального комплекса на

водно-солевой обмен в условиях экспериментальной хронической фтористой интоксикации организма.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты проведены в соответствии с международными правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей «Guide for the Care and of Use Laboratory animals» на белых лабораторных крысах-самцах ($n = 90$), массой 200-250 г. Животные содержались в стандартных условиях вивария и были рандомизированы на 3 группы по 30 особей: контрольную; опытную — крысы с экспериментальной хронической фтористой интоксикацией (ХФИ), которую моделировали в течении 12 недель свободным доступом животных к раствору NaF (10 мг/л), что составляет суточную дозу 1,2 мг/кг массы тела, соответствующей ПДК, ГОСТ 2784-54, и группу крыс, получавших на фоне фтористой затравки ежедневно перорально 300 мг/кг препарат «Золотой шар».

Критерием развития ХФИ являлись: клиническое состояние экспериментальных крыс: утрата блеска шерсти, снижение тонуса, отставание в весе, нарушение сердечного ритма, гипотермия, «тигroidность» окраски зубной эмали, динамика содержания F в моче. Для изучения метаболических изменений исследовали биохимические показатели крови, забор её осуществляли из хвостовой вены через 1, 3, 6, 9, 12 недель. В эти же сроки собирали суточную пробу мочи в обменных клетках для крыс. Суточный диурез определяли метрическим способом. Концентрацию F в моче (ммоль/л) исследовали ионоселективным методом на иономере «Анион-4100» с использованием фторселективного электрода. Парциальные функции почек рассчитывали по общепринятым формулам [17]. В плазме крови и моче стандартными методами определяли: ионограмму (Na^+ , K^+ , ммоль/л) — ионоселективным методом на иономере ЭЦ-59; концентрацию

Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{P}_{\text{неорг.}}$, мочевины (ммоль/л) — колориметрическим методом, креатинина (ммоль/л) — кинетическим методом по цветной реакции Яффе на анализаторе КФК-2МП.

Статистический анализ полученных результатов проводили на основе вычисления средних значений показателей (М) и их ошибок ($\pm m$). Различия показателей оценивали по t-критерию Стьюдента, считали значимыми при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фтористая интоксикация сопровождалась изменением метаболической картины у экспериментальных животных. На ранних стадиях развития ХФИ (1 неделя) наблюдалось полуторакратное снижение уровня Ca^{2+} в моче и трехкратное увеличение F при сохранении $\text{P}_{\text{неорг.}}$ на физиологическом уровне. В течение трех недель эти показатели колебались в пределах фоновых значений. К 6-й неделе происходило снижение уровня F в моче при значительном повышении Ca^{2+} и $\text{P}_{\text{неорг.}}$ в 3,2 и 2 раза соответственно (табл. 1). Таким образом, в патогенезе фтористой интоксикации наблюдалась фазовость: компенсаторные взаимоотношения F, Ca^{2+} и $\text{P}_{\text{неорг.}}$ в организме, очевидные на ранних стадиях (3 недели, критический период), нарушались в более поздние сроки ее развития. С 6-й недели наблюдалось повышение в моче всех трех показателей, что свидетельствует о нарушении минерального обмена и является инициирующим фактором перехода острого периода заболевания в хроническую форму.

Ранее в наших экспериментах показано, что пусковым механизмом в патогенезе ХФИ является сдвиг фосфорно-кальциевого обмена, протекающий на фоне прогрессирующих нарушений водно-солевого равновесия [17, 20]. Это послужило основанием для поиска корригирующей минеральной и водно-солевой гомеостаз терапии с экспериментальным исследованием терапевтической активности витаминно-минерального комплекса «Золотой шар», содержащего минеральный (Ca^{2+} , Mg^{2+}) и вита-

Таблица 1

Эффективность назначения витаминно-минерального комплекса с кальцием и магнием на биохимические показатели крови и мочи экспериментальных животных в условиях хронической фтористой интоксикации (М $\pm$ m)

