

На правах рукописи

**ФИРАГО
Анна Львовна**

**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В БИОСУБСТРАТАХ ДЕТЕЙ ОТ 1 ДО 3 ЛЕТ,
ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ
НАГРУЗКИ (НА ПРИМЕРЕ ЯРОСЛАВСКОЙ
ОБЛАСТИ)**

Специальность: 03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Нижний Новгород
2012

Работа выполнена на кафедре морфологии факультета биологии и экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Еремейшвили Автандил Владимирович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
профессор
Корягин Александр Сергеевич

доктор медицинских наук
профессор
Черная Наталия Леонидовна

Ведущая организация: Институт фундаментальных проблем
биологии РАН (г. Пущино)

Защита диссертации состоится « 15 » февраля 2012 г. в 15⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.166.12 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корп. 1, биологический факультет.

E-mail: dis212.166.12@gmail.com

факс: (831) 462-30-85

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, с авторефератом – в сети Интернет на сайте ННГУ им. Н.И. Лобачевского по адресу: <http://www.unn.ru>.

Автореферат разослан « 23 » декабря 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



М.С. Снегирева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Данные эколого-гигиенических исследований последних лет указывают на то, что одной из детерминант, определяющих состояние здоровья человека, является качество окружающей природной среды (Абдурахманов, Зайцев, 1994; Филатов и др., 1998; Зангиева и др., 2005; Горбачев и др., 2007; Сенькевич и др., 2008; Захарина, 2009; Nowak, Kozlowski, 1998; Krejpcdo et al., 1999; Sharma, Kumar, 2005). Загрязнение окружающей среды во многом связано с микроэлементами из группы тяжелых металлов, источники поступления которых в окружающую среду также многочисленны, как и характер их воздействия на компоненты биосферы (Келлер, Кувакин, 1998; Лозановская и др., 1998; Тарасова, Чаловская, 2004; Рахманин, 2007; Мудрый, 2008; Mehra, Juneja, 2005).

Поддержание физиологического баланса микроэлементов в организме человека является необходимым компонентом сохранения его здоровья (Авцын и др., 1991; Нагорный и др., 2000; Бабенко, 2001; Скальный и др., 2001; Юдина и др., 2003; Лыков и др., 2006; Драчев и др., 2008; Lech, 2002; Krajewski et al., 2009). Особенно актуальна проблема формирования гипо- и гипермикроэлементозов у детей, проживающих в условиях техногенной нагрузки, т.к. организм ребенка характеризуется значительной пластичностью и в большей степени, чем у взрослых, подвержен негативному влиянию окружающей среды (Вельтищев, Фокеева, 1992; Черная, 1998; Мамбеткаримов, 2000; Сусликов, 2000; Климацкая и др., 2003; Корчина, 2007; Евсеева, 2009; Vaghri et al., 2008).

Ярославская область, являясь крупным промышленным центром России, с развитым сельским и коммунальным хозяйством, располагая густой транспортной сетью, имеет характерные для любой индустриальной и урбанизированной территории экологические проблемы. Получившие в области распространение отрасли промышленности – нефтепереработка и нефтехимия, химия, машиностроение, теплоэнергетика характеризуются не только массой выбросов, но и разнообразием их состава, включая высокотоксичные и канцерогенные вещества, в том числе тяжелые металлы (Мелюк, Лукьяненко, 2002; Лайпанова и др., 2003; Воронов, 2008; Доклад о состоянии и охране ..., 2010). В г. Ярославль и по области в целом за последние годы сохраняется тенденция ухудшения состояния здоровья населения, в том числе детей и подростков; увеличивается доля эколого-зависимых заболеваний (Государственный доклад..., 2009).

Таким образом, актуальным является выявление региональных особенностей микроэлементного статуса детей, проживающих в г. Ярославль и Ярославской области, установление степени влияния на организм химических факторов антропогенного происхождения, для разработки рекомендаций по профилактике эколого-зависимых заболеваний детей.

Цель исследования: изучить особенности содержания микроэлементов тяжелых металлов (цинка, меди, свинца, кадмия) в биосубстратах детей, проживающих в районах с различной антропогенной нагрузкой.

Задачи исследования:

1. Определить региональные особенности микроэлементного статуса детей, в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в г. Ярославль и сельской местности Ярославской области.

2. Провести сравнительный анализ микроэлементного состава биосубстратов детей, в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в районах с различной антропогенной нагрузкой.
3. Выявить наличие зависимости между микроэлементным статусом детей и состоянием их здоровья и физического развития.
4. Определить содержание микроэлементов в объектах окружающей среды (почва, снег) исследуемых районов, питьевой воде и пищевых продуктах из дошкольных образовательных учреждений (ДОУ).
5. Определить степень влияния экологических, алиментарного и социальных факторов на содержание микроэлементов в биосубстратах обследуемых детей.

