

и оборудования от органических загрязнений. Важно обратить внимание на режим проветривания помещения, использования СИЗ при работе с химикатами.

Более качественная очистка воды может достигаться комбинированным использованием дезинфектантов (хлорирование + УФ-обработка), что в купе снижает издержки учреждения.

Загрязнение водоема микроорганизмами находится в прямой зависимости от уровня посещаемости учреждения. Поддержание допустимых эпидемиологических показателей требует проведения внеплановых замен воды и мероприятий очистки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 31951-2012 Вода питьевая. Определение содержания летучих галогенорганических соединений газожидкостной хроматографией: межгосударственный стандарт: дата введения 2014-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2019.
2. Кекина, Е.Г. Гигиеническая оценка современных требований к качеству воды в плавательных бассейнах / Е.Г. Кекина, М.В. Егорова, М.В. Богданов, П.А. Щербаков // Актуальные вопросы гигиенической науки: исторические аспекты и современные тенденции : Сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию кафедры гигиены Приволжского исследовательского медицинского университета (Нижний Новгород, 20 декабря 2023 г.). – Нижний Новгород: Приволжский исследовательский медицинский университет, 2024. – С. 363-369.
3. МУК 4.2.3963—23 «Бактериологические методы исследования воды»: методические указания: дата введения 2023-12-01. – Москва: Роспотребнадзор, 2023.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: санитарные правила и нормы: дата введения 2021-03-01. – Москва: Роспотребнадзор, 2021.
5. СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»: санитарные правила: дата введения 2021-01-01. – Москва: Роспотребнадзор, 2021.
6. Филимонов, Д.С. Особенности требований к качеству воды плавательных бассейнов / Д.С. Филимонов // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции (Пенза, 27-28 апреля 2017 г.). – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 67-72.

Сведения об авторах

К.В. Горловская* – студент

В.М. Хмельюк - студент

Д.О. Горбачев – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой общей гигиены

Ю.М. Бабушкин – старший преподаватель

Information about the authors

K.V. Gorlovskaya* - Student

V.M. Khmelyuk - Student

D.O. Gorbachev – Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of General Hygiene

Y.M. Babushkin - Senior Lecturer

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

k.v.gorlovskaya@mail.ru

УДК 615.9

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СВИНЦА НА МОРФОЛОГИЮ СПЕРМАТОЗОИДОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ IN VIVO

Дубровин Дмитрий Афонасиевич^{1,2}, Батенева Влада Андреевна^{1,2}, Минигалиева Ильзира Амировна¹, Сутункова Марина Петровна^{1,2}

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России
Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. С конца прошлого столетия демографическая ситуация на территории Российской Федерации остается неудовлетворительной. Вместе с тем, одним из потенциально опасных факторов, влияющих на демографический потенциал населения является химическая нагрузка. Особую опасность с этой точки зрения представляет свинец, ведь доказано, что он обладает репротоксичными свойствами и влияет на репродуктивное здоровье с ранних лет.

Цель исследования – оценка воздействия свинца на морфологию сперматозоидов крыс в эксперименте in vivo.

Материал и методы. В качестве объекта исследования были выбраны крысы-самцы Wistar в возрасте 3-х недель. Животные были распределены на 4 группы по 6 крыс в каждой в зависимости от дозы действующего вещества. Растворы трехводного ацетата свинца (Pb (CH₃COO)₂ * 3H₂O), АО «ВЕКТОН», ГОСТ 1027-67) в дозировках 5,5

мг/кг м.т., 11 мг/кг м.т. и 22,88 мг/кг м.т. вводились путем внутрибрюшинных инъекций 3 раза в неделю на протяжении 6 недель (суммарно 18 введений). По окончании эксперимента были изготовлены мазки сперматозоидов для оценки их морфологических изменений. Оценка проводилась с помощью оптической микроскопии (микроскоп Axio Lab.A1, Carl Zeiss Suzhou Co., Ltd., Германия). **Результаты.** При анализе сперматозоидов были выявлены патологии головки (изменение угла головки, две головки, изолированная головка), патологии шейки (склонённая шейка), патологии хвоста (искривление хвоста, сломанный хвост, свёрнутый хвост, неравномерная толщина хвоста, расщепление хвоста). **Выводы.** Воздействие свинца оказывает токсический эффект на репродуктивную систему крыс в виде увеличения доли патологических форм сперматозоидов.

Ключевые слова: свинец, репротоксичность, сперматогенез, морфология

EVALUATION OF LEAD EXPOSURE TO MORPHOLOGY OF SPERMATOOIDS OF LABORATORY ANIMALS IN AN IN VIVO EXPERIMENT

Dubrovin Dmitriy Afonasevich^{1,2}, Bateneva Vlada Andreevna^{1,2}, Minigalieva Ilzira Amirovna¹, Sutunkova Marina Petrovna^{1,2}

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Rospotrebnadzor

²Ural State Medical University

Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Since the end of the last century, the demographic situation in the Russian Federation has remained unsatisfactory. One of the potentially dangerous factors affecting the demographic potential of the population is chemical stress. Lead poses particular risks because it has reprotoxic properties that can adversely impact reproductive health from an early age. **The aim the study** - evaluate the effect of lead on rat sperm morphology through an in vivo experiment.

Material and methods. We selected male Wistar rats aged 3 weeks as subjects for the study. We divided the animals into four groups, each containing six rats, based on the dosage of the active substance. We administered solutions of lead trihydrate acetate ($Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$, JSC VECTON, GOST 1027-67) via intraperitoneal injections at dosages of 5.5 mg/kg M.T., 11 mg/kg M.T., and 22.88 mg/kg M.T., three times a week for six weeks, resulting in a total of 18 injections. At the end of the experiment, we collected spermatozoa samples to assess morphological changes. We performed the assessment using optical microscopy (Axio Lab.A1 microscope, Carl Zeiss Suzhou Co., Ltd., Germany).

Results. The analysis of spermatozoa revealed various pathologies: head abnormalities, such as changes in head angle, two heads, and isolated heads; neck abnormalities, including inclined necks; and tail pathologies, such as curvature, breaks, curls, uneven thickness, and splitting. **Conclusions.** Exposure to lead negatively affects the reproductive system of rats by increasing the proportion of pathological forms of spermatozoa.

Keywords: lead, reproductive toxicity, spermatogenesis, morphology

ВВЕДЕНИЕ

С конца прошлого столетия демографическая ситуация на территории Российской Федерации остается неудовлетворительной. Согласно данным Росстата, естественная убыль населения превышала естественный прирост на протяжении последних 20 лет. Правительство Российской Федерации за последние несколько лет разработало и запустило целый ряд национальных проектов и законодательных актов, направленных на решение демографической проблемы.

Вместе с тем, одним из потенциально опасных факторов, влияющих на демографический потенциал населения, является химическая нагрузка. В прошлом году, как минимум 75 миллионов человек на территории всех субъектов России подверглись комплексной химической нагрузке. При анализе структуры заболеваемости, связанной с действием вредных факторов среды обитания человека, зарегистрировано 366,2 тысяч случаев заболеваний мочеполовой системы [1].

Особую опасность с этой точки зрения представляет свинец. Его воздействие на детское население существенно усугубляет состояние репродуктивного здоровья населения в целом, ведь именно в этот период жизни происходит формирование и развитие вторичных половых признаков, стабилизация гормонального статуса, активный рост костей и скелетной мышечной массы, а также развитие других первичных и вторичных половых признаков [2].

Свинцовые соединения представляют опасность и для репродуктивной системы взрослого населения. Эксперимент, проведенный Jaime Mendeola и соавторами, показал, что

воздействие свинца на взрослое население достоверно снижало активность и функцию половых клеток, а также нарушало их продукцию и структуру [3].

Цель исследования - оценка воздействия свинца на морфологию сперматозоидов крыс в эксперименте *in vivo*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были выбраны крысы-самцы Wistar в возрасте 3-х недель. Животные содержались в условиях специально организованного вивария, соответствующих санитарно-эпидемиологическим и ветеринарным требованиям и с одобрением локальной комиссии по биоэтике ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора (ЛЭК № 5 от 17 января 2024 г.). Крысы принимали полнорационный сбалансированный по составу комбикорм (ГОСТ Р 50258-92) и воду питьевую, очищенную до первой категории качества (ТУ 11.07.11-006-06786053-2019). Средняя температура за день в помещении на протяжении всего эксперимента не выходила за пределы нормы (16-22°C при относительной влажности воздуха 30-70%).