Table 1

The effectiveness of administering a vitamin-mineral complex with calcium and magnesium on the biochemical parameters of the blood and urine of experimental animals under conditions of chronic fluoride intoxication (M $\pm$ m)

Показатели	Контроль	6-9 недель фтористой интоксикации	6-9 недель фтористой интоксикации + «Золотой шар»
Фтор мочи, мг/л	1,6 $\pm$ 0,2	3,2 $\pm$ 0,3*	5,4 $\pm$ 0,2*
Кальций мочи, ммоль/л	1,5 $\pm$ 0,1	4,7 $\pm$ 0,04***	1,8 $\pm$ 0,3
Фосфор мочи, ммоль/л	28,0 $\pm$ 0,9	62,1 $\pm$ 2,4**	28,4 $\pm$ 0,1
Фосфор неорг. плазмы, ммоль/л	2,3 $\pm$ 0,04	2,3 $\pm$ 0,06	2,1 $\pm$ 0,13
Кальций плазмы, ммоль/л	2,0 $\pm$ 0,03	2,0 $\pm$ 0,02	2,0 $\pm$ 0,05
Магний плазмы (ммоль/л)	0,94 $\pm$ 0,03	1,0 $\pm$ 0,03*	0,92 $\pm$ 0,35

Примечание: Отличия статистически значимы по сравнению с контрольной группой: * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$; *** — $p \leq 0,001$.

Note: The differences are statistically significant compared to the control group: * — $p \leq 0.05$; ** — $p \leq 0.01$; *** — $p \leq 0.001$.

минный (С, А, Е, D, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР) компоненты, при ХФИ организма.

Назначение нутрицевтика экспериментальным крысам с фтористой интоксикацией обеспечило комплексную коррекцию нарушений водно-солевого и минерального обмена. Уже к 3-й неделе затравки выведение F в 6 раз превысило соответствующий показатель в группе крыс, экспонированных исследуемым компонентом. На 6-й неделе уровень F в моче животных на фоне применения БАД был в 3 раза выше значений группы контроля, что, вероятно, обусловлено связыванием с Ca²⁺ избытка F в виде слаборастворимой соли CaF₂ и, как следствие, ощелачиванием мочи. Тем самым, обеспечивалось активное выведение из организма избытка F — высоко-опасного активного галогена. Содержание Ca²⁺ в моче оставалось на физиологическом уровне. Эффективность приема препарата на фоне ХФИ (6-9 недель) проявлялась и в нормализации уровня Р_н в моче крыс (табл. 1).

При фтористой интоксикации на фоне перорального приема витаминно-минерального комплекса «Золотой шар» содержание Ca²⁺, Mg²⁺ и Р_{неорг.} в плазме крови сохранялось в физиологических пределах (табл. 1).

Таким образом, назначение витаминно-минерального комплекса с Ca²⁺ и Mg²⁺ животным с ХФИ на стадии компенсации сопровождалось улучшением метаболических и, как следствие, функциональных показателей. Подтверждением является существенная коррекция функций почек (табл. 2).

Фтор — нефротропный яд. В предыдущих исследованиях было показано влияние ХФИ на нарушение ионно-уретической и диуретической функции почек [17, 20], что согласуется с данными других

исследователей, свидетельствующих о развитии хронической болезни почек у работников алюминиевого производства [18].

На фоне перорального приема БАД «Золотой шар» суточный диурез снизился в 1,5 раза по сравнению с группой крыс, не получающих данный препарат. Важно, что снижение диуреза не препятствовало выбросу F с мочой. Значение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) у крыс с ХФИ на фоне назначения БАД выше, в то время как процент экскретируемой фракции жидкости почти в 1,5 раза ниже по сравнению с таковыми показателями группы крыс с ХФИ без коррекции, что свидетельствует о выраженном корригирующем характере влияния препарата на гидро-ионный баланс и фильтрационно-реабсорбционные почечные процессы. Уровень креатинина в плазме крови и моче крыс, получавших нутрицевтик, сохранился на физиологическом уровне.

Содержание Na⁺ в плазме крови крыс на фоне приема БАД сохранялся на уровне контрольных значений. Экскреция Na⁺ была ниже по отношению к соответствующему параметру в экспериментальной группе, не получавшей препарат, и приближалась к фоновым контрольным значениям. Содержание K⁺ в плазме крови, экскреция K⁺ и процент его экскретируемой фракции в группе крыс, получавших БАД, поддерживались на физиологическом уровне.

Возможно, механизм положительного воздействия комплексного витаминно-минерального препарата «Золотой шар» на водно-солевой и минеральный баланс опосредован достаточной компенсацией минеральных солей Ca²⁺ и Mg²⁺, назначение которых при фтористой интоксикации способствует сни-

Таблица 2
Влияние назначения витаминно-минерального комплекса «Золотой шар» на показатели водно-солевого обмена и функции почек у крыс с хронической фтористой интоксикацией (M ± m)
Table 2
The effect of administration of the "Golden Ball" vitamin-mineral complex on indicators of water-salt metabolism and kidney function in rats with chronic fluoride intoxication (M ± m)

Показатели	Контроль	6–9 недель фтористой интоксикации	6–9 недель фтористой интоксикации + «Золотой шар»
Натрий плазмы, ммоль/л	128,3 ± 0,2	134,9 ± 0,4*	128,83 ± 0,25
Натрий мочи, ммоль/л	96,8 ± 1,1	174,0 ± 12,6*	114,6 ± 6,2
Калий плазмы, ммоль/л	6,2 ± 0,1	7,8 ± 0,2*	6,0 ± 0,3
Калий мочи, ммоль/л	41,9 ± 1,3	51,4 ± 3,0*	42,4 ± 2,9
Диурез (V), мл/100г-сут	1,9 ± 0,1	3,9 ± 0,2*	2,5 ± 0,3
Скорость клубочковой фильтрации (F), мл/100г-сут	412,2 ± 14,6	339,4 ± 34,7*	370,7 ± 11,2*
Экскретируемая фракция жидкости (EF _{H₂O}), %	0,72 ± 0,03	1,22 ± 0,06*	0,9 ± 0,1
Экскреция натрия (U _{Na} ·V), ммоль/100г-сут	256,1 ± 15,8	553,1 ± 35,8*	303,3 ± 28
Экскретируемая фракция натрия (EF _{Na}), %	0,58 ± 0,01	1,74 ± 0,2*	0,72 ± 0,1
Экскреция калия (U _K ·V), ммоль/100г-сут	102,3 ± 2,8	127,1 ± 10,3	106,6 ± 14
Экскретируемая фракция калия (EF _K), %	4,4 ± 0,1	4,6 ± 0,4	4,4 ± 0,1
Креатинин плазмы, ммоль/л	0,053 ± 0,005	0,070 ± 0,003*	0,052 ± 0,03
Креатинин мочи, ммоль/л	6,8 ± 0,2	10,0 ± 0,7*	7,1 ± 1,0
Фосфор неорганический мочи, ммоль/л	28,0 ± 0,9	62,1 ± 2,4**	28,4 ± 0,1

Примечание: Отличия статистически значимы по сравнению с контрольной группой: * – p ≤ 0,05; ** – p ≤ 0,01.

Note: The differences are statistically significant compared to the control group: * – p ≤ 0.05; ** – p ≤ 0.01.

жению абсорбции F в организме на фоне его активной экскреции, а также поддержанию ферментативных процессов комплексом витаминов C, A, E, D, B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP, фолиевой кислоты, биотина и бета-каротина в составе нутрицевтика, способствующих улучшению метаболических процессов на всех уровнях, свидетельством чего являлось отсутствие летальных исходов в группе экспериментальных животных с ХФИ (9-12 недель) на фоне поддерживающей терапии исследуемым препаратом с доказанной эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного экспериментального исследования позволяют заключить, что с 6-й неде-

ли поступления NaF в организм, нарушающийся водно-солевой гомеостаз и баланс Mg^{2+} , Ca^{2+} , Рнеорг. возможно скорректировать с помощью назначения витаминно-минерального комплекса, что дает основание экстраполировать полученные данные и рекомендовать «Золотой шар» в качестве одного из эффективных средств ранней профилактики ХПИСФ у работников алюминиевой промышленности.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Shayakhmetov SF, Meshchakova NM, Lisetskaya LG, Merinov AV, Zhurba OM, Alekseyenko AN, Rukavishnikov VS. Hygienic aspects of working conditions in the modern production of aluminum. *Hygiene and Sanitation*. 2018; 97(10): 899-904. Russian (Шаяхметов С.Ф., Мещачкова Н.М., Лисецкая Л.Г., Меринов А.В., Журба О.М., Алексеенко А.Н., Рукавишников В.С. Гигиенические аспекты условий труда в современном производстве алюминия //Гигиена и санитария. 2018. Т. 97, № 10. С. 899-904.) DOI: 10.47470/0016-9900-2018-97-10-899-904
- Zhoukov EI, Korostovenko VV, Shakhray SG, Kondratev VV. Sanitary-hygienic assessment of working zones air in the aluminum production building equipped by electrolyzers with prebaked anodes. *Ecology and Industry of Russia*. 2012; 5: 9-11. Russian (Жуков Е.И., Коростовенко В.В., Шахрай С.Г., Кондратьев В.В. Санитарно-гигиеническая оценка воздуха рабочей зоны корпуса производства алюминия, оснащенного электролизерами с предварительно обожженными анодами //Экология и промышленность России. 2012. № 5. С. 9-11.)
- Zakharenkov VV, Oleshchenko AM, Surzhikov DV, Danilov IP, Kisilitsyna VV, Korsakova TG. Determination of the probability of the damage to the health of workers in aluminium production due to the exposure to toxic substances. *Byulleten' VSN Ts SO RAMN*. 2013; 3-2: 75-78. Russian (Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржилов Д.В., Данилов И.П., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Определение вероятности нанесения ущерба здоровью работников алюминиевой промышленности в результате воздействия токсичных веществ //Бюллетень ВШЦ СО РАМН. 2013. № 3-2. С. 75-78.)
- Shayakhmetov SF, Lisetskaya LG, Merinov AV. Evaluation of toxic dust factor in aluminium production (analytic review). *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; 4: 30-35. Russian (Шаяхметов С.Ф., Лисецкая Л.Г., Меринов А.В. Оценка токсико-пылевого фактора в производстве алюминия (аналитический обзор) //Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 4. С. 30-35.)
- Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG, Prokhorov VA. Problems of the promotion of healthy working environment, prevention of occupational diseases of the personnel of a mining and smelting complex. *Russian mining industry*. 2015; 124(6): 14-17. Russian (Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Прохоров В.А. Проблемы оздоровления условий труда, профилактики профессиональных заболеваний работников предприятий горно-металлургического комплекса //Горная промышленность. 2015. Т. 124, № 6. С. 14-17.) DOI: 10.30686/1609-9192-2015-5-141-33-35
- Syurin SA, Gorbaney SA. Professional pathology in the production of aluminum in the Kola Arctic. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019; 59(9): 767-8. Russian (Сюрин С.А., Горбанев С.А. Профессиональная патология при производстве алюминия в Кольском Заполярье //Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59, № 9. С. 767-768.) DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-767-768
- Shayakhmetov SF, Rukavishnikov VS, Lisetskaya LG, Merinov AV. Characteristics of generated aerosol suspensions-complexes at traditional and modernized aluminum electrolysis technologies. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2022; 62(7): 452-458. Russian (Шаяхметов С.Ф., Рукавишников В.С., Лисецкая Л.Г., Меринов А.В. Характеристика образующихся аэрозольных взвесей – комплексов притрадиционной и модернизированной технологиях электролиза алюминия //Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 62, № 7. С. 452-458.) DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-7-452-458
- Bukhtiyarov IV. Current state and main directions of preservation and strengthening of health of the working population of Russia. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019; (9): 527-532. Russian (Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России //Медицина труда и промышленная экология. 2019; (9): 527-532.) DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-9-527-532
- Izmerov NF, Bukhtiyarov IV, Prokopenko LV, Shigan EE. Russian Federation implementation of WHO global efforts plan on workers health care. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2015; (9): 4-10. Russian (Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Шиган Е.Е. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации //Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 4-10.)