Научная новизна. Впервые проведено исследование по оценке содержания цинка, меди, свинца и кадмия в волосах и ногтях детей в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в районах с различной антропогенной нагрузкой; определен микроэлементный статус детей, проживающих в сельскохозяйственных Даниловском и Некрасовском районах Ярославской области и г. Ярославле. Проведена комплексная оценка экологической ситуации в исследуемых районах (определено содержание тяжелых металлов в пробах почвенного и снежного покровов, питьевой воды). Выявлена положительная связь дисбаланса микроэлементов тяжелых металлов в биосубстратах детей с экологической обстановкой в исследуемых районах и питанием обследуемых детей. Установлены различия в микроэлементном статусе детей, проживающих в контрольном районе и в районах с выявленной антропогенной нагрузкой. Впервые принята попытка оценить влияние социальных факторов на микроэлементный статус и состояние здоровья детей. Проанализированы особенности влияния климатогеографического фактора на содержание микроэлементов в биосубстратах детей.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Микроэлементный статус детей в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в г. Ярославль и Ярославской области, характеризуется региональными особенностями содержания цинка, меди и кадмия.
2. Дисбаланс микроэлементов (кадмия, свинца, меди) в биосубстратах детей обусловлен влиянием антропогенной нагрузки на исследуемых территориях.
3. В формирование микроэлементного статуса обследуемых детей существенный вклад вносит алиментарный фактор.

Практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в обосновании системного подхода к изучению и профилактике дисбаланса микроэлементов у детей, проживающих в условиях значительной антропогенной нагрузки, с помощью анализа их биосубстратов. Полученные данные позволяют рекомендовать определение микроэлементного состава волос и ногтей при проведении исследований по мониторингу окружающей среды как один из наиболее информативных и удобных для исследования показатель дисбаланса микроэлементов в организме детей. Результаты исследования используются в учебном процессе кафедры морфологии ЯрГУ им. П.Г. Демидова при чтении лекций и проведении практических занятий со студентами при изучении курса «Оценка риска здоровью». На основе полученных данных разработаны практические рекомендации для профилактики (коррекции) микроэлементных дисбалансов у детей, которые предоставлены и используются медицинскими работниками в ДОУ.

Апробация работы и публикации. Материалы диссертации были доложены и обсуждены на: XIII Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирск, 2008), III Всероссийской конференции с международным участием «Медико-физиологические проблемы экологии человека» (Ульяновск, 2009), Всероссийской научно-практической конференции «Принципы зеленой химии и органический синтез» (Ярославль, 2009), III Международной научной конференции «Человек в пространстве культуры: межкультурные отношения и динамика национального развития» (Ярославль, 2010), XI Областной научно-практической конференции «Ярославский край. Наше общество в третьем тысячелетии» (Ярославль, 2010), V Всероссийском симпозиуме с международным участием «Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям севера» (Сыктывкар, 2010), 65-й Международной научной конференции «Чтения Ушинского» (Ярославль, 2011). По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах из перечня ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 183 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, двух глав результатов собственных исследований и их обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка используемой литературы, включающего 176 отечественных, 92 зарубежных и 5 электронных источников. Работа иллюстрирована 15 рисунками, 25 таблицами, 2 формулами, 5 приложениями.

Личный вклад автора. Автор принимала непосредственное участие в разработке плана исследования, проводила анкетирование родителей обследуемых детей и работала с медицинской документацией в дошкольных учреждениях. Осуществляла: отбор проб биосубстратов детей, воды, почвы, снега, пищевых продуктов; проведение лабораторных анализов; статистический анализ и интерпретацию полученных в результате исследования данных.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю к.б.н. Еремейшвили А.В.. Автор признательна преподавателям и сотрудникам кафедры морфологии ЯрГУ им. Демидова, особую благодарность выражает к.б.н. Прохоровой И.М., к.б.н. Шитовой Е.В., д.б.н. Ястребову М.В., к.б.н. Сиделеву С.И. за консультации при выполнении диссертационной работы. Автор высказывает отдельную благодарность своей семье за помощь и поддержку.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе проанализированы данные литературы об антропогенном загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами, о вкладе этого загрязнения в формирование эколого-зависимых заболеваний человека. Дана экологическая характеристика Ярославской области и города Ярославля, приведены особенности развития и состояния здоровья детей изучаемого возрастного периода. Описана биологическая роль и токсическое действие на организм выбранных для анализа элементов, источники их поступления в окружающую среду. Указаны современные методы диагностики микроэлементных дисбалансов в организме человека.

Глава 2. ОБЪЕМ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выбор методических приемов и объем исследований определялись целью и задачами настоящего исследования (табл.1).

Таблица 1

Задачи, материал и объем исследования

Задача исследования	Объект, материал исследования	Объем исследований
1. Определение содержания микроэлементов в биосубстратах детей	Волосы и ногти детей в возрасте от 1 до 3 лет (273 ребенка) и в возрасте от 4 до 6 лет (14 детей)	1048 проб биосубстратов
2. Оценка состояния здоровья и физического развития обследуемых детей	Медицинские карты формы: №026/у	230 детей
3. Определение содержания микроэлементов в объектах окружающей среды	Пробы почвы, песка, снега, отобранные в ДООУ и исследуемых районах	131 проба снежного покрова, 86 проб почвенного покрова, 24 пробы песка
4. Анализ химического состава питьевой воды	Пробы питьевой воды, отобранные в ДООУ	196 проб питьевой воды
5. Определение содержания микроэлементов в пищевых продуктах	Пробы пищевых продуктов, отобранные в ДООУ	255 проб пищевых продуктов
6. Оценка сбалансированности рационов питания детей по химическому составу	Рационы питания детей в ДООУ и анкетные данные	Копии 7 меню-раскладок и технологических карт, 187 анкет
7. Изучение влияния социальных факторов на микроэлементный статус детей	Анкеты, заполненные родителями	187 анкет

Районы исследования. Для исследования было выбрано пять районов, располