



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

| | |
|----------------------|---|
| JOURNAL | World Science |
| p-ISSN | 2413-1032 |
| e-ISSN | 2414-6404 |
| PUBLISHER | RS Global Sp. z O.O., Poland |
| ARTICLE TITLE | СВИНЦОВАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ КАК ПРЕДПОСЫЛКА ОГРАНИЧЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАКСИМАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ |
| AUTHOR(S) | Татьяна Мерманишвили, Гиорги Патараиа, Нана Чантуридзе |
| ARTICLE INFO | Mermanishvili Tatiana, Pataraiia Giorgi, Chanturidze Nana. (2021) Lead Exposure as a Premise for Limiting the Ability to Maximize the Realization of Physical Activity. World Science. 10(71). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30112021/7699 |
| DOI | https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112021/7699 |
| RECEIVED | 07 September 2021 |
| ACCEPTED | 04 November 2021 |
| PUBLISHED | 08 November 2021 |
| LICENSE |  This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License . |

© The author(s) 2021. This publication is an open access article.

СВИНЦОВАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ КАК ПРЕДПОСЫЛКА ОГРАНИЧЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАКСИМАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Татьяна Мерманишвили, ассоциированный профессор, Грузинский Университет Физической Медицины и Спорта, Грузия

Гиорги Патараиа, ассоциированный профессор, Тбилисский Государственный Университет, Грузия

Нана Чантуридзе, докторант, Тбилисский Государственный Университет, Грузия

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112021/7699

ARTICLE INFO

Received: 07 September 2021

Accepted: 04 November 2021

Published: 08 November 2021

KEYWORDS

Lead, exposure, experiment, lung, heart, blood, activity.

ABSTRACT

As a result of man's technological activities, numerous quantities of lead and its compounds are spread into the environment annually. The long-term effects of low doses of lead on the lungs, heart muscle and the transport function of erythrocytes were investigated. The study results indicate that long-term intake of small doses of lead, even in the absence of visible clinical manifestations, causes distinct structural changes and therefore, functional changes in the heart muscle, respiratory system, reduces the transport function of erythrocytes, and also possibly limiting the oxygen transport in myocytes and its deposition in tissues and diffusion into cells. There is no doubt that these changes will limit the ability to maximize the realization of physical activity.

Citation: Mermanishvili Tatiana, Pataraia Giorgi, Chanturidze Nana. (2021) Lead Exposure as a Premise for Limiting the Ability to Maximize the Realization of Physical Activity. *World Science*. 10(71). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30112021/7699

Copyright: © 2021 Mermanishvili Tatiana, Pataraia Giorgi, Chanturidze Nana. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. В результате техногенной деятельности человека в окружающей среде рассеивается огромное количество свинца и его соединений [10; 9; 6], общая масса которого превышает 600 тысяч тонн [1]. Значительная часть металла рассеивается в окружающей среде до обработки - при его перемещении, обогащении и сортировке, а также в результате таких высокотемпературных технологий, как металлургия, производство цемента, использование топлива и т.д.

Наряду с природными источниками, в Грузии опасность загрязнения создает Казретский рудный комбинат. В процессе обогащения полиметаллической руды происходит загрязнение реки Машавера, содержание свинца в которой, в зависимости от интенсивности производства, превышает допустимый уровень от нескольких тысяч до десятков тысяч раз. От реки Машавера проведен оросительный канал, которым орошается большая часть сельскохозяйственных угодий муниципалитетов Болниси и Марнеули – 7440 гектаров. Как известно, Тбилиси снабжается сельскохозяйственными продуктами, в основном, именно из этих муниципалитетов. Кроме того, на протяжении десятков лет в регионе Кахети применялись противорадные ракеты, обильно рассеивавшие в окружающей среде соединения свинца. Большую проблему составляет массовое использование содержащего тетраэтилсвинец дешевого бензина.

Организм поглощает ионы свинца при дыхании, в виде взвешенных в воздухе аэрозолей, и при использовании загрязненной питьевой водой и продуктами питания [11;6]. Свинец собирается в депо-органах (костный мозг, костная ткань, паренхиматозные органы), сохраняется там в течение длительного времени, иногда на протяжении всей жизни [7; 5] и представляет собой постоянный источник интоксикации [3].

В связи с актуальностью вышеизложенного, мы поставили перед собой задачу исследовать длительное воздействие на организм малых доз свинца (что, предположительно, соответствует условиям проживания в зонах повышенного загрязнения свинцом). При этом учитывался тот факт, что «1 день жизни крысы равен 52 дням жизни человека [2]» и, соответственно, 2 месяца жизни крысы соответствует 8,5 годам жизни человека. Мы морфологически исследовали транспортную функцию эритроцитов, а также функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, и, соответственно, возможность реализации максимальной физической активности.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач в качестве объекта исследования были выбраны беспородные белые лабораторные взрослые крысы, массой 160-180 грамм (36 штук). В ходе эксперимента лабораторные животные нагружались свинцом в течение двух месяцев. Мы давали им растворенный в питьевой воде уксуснокислый свинец из расчета в сутки 0,3 миллиграмма чистого свинца на килограмм веса. Контрольные животные (8 штук) находились на обычном рационе еды и питья. В течение эксперимента мы строго соблюдали «Guidelines for Ethical Conduct in the Care and Use of Nonhuman Animals in Research» – American Psychological Association [8]. Из взятой из вены хвоста крови брали мазок для микроскопического исследования и определяли показатель гемоглобина. Для исследования особенностей порфиринового обмена каждые десять дней во взятой из вены хвоста крови оценивали уровень флюоресцентного свечения порфиринов. Для гистологического исследования материал (сердечная мышца, легкие) фиксировался в 12%-ном формалине. Изготовленные срезы окрашивались гематоксилином и эозином. Для выявления ультраструктурных изменений в эритроцитах, миокарде и легких использовался электронно-микроскопический метод. Ультратонкие срезы брались ультратомом LKBIII и Reichert Ultracut-E. Для ультраструктурного анализа использовались электронные микроскопы ЭМВ-100А, Tesla BS-500 и JEM 100SX.

Результаты исследования. Исследование материала, полученного в результате моделирования экспозиции свинца, показало, что через месяц после начала эксперимента в крови развился целый ряд изменений. У всех исследованных животных появились эритроциты с базофильной зернистостью, количество которых в единичных случаях достигало 40-45 в поле зрения. Также было различие в содержании ретикулоцитов в крови животных контрольной и экспериментальной групп. Скорость оседания эритроцитов у экспериментальных животных достигала 25 мм. час. Значительно снизился показатель гемоглобина. Исследованием эффекта флюоресцентного свечения порфиринов установлено, что, по сравнению с нормой, значительно активизировался синтез порфирина. Структура эритроцитов у экспериментальных животных отличается полиморфизмом. Привлекает внимание выраженный анизоцитоз, на фоне дискоцитов много эллипсоцитов, дрепаноцитов, мишеневидных эритроцитов и «теней» эритроцитов. Уменьшено количество обладающих высокой оптической плотностью гемоглобинсодержащих гранул, в связи с чем наблюдается низкая плотность некоторых эритроцитов (Рис. 1).