Животные были распределены на 4 группы по 6 крыс в каждой в зависимости от дозы действующего вещества. Растворы трехводного ацетата свинца ($Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$), АО «ВЕКТОН», ГОСТ 1027-67) в дозировках 5,5 мг/кг м.т., 11 мг/кг м.т. и 22,88 мг/кг м.т. вводились путем внутрибрюшинных инъекций 3 раза в неделю на протяжении 6 недель (суммарно 18 введений). Группы животных и дозы действующего вещества представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Группы лабораторных животных и соответствующие дозы

№ гр.	Действующее вещество и доза	Кол-во животных
1	Контрольная группа	6
2	1/40 LD50: $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ – 5,5 мг/кг м.т.	6
3	1/20 LD50: $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ – 11 мг/кг м.т.	6
4	1/10 LD50: $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ – 22,88 мг/кг м.т.	6

По окончании эксперимента были изготовлены мазки сперматозоидов для оценки их морфологических изменений. Оценка проводилась с помощью оптической микроскопии (микроскоп Axio Lab.A1, Carl Zeiss Suzhou Co., Ltd., Германия). Суспензию сперматозоидов получали при продольном разрезании придатка семенника крысы и дозированном (2 минуты) перемешивании его в растворе глюкозы 5% (10 мл). Для подсчета относительного количества патологических форм одну каплю суспензии наносили на предметное стекло, подсушивали на воздухе и окрашивали по Паппенгейму. Подсчет проводился на 200 клеток. В ходе исследования было изготовлено и проанализировано 72 препарата.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе сперматозоидов были выявлены патологии головки (изменение угла головки, две головки, изолированная головка), патологии шейки (склонённая шейка), патологии хвоста (искривление хвоста, сломанный хвост, свёрнутый хвост, неравномерная толщина хвоста, расщепление хвоста) (Рис. 1. А-Е).