10. Bukhtiyarov IV, Denisov EI, Lagutina GN, Pfaf VF, Chesalin PV, Stepanyan IV. Criteria and algorithms of work-relatedness assessment of workers' health disorders. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2018; (8): 4-12. Russian (Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.В., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой // Медицина труда и промышленная экология. 2018. № 8. С. 4-12.) DOI: 10.31089/1026-9428-2018-8-4-12
11. Boiko IV, Andreenko ON. Critical analysis of attempts to recognize an occupational disease as a non-insured event on the basis of the peculiarities of the disease investigation procedure. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2019; (12): 1020-1024. Russian (Бойко И.В., Андреев О.Н. Критический анализ признания профессионального заболевания не страховым случаем на основании особенностей процедуры расследования // Медицина труда и промышленная экология. 2019. № 12. С. 1020-1024.) DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-12-1020-1024
12. Koklyanov EB, Karnachev IP, Nikanov AN, Tereshchenko VS. Some aspects of sustainable labor protection at Russian mining companies within the Barents Region. *Minerals and Mining Engineering*. 2017; (2): 87-91. Russian (Коклянов Е.Б., Карначев И.П., Никанов А.Н., Терещенко В.С. Некоторые аспекты устойчивого функционирования в трудовой сфере российских горнодобывающих предприятий Баренц-региона // Известия вузов. Горный журнал. 2017. № 2. С. 87-91.) DOI: 10.17580/gzh.2017.02.17
13. Nikanov AN, Markova OL, Frolova NM, Kulikova VS. Medical and biological assessment of preventive drinks use among workers exposed to adverse working conditions. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2013; (8): 43-6. Russian (Никанов А.Н., Маркова О.Л., Фролова Н.М., Куликова В.С. Медико-биологическая оценка применения профилактических напитков у работающих во вредных условиях труда // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 8. С. 43-46.)
14. Nikanov AN, Talykova LV, Bykov VR, Tabarcha OI. Influence of Treatment and Preventive Drinks on Mineral Exchange among Workers in the Russian Arctic. *Herald of the Kola Science Centre of the RAS*. 2017; 4(9): 113-118. Russian (Никанов А.Н., Талыкова Л.В., Быков В.Р., Табарча О.И. Влияние лечебно-профилактических напитков на минеральный обмен промышленных рабочих Арктической зоны Российской Федерации // Вестник Кольского научного центра РАН. 2017. Т. 4, № 9. С. 113-118).
15. Zhovtyak EP, Fyodorov AA, Likhachyova EI, Ryabko EV, Gromov AS. Biologic markers of exposure to and effects of fluorine compounds in workers engaged into aluminium industry. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2010; (2): 20-23. Russian (Жовтяк Е.П., Федоров А.А., Лихачева Е.И., Рябко Е.В., Громов А.С. Биомаркеры экспозиции эффекта действия фтористых соединений у рабочих алюминиевой промышленности // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 2. С. 20-23.)
16. Avtsyn AP, Zhavoronkov AA. Pathology of fluorosis. Novosibirsk: Nauka; 1981. 333 p. Russian (Авцын А.П., Жаворонков А.А. Патология флюороза. Новосибирск: Наука; 1981. 333 с.)
17. Yadykina TK, Mikhailova NN, Bugaeva MS, Gorokhova LG, Korol LN. Experimental study of bone tissue metabolism and the mechanisms of mineral homeostasis regulation in the dynamics of toxic fluoride osteopathy. *Medicine in Kuzbass*. 2018; 17(1): 17-24. Russian (Ядыкина Т.К., Михайлова Н.Н., Бугаева М.С., Горохова Л.Г., Король Л.Н. Экспериментальные исследования метаболизма костной ткани и механизмов регуляции минерального гомеостаза в динамике развития токсической фтористой остеопатии // Медицина в Кузбассе. 2018. Т. 17, № 1. С. 17-24.)
18. Budkar LN, Obukhova TYu, Solodushkin SI, Fedoruk AA, Shmonina OG, et al. Development of chronic kidney disease in aluminum workers. *Profilakticheskaya meditsina*. 2019; 22(4-2): 30-4. Russian (Будкар Л.Н., Обухова Т.Ю., Солодушкин С.И., Шмонина О.Г., Кудрина К.С., Карпова Е.А. и др. Развитие хронической болезни почек у работников алюминиевого производства // Профилактическая медицина. 2019. Т. 22, № 4-2. С. 30-34.)
19. Ivanova LN. Physiological mechanisms of regulation of fluid and electrolyte balance in animals and humans. *Soros educational journal*. 1996; (10): 4-12. Russian (Иванова Л.Н. Физиологические механизмы регуляции водно-солевого баланса у животных и человека // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 10. С. 4-12.)
20. Ulanova EV, Anokhina AS, Danilov IP, Gorbunova IV, Gerasimova GA. The use of nutraceuticals as a prophylaxis of occupational fluorosis. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2006; (6): 44-48. Russian (Уланова Е.В., Анохина А.С., Данилов И.П., Горбунова И.В., Герасимова Г.А. Применение нутрицевтиков в качестве профилактики профессионального флюороза // Медицина труда и промышленная экология. 2006. № 6. С. 44-48.)