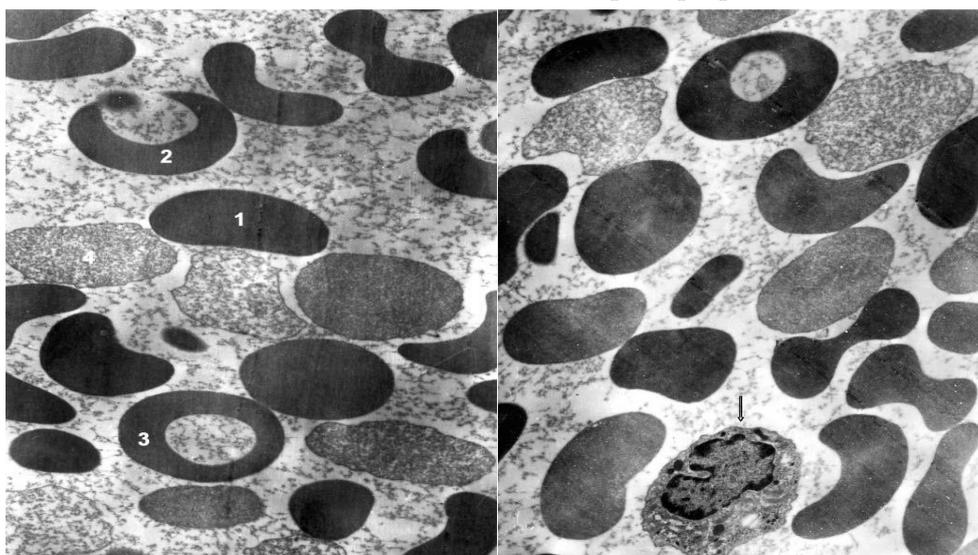


Рис. 1. Левая электронограмма – полиморфизм эритроцитов – эллипсоциты (1), дрепаноциты (2), мишеневидные эритроциты (3) и «тени» эритроцитов. X 4000. Правая электронограмма – эритроциты и макрофаги разной электронно-оптической плотности. X 4000.

Гистологическое исследование сердечной мышцы экспериментальных животных в сосудах микроциркулярного русла, в основном, в капиллярах выявило агрегацию эритроцитов. Стенки артериол умеренно утолщены. В некоторых участках просветы относительно крупных артериол расширены и переполнены кровью. Поперечная исчерченность мышечных волокон сердца часто выражена слабо. Часть их разобщена. Электронно-микроскопическое исследование сердечной мышцы показало, что, как в норме, так и в условиях эксперимента просвет капилляра содержит одну или две эндотелиальные клетки. Вышеуказанные клетки отличаются друг от друга электронно-оптической плотностью матрикса. В условиях эксперимента больше «светлых» клеток и клеток с промежуточной плотностью, чем «темных» клеток. Просвет капилляров сердечной мышцы неоднороден, встречаются участки с адгезией эритроцитов на плазмолемме эндотелиоцитов (Рис. 2). Со стороны просвета цитоплазма образует широкие, длинные выросты, которые занимают большую часть просвета и связываются со склеенными эритроцитами. Эндотелиальный покров отечный, со стороны просвета располагаются мелкие пиноцитозные пузырьки. Усиление пиноцитоза сопровождается появлением крупных везикул вдоль просвета и в базальной части цитоплазмы. Цитоплазма заполнена содержимым низкой электронно-оптической плотности, в котором определяются отдельные рибосомы. В цитоплазме «светлых» клеток снижено количество органелл (Рис. 2). Митохондрии претерпевают дистрофические изменения, что проявляется их отеком, дезорганизацией крист и появлением в матриксе полостей. Ядра эндотелиоцитов отечные и содержат мелкозернистый матрикс. Вблизи ядерной мембраны имеет место конденсация хроматина в виде крупных гранул. На обзорной электронограмме на фоне внутриклеточного отека и отека межклеточного пространства выявляются миоциты как с дезорганизацией, так и без нее. В зоне, прилежащей к сарколемме дезорганизованных кардиомиоцитов, митохондрии деформированы, их матрикс просветлен, кристы уменьшены в размере, в большей части органелл отмечается фрагментация (Рис. 2), кое-где среди остатков крист расположены плотные осмиофильные гранулы. Встречаются также митохондрии с учащенной сетью крист. Кое-где обнаруживаются вторичные лизосомы с электронноплотным матриксом, в котором иногда видны пузырьки (Рис. 3). Зачастую лизосомы сливаются с липопротеидными включениями в саркоплазме кардиомиоцитов. В субсарколемной зоне отмечается наличие свободных рибосом и небольшого количества мелкозернистых полисом. Структура миофибрилл сохранена, но кое-где отмечается их частичный распад с образованием гомогенных участков низкой электронно-оптической плотности, в которых обнаруживаются обломки дисков и остатки распавшихся мембранных структур. В околоядерной зоне кое-где обнаруживаются светлые участки, лишенные включений и органелл (Рис. 3). Иногда в вышеуказанной зоне в виде мелких зерен выявляется гликоген. В ядре хроматин представлен в виде крупных гранул, расположенных поблизости от ядерной мембраны.