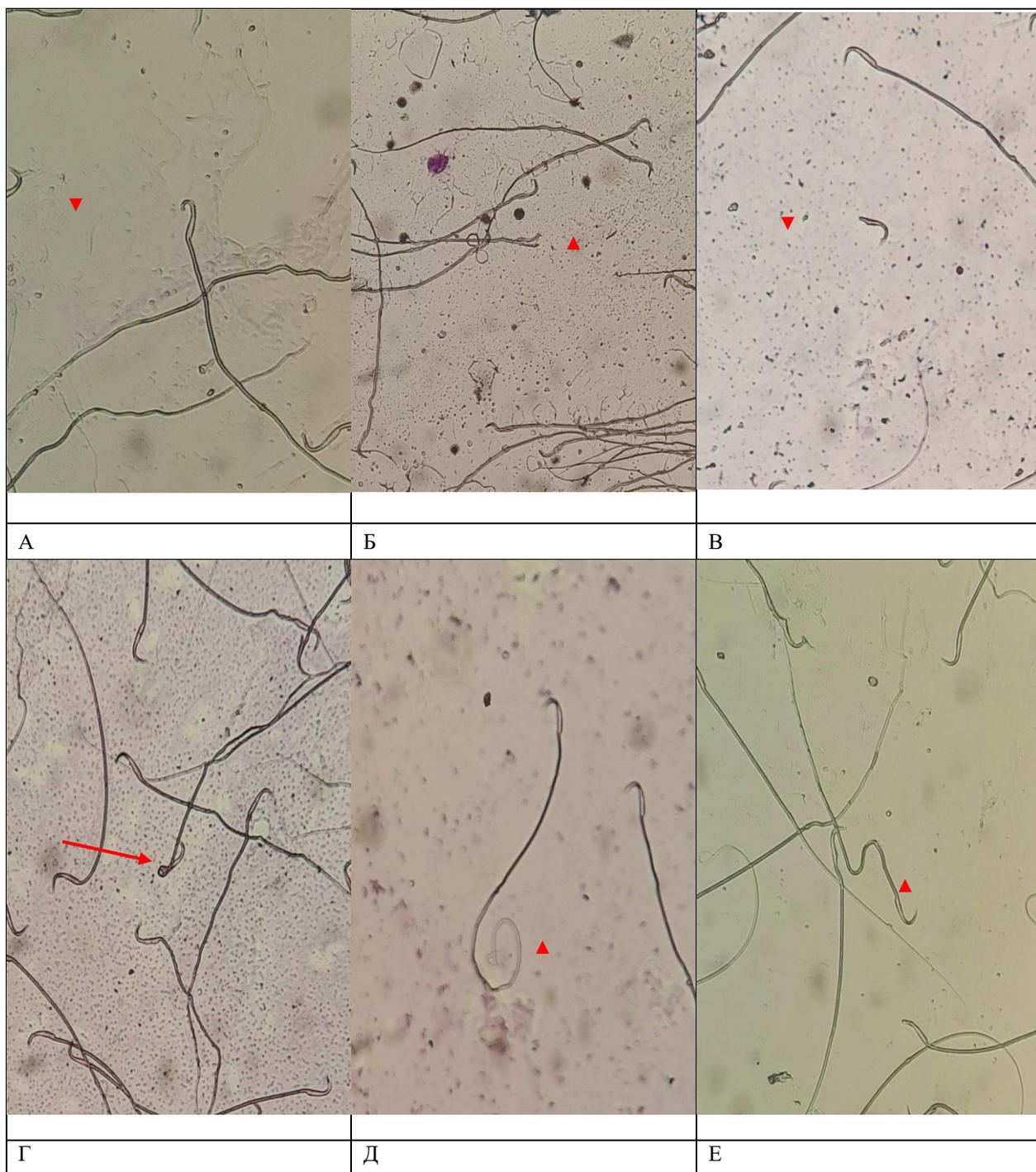


Рис. 1. Патологические изменения сперматозоидов: изменение угла головки сперматозоида (А); две головки (Б), изолированная головка (В), склонённая шейка (Г), свёрнутый хвост (Д), искривлённый хвост (Е). Красными стрелками показаны патологические изменения.

Изолированная головка значительно чаще встречалась в опытных группах, чем в контрольной. При дозе ацетата свинца 5,5 мг/кг м.т. увеличение доли сперматозоидов с изолированной головкой было в 2,46 раза больше по сравнению с контролем ($p < 0,05$), при дозе 11 мг/кг м.т. - в 2,35 раз ($p < 0,05$), а при дозе 22,88 мг/кг м.т. - в 1,70 раза ($p < 0,05$) (Рис.2. А).

При дозе ацетата свинца 11 мг/кг м.т. наблюдалось статистически значимое увеличение доли сперматозоидов со склоненной шейкой в 2,75 раза ($p < 0,05$), а при дозе 22,88 мг/кг м.т. в 4,11 раз ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой (Рис.2. Б).

Патологически изменённые формы хвоста наблюдались во всех группах. Статистически значимым было увеличение доли сперматозоидов с искривлённым хвостом при дозе 5,5 мг/кг м.т. в 1,51 раза ($p < 0,05$), при дозе 11 мг/кг м.т. - в 1,85 раза ($p < 0,05$), при дозе 22,88 мг/кг м.т. - в 1,93 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой (Рис. 2.Б).

Наблюдалось увеличение доли сперматозоидов со свёрнутым хвостом при дозе ацетата свинца 5,5 мг/кг м.т. в 1,63 раза ($p < 0,05$), при дозе 11 мг/кг м.т. в 2,28 раза ($p < 0,05$), при дозе 22,88 мг/кг м.т. в 3,40 раза ($p < 0,05$). (Рис. 2.Б). Была зафиксирована тенденция к увеличению доли патологических форм сперматозоидов с возрастанием дозы ацетата свинца, в частности, клеток со склоненной шейкой и искривленным хвостом, но, ввиду отсутствия статистически достоверных различий между опытными группами однозначно говорить о наличии дозозависимого эффекта нельзя. Однако, при анализе сперматозоидов со свёрнутым хвостом имелись статистически значимые различия между опытными группами, что свидетельствует о наличии дозозависимого эффекта ацетата свинца по данному показателю.