Сведения об авторах:

УЛАНОВА Евгения Викторовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований, ФГБНУ НИИ КППЗ, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: sledui_mechte@mail.ru

ЯДЫКИНА Татьяна Константиновна, канд. биол. наук, ведущий науч. сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований, ФГБНУ НИИ КППЗ, г. Новокузнецк, Россия.

E-mail: yadykina.tanya@yandex.ru

Information about authors:

ULANOVA Evgenya Viktorovna, candidate of biology sciences, senior researcher, laboratory for molecular-genetic and experimental researches, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: sledui_mechte@mail.ru

YADYKINA Tatyana Konstantinovna, candidate of biology sciences, leading researcher, laboratory of molecular genetic and experimental researches, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.

E-mail: yadykina.tanya@yandex.ru

Сведения об авторах:

ГОРОХОВА Лариса Геннадьевна, канд. биол. наук, ведущий науч. сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований, ФГБНУ НИИ КПППЗ, г. Новокузнецк, Россия.
E-mail: ponomarikova@mail.ru

КИЗИЧЕНКО Наталья Викторовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории молекулярно-генетических и экспериментальных исследований, ФГБНУ НИИ КПППЗ, г. Новокузнецк, Россия.
E-mail: natakiz@mail.ru

Information about authors:

GOROKHOVA Larisa Gennadyevna, candidate of biology sciences, leading researcher, laboratory of molecular genetic and experimental researches, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia.
E-mail: ponomarikova@mail.ru

KIZICHENKO Natalya Viktorovna, candidate of biology sciences, senior researcher, laboratory for molecular-genetic and experimental researches, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia, E-mail: natakiz@mail.ru

Корреспонденцию адресовать: УЛАНОВА Евгения Викторовна, 654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23, ФГБНУ НИИ КПППЗ.
E-mail: sledui_mechte@mail.ru