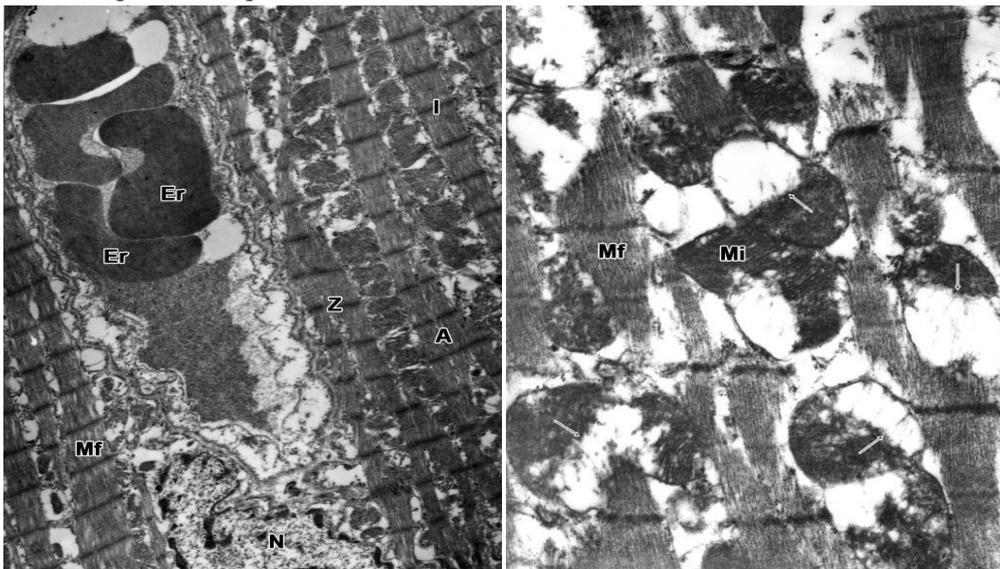


Рис. 2. Левая электронограмма – в цитоплазме эндотелиоцитов преобладает содержимое низкой электронно-оптической плотности и снижено количество органелл. X 3000. Правая электронограмма – деструктивные митохондрии кардиомиоцитов, в большинстве которых кристы деформированы. X 14000.

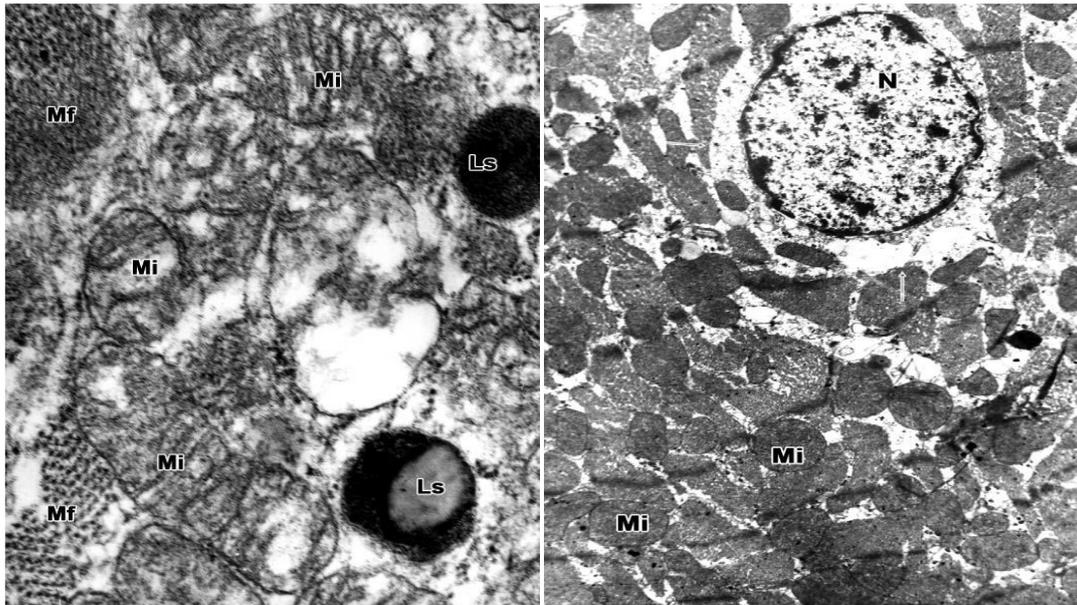


Рис. 3. Левая электронограмма – в кардиомиоцитах отмечаются вторичные лизосомы с электронно-плотным матриксом. X 30000. Правая электронограмма – светлый участок в околоядерной зоне, лишенный включений и органелл. X 4000.