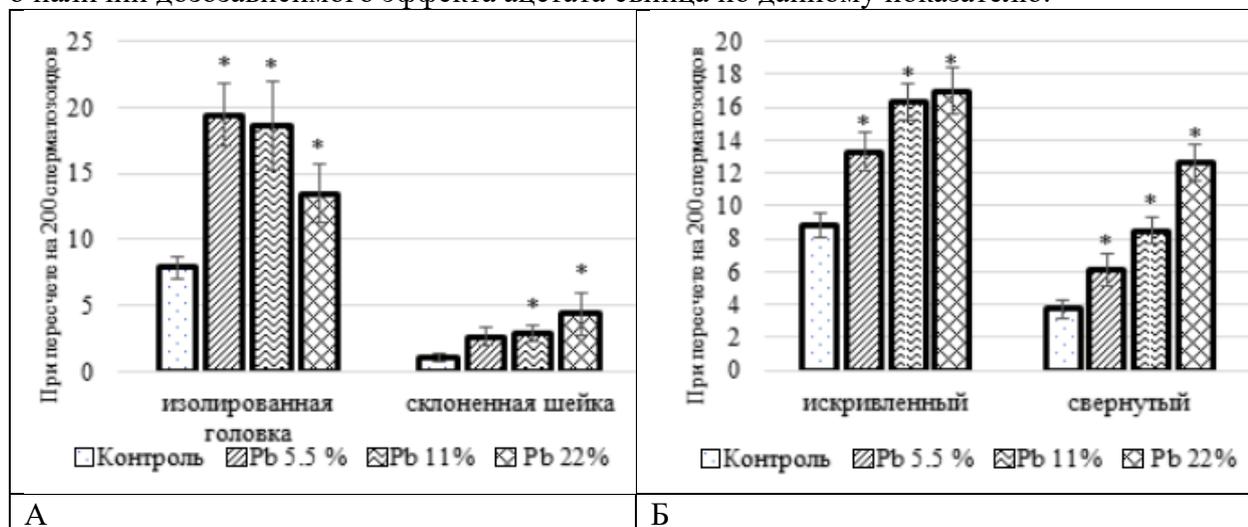


Рис. 2. (А - доля патологических форм сперматозоидов с изолированной головкой и склоненной шейкой, Б - доля патологических форм сперматозоидов с искривленным и свёрнутым хвостом).

Примечание: знаком * обозначено статистически значимое различие по сравнению с контрольной группой.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные по результатам эксперимента данные об эффектах свинца на структуру сперматозоидов согласуются с результатами других исследований. Аналогичное увеличение доли патологических форм сперматозоидов было зафиксировано в экспериментах с менее длительной экспозицией [4], а также при существенно больших концентрациях [5].

Существуют достоверные данные, свидетельствующие о наличии в клетках Сертоли кальциевых регуляторных путей. Тесно связанная с митохондриями и эндоплазматическим ретикуломом кальциевая регуляция может иметь важное значение в процессах, связанных с перемещением сперматоцитов и высвобождением сперматозоидов в семенной эпителий [6]. Вероятно, свинец повреждает кальциевые каналы, препятствуя внеклеточному и внутриклеточному обмену кальция и нарушая его гомеостаз. С помощью механизмов ионной мимикрии свинец способен ложно участвовать в ион-зависимых процессах, при этом, не обладая биологическими и химическими возможностями для их адекватного контроля, в результате чего последние теряют свою функцию [7]. В совокупности эти процессы могут вызывать дисфункцию сперматогенных клеток, тем самым нарушая пролиферацию и дифференцировку половых клеток и способствуя увеличению патологических форм сперматозоидов.

Результаты нашего эксперимента, свидетельствуют о наличии дозозависимого эффекта при субхроническом воздействии свинца, однако, остается неясным, будет ли токсический эффект иметь зависимость от дозы при хроническом воздействии на население, проживающее на территориях, загрязненных свинцом, и занятого на промышленных предприятиях.

ВЫВОДЫ

1. Воздействие свинца оказывает токсический эффект на репродуктивную систему крыс в виде увеличения доли патологических форм сперматозоидов.
2. Наблюдается дозозависимый эффект ацетата свинца в отношении показателя свёрнутых хвостов сперматозоидов.