Гистологическое исследование материала, взятого из легких экспериментальных животных, перибронхиально и в межальвеолярных перегородках выявило умеренно выраженную клеточную реакцию. В некоторых бронхиолах обнаружена пролиферация эпителиальных клеток. В большей части случаев просвет альвеол расширен и в нем обнаруживаются спущенные эпителиальные клетки, количество которых колеблется от единичных до нескольких десятков клеток. В просвете некоторых альвеол встречаются скопления эритроцитов. Часто обращает на себя внимание разрыв межальвеолярных перегородок, в результате чего их просветы объединены. В строме обнаруживаются единичные скопления эритроцитов. Неоднородна картина изменений сосудистого русла. Большая часть сосудов, преимущественно вены, расширены. Просвет некоторых из них пустой, в остальных содержится кровь в разном количестве. В капиллярах происходит агрегация эритроцитов. Электронно-микроскопическое исследование воздушно-кровяного барьера выявило, что нагрузка ионами свинца в количестве 0,3мг/кг вызывает изменения в ультраструктурной организации капиллярной стенки. Цитоплазма большей части эндотелиальных клеток светлая. В их просвете много эритроцитов и других форменных элементов. Обращает на себя внимание неоднородность капиллярного просвета. В большинстве эндотелиоцитов субмембранно обнаруживаются крупные пиноцитозные пузырьки, некоторые из которых сливаются и создают единую структуру (Рис. 4). На фоне вакуолизации клеток, количество органелл в их цитоплазме снижено, в частности, отмечается резкое снижение количества митохондрий, цистерн эндоплазматической сети и комплекса Гольджи. В цитоплазме органеллы распределены как в околоядерной зоне, так и в маргинальной части клеток. Матрикс митохондрий плотный и зернистый. Количество крист в них значительно уменьшено. В цитоплазме эндотелиоцитов встречаются единичные жировые включения и первичные рибосомы. В ядрах обнаруживается конденсация ядер хроматина и уплотнение нуклеоплазмы, имеются крупные ядрышки с фибриллярным компонентом. Ядерная оболочка образует инвагинации, в результате чего возрастает контактная площадь с эргастоплазмой. Базальная мембрана капилляров отечная, неоднородной плотности и ширины. В местах ее прилегания к структурам альвеолярного эпителия, контур слоев неявно выражен и отличается осмиофильностью. В субэндотелиальном пространстве накоплено прозрачное вещество, плотность которого морфологически аналогична плотности находящейся в альвеолах субстанции. На обзорной электронограмме межальвеолярные перегородки отечные и огрубевшие (Рис. 4). Их основное вещество просветлено, кое-где гомогенное. В некоторых участках эндотелиоциты спущены и обнажена базальная мембрана капилляров. Альвеолоциты первого типа отечные. На фоне отека цитоплазмы обнаруживаются единичные мелкие везикулы,

заполненные содержимым низкой электронно-оптической плотности. Со стороны альвеолярного просвета цитоплазма образует складчатые структуры (Рис. 4). Кое-где в этих же участках электронно-оптическая плотность цитолеммы снижена. Низкая электронно-оптическая плотность отмечается также в матриксе отечных митохондрий. Значительно снижено количество расширенных цистерн эндоплазматической сети. Альвеолоциты второго типа в результате отека увеличены в объеме. В цитоплазме обнаруживаются участки неоднородной плотности. Сферическая форма ядер утрачена, в основном, вдоль кариолеммы отмечается конденсация хроматина. В цитоплазме увеличено количество вакуолей и пузырьков. Вблизи аппарата Гольджи зачастую располагаются поливезикулярные тельца, которые представляют собой ограниченную единой мембраной группу мелких везикул. В цитоплазме также увеличено количество жировых включений (Рис. 5), лизосом и обладающих матриксом различной плотности цитосом. Матрикс отечных лизосом гомогенный, кристы укорочены, кое-где полностью разрушены. Мембранные структуры осмиофильных телец огрубевшие. Эти образования рассеяны по всей цитоплазме, но большая их часть располагается в апикальной зоне клетки. Пластинчатые комплексы расширены и содержат вакуолеподобные включения (Рис. 5). Изменения альвеолярного эпителия сопровождаются увеличением как размеров, так и количества альвеолярных макрофагов. В заполненных низкой электронно-оптической плотности содержимым просветах альвеол содержится от одного до трех макрофагов. Осмиофильность цитоплазмы макрофагов, по сравнению с альвеолярным эпителием, увеличена. В зернистую эндоплазматическую сеть цитоплазмы этих клеток включены хорошо дифференцированные рибосомы. В различных участках цитоплазмы располагаются нуклеопротейидные комплексы в виде свободных рибосом и полисом. В цитоплазме, в сравнении с другими органеллами, количественно значительно преобладают полиморфный лизосомный аппарат. В виде как отдельных телец, так и слившихся структур, они рассеяны по всей цитоплазме.

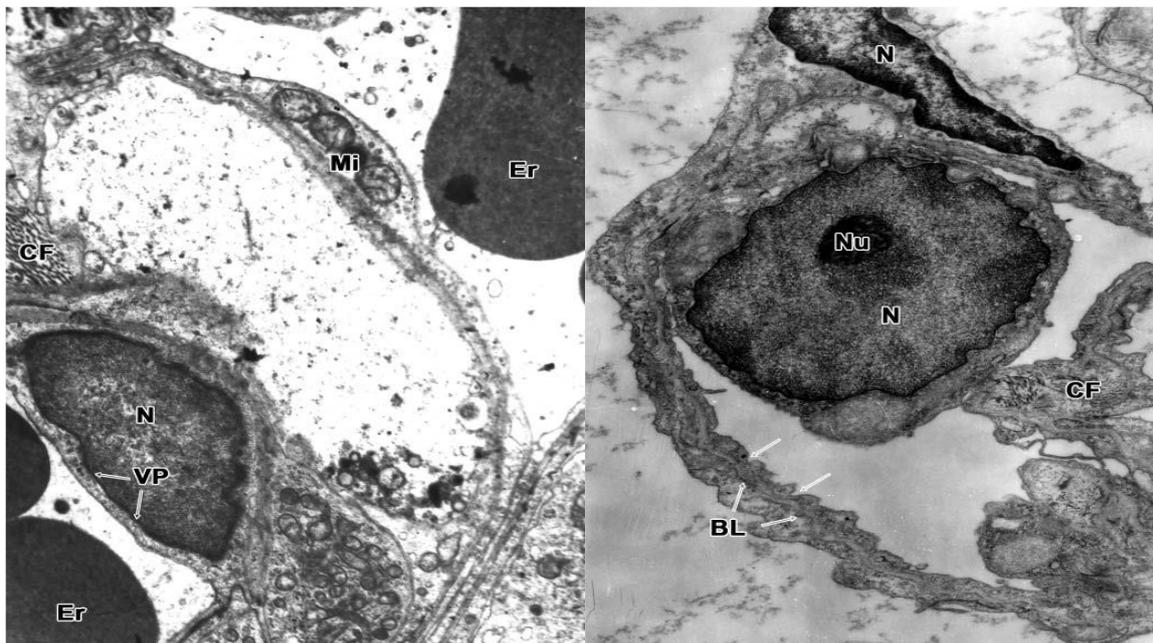


Рис. 4. Правая электронограмма – множество эритроцитов в просвете легочного капилляра. Субмембранно в эндотелиоцитах отмечается множество пиноцитозных пузырьков. X 6000. Правая электронограмма – межальвеолярная перегородка отечная, со стороны просвета цитоплазма клетки образует морщинистоподобную структуру. X 8000.