3. При субхроническом воздействии свинца на крыс наиболее подверженной патологическим изменениям является хвостовая часть сперматозоидов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад // Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 31 мая 2024 г. – 364 с.
2. Т. В. Вострикова. Особенности репродуктивного здоровья и контрацептивного поведения девушек-подростков в современных экологических и социально-экономических условиях республики Мордовия / Т.В. Вострикова // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2009. – №7. – Текст: электронный
3. Relationships between heavy metal concentrations in three different body fluids and male reproductive parameters: a pilot study / Mendiola, J., Moreno, J.M., Roca, M [et al.]. – Text : direct // Environ Health. – 2011. – Vol. 10, № 6.
4. Н.А. Дуденкова. Влияние свинцовой интоксикации на мужские половые клетки белых крыс / Н.А. Дуденкова., О.С. Шубина // Известия вузов. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2019. – №4. – Текст : электронный
5. Improvement roles of zinc supplementation in low dose lead induced testicular damage and glycolytic inhibition in mice / Zhang Z., Yu J, Xie J [et al.]. – Text : direct // Toxicology. – 2021. – 462. – 152933.
6. The endoplasmic reticulum, calcium signaling and junction turnover in Sertoli cells / Vogl, W., Lyon, K., Adams [et al.]. – Text : direct // Reproduction. – 2018. – Vol. 155, № 2. – R93-R104.
7. Evidence on Neurotoxicity after Intrauterine and Childhood Exposure to Organomercurials / Azevedo L.F., Karpova N, Rocha B.A [et al.]. – Text : direct // Int J Environ Res Public Health. – 2023. – Vol. 20, № 2. – 1070.

Сведения об авторах

Д.А.Дубровин* – студент

В.А. Батенева – студент

И.А. Минигалиева – доктор биологических наук

М.П. Сутункова – доктор медицинских наук

Information about the authors

D.A. Dubrovin* – Student

V.A. Bateneva – Student

I.A. Minigalieva – Doctor of Sciences (Biological)

M.P. Sutunkova – Doctor of Sciences (Medicine)

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

dmitriidubrovin2021@gmail.com

УДК:613.5

КОРРЕЛЯЦИЯ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА (ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ) ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ЧАСТОТОЙ ОРЗ

Жерлыгина Варвара Сергеевна, Веренцова Ксения Вадимовна, Цыпушкина Екатерина Евгеньевна, Нефедова Юлия Николаевна

Кафедра гигиены и медицины труда

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Оптимальные показатели микроклимата формируют комфортные условия жилых помещений. Блага цивилизации (регулируемые системы отопления, увлажнения воздуха и др.) позволяют индивидуализировать условия внутренней среды помещений. Однако неграмотное их использование имеет неблагоприятные последствия. **Цель исследования** – оценить влияние температуры и относительной влажности воздуха на состояние физического здоровья и качество жизни респондентов. **Материал и методы.** Наблюдательное исследование с добровольным участием 20 респондентов в возрасте 20-34 лет, проживающих в различных районах г. Екатеринбурга. Клиническая оценка проводилась на основании анкетирования. **Результаты.** Все исследуемые проживают в квартирах, 10% (n=2) используют увлажнитель воздуха, 90% (n=18) не используют. Окно на проветривание 1-2 раза в день открывают 50% (n=10), 3-4 раза в день – 30% (n=6), 5-6 раз в день и несколько раз в неделю – по 5% (n=1), окно постоянно открыто в положении «микропроветривания» у 10% (n=2). Ни в одном из районов средние показатели относительной влажности не соответствуют допустимым, температура воздуха является допустимой в Орджоникидзевском, Академическом и Чкаловском. На вопрос о частоте ОРЗ за время отопительного сезона 55% (n=11) ответили 1-2 раза, 25% (n=5) – 3-4 раза, 20% (n=4) не отмечали подобных симптомов. Среди опрошенных 15% (n=3) отметили, что в жилых помещениях холодно, 35% (n=7) – что жарко, 55% (n=11) – отметили сухой воздух, 30% (n=6) не испытывают дискомфорта. **Выводы.** Нам не удалось доказать корреляцию между выбранными параметрами микроклимата и частотой ОРЗ, что мы связываем с недостаточностью выборки.

Ключевые слова: микроклимат, температура воздуха, относительная влажность, ОРЗ.