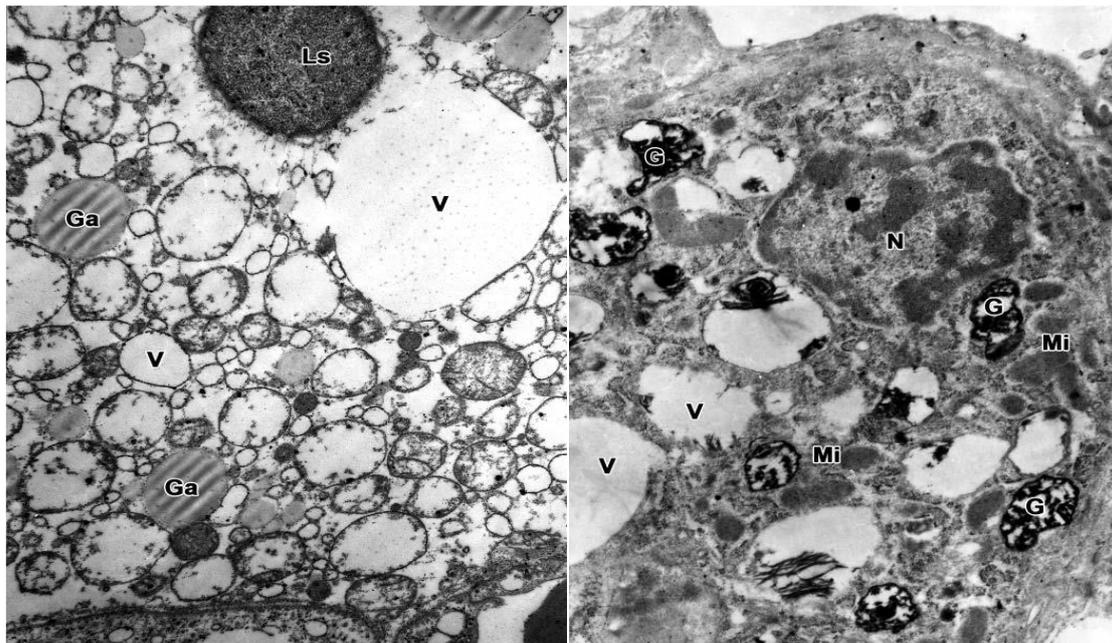


Рис. 5. Левая электронограмма – в альвеолоцитах II типа множество вакуолей, пузырьков и жировых включений. X 8000. Правая электронограмма – в альвеолоцитах II типа митохондрии нечетко-затемненные. Пластинчатые комплексы расширены и в них отмечаются вакуолеподобные образования. X 6000.

Обсуждение результатов. Изменения в периферической крови выявляются в раннем периоде свинцового воздействия, но, несмотря на это, количество гемоглобина долго остается в пределах нормы. Гематологические изменения при воздействии свинца характеризуются определенной закономерностью: они начинаются ретикулоцитозом, одновременно с этим появляются эритроциты с базофильной зернистостью и затем, позднее, постепенно снижается количество гемоглобина. Обращает на себя внимание, что вышеуказанные процессы сопровождаются также гемолизом. Таким образом, анализ результатов собственных исследований, а также результатов многочисленных, изысканных нами научных исследований других авторов, позволяет предположить, что свинцовая экспозиция способствует формированию в организме фона анемии.

73% содержащегося в организме железа входит в состав гемоглобина, 16% содержится в ферритине, 3% - в миоглобине, 2% - в составе железо-порфириновых ферментов и 0,1% - в плазме крови. Подобно гемоглобину, миоглобин содержит железо-порфириновую группу – гем, с помощью которого обратимо присоединяет кислород. Общеизвестно, что миоглобин играет важную роль в переносе кислорода, депонировании его в тканях и диффузии в клетки. При свинцовой экспозиции, скорее всего, имеет место нарушение также синтеза миоглобина. Утрата или снижение функции миоглобина тяжелым грузом ляжет на миоциты и, соответственно, на и так ограниченно протекающие энергетические процессы в клетке.

Ультраструктурные изменения в сердечной мышце, в основном, проявляются изменениями энергетического аппарата кардиомиоцитов. Митохондриальная реакция явно указывает на внутриклеточную гипоксию и, соответственно, на ограничение метаболизма. Развивающиеся в митохондриях изменения носят мозаикообразный характер, что, по морфологической оценке, указывает на разносторонний характер нарушений этих органелл. Стабильность морфофункциональной организации митохондрий является единственным условием выработки энергии. Структурные изменения этих органелл вызывают изменения протекающих в них окислительно-восстановительных реакций, что, соответственно, отражается на течении энергетических процессов в кардиомиоцитах.

Структурные изменения элементов многокомпонентного воздушно-кровяного барьера легких (альвеоларно-капиллярная мембрана) являются самой главной причиной гипоксии организма. В этих условиях нарушается газовый обмен между альвеолами и кровью. Огрубление коллагена и эластина является причиной огрубления интерстициума и увеличения толщины

воздушно-кровенного барьера. Полнокровные капилляры претерпевают дилатацию. В интерстициальном пространстве между эндотелиальными клетками отмечается отечная жидкость, которая проникает также в просвет альвеол. Базальная мембрана, в связи с пропитыванием жидкостью, становится утолщенной и огрубевшей. В результате нарушения проницаемости альвеолярно-капиллярной мембраны снижается продукция сурфактанта. Формируются ателектазы. Происходит ограничение кровообращения и, соответственно, ухудшается трофика альвеол.

Выводы. Исходя из вышесказанного, длительное поступление в организм из окружающей среды даже малых доз ионов свинца приводит к снижению транспортной функции эритроцитов и, предположительно, ограничению переноса кислорода в кардиомиоцитах, депонирования его в тканях и диффузии в клетки, вызывает структурные и, соответственно, функциональные изменения в сердечно – сосудистой системе и воздушно-кровенном барьере дыхательной системы. В результате этого, даже при отсутствии клинических проявлений, происходит ограничение возможности реализации максимальной физической активности.

Вероятное решение этой проблемы состоит в использовании таких природных лечебно-профилактических средств, которые выводят из организма как ранее накопленные, так и перманентно поступающие ионы свинца и нормализуют вызванные свинцовой экспозицией нарушения обмена веществ [4].

REFERENCES

1. Voroncov, A.I., Haritonova, N.Z. (1977). “*Ohrana prirody*” [Protection of Nature] M. izdatel'stvo Vysshaja shkola [M. Publishing house Higher School]. [in Russian].
2. Gelashvili, O.A. (2008). “Variant periodizacii biologicheski shodnyh stadij ontogeneza cheloveka i krysy” [Variant of Periodization of Biologically Similar Stages of Human and Rat Ontogenesis] *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal* [Saratov Sci.-Med. J.] N4(22). 125-126. [in Russian].
3. Kaznacheev, V.P. (1983). “*Ocherki teorii i praktiki ekologii cheloveka*” [Essays on the theory and practice of human ecology]–M. izdatel'stvo Nauka [M. Publishing house Science]. [in Russian].
4. Pataraiia, G. (2010). “*t'qviis (Pb) uarqopiti zemokmedeba janmrtelobaze da misi tavidan atsilebis gzebi*” [The harmful effects of lead (Pb) on health and ways to prevent it] Tbilisi universit'et'is gamomtsemloba [Tbilisi, TSU Publishing House]. [in Georgian].
5. Adachi, J.D., Arlen, D., Webber, C.E., Chettle, D.R., Beaumont, L.F., Gordon, C.L. (1998). “Is There any Association between the Presence of Bone Disease and Cumulative Exposure to Lead?” *Calcif. Tissue. Int.*, 63 (5). 429-32. [in English].
6. Ahamed, M., Siddiqui, M.K. (2007). “Environmental Lead Toxicity and Nutritional Factors” *clin. Nutr.* 26(4). 400-8. [in English].
7. Chia, S.E., Chia, H.P., Ong, C.N., Jeyaratnam, J. (1996). “Cumulative Concentrations of Blood Lead and Postural Stability” *Occup. Environ. Med.* 53 (4). 264-8. [in English].
8. “Guidelines for Ethical Conduct in the Care and Use of Nonhuman Animals in Research” American Psychological Association. *J. Exp. Anal. Behav.*, 45(2): 127-132. [in English].
9. Roche, L.M., Ramarpsad, R., Gerwel, B., Pearson, M., Stanbury, M., O'Leary, K. (1998). “Evolution of a State Occupational Lead Exposure Registry: 1986-1996” *J. Occup. Environ. Med.*, 40 (12). - 1127-33. [in English].
10. Solberg, W., Steinnes, E. (1983). “Heavy Metal Contamination of Terrestrial Ecosystems from Long Distance Atmospheric Transport” *J. Heavy Metals in the Environment. Int. Conf. Heidelberg. v. 1.* 170-173. [in English].
11. Srianjata, S. (1998). “Lead – the Toxic Metal to Stay with Human” *J. Toxicol. Sci.* 23 Suppl. 2.- 237-40. [in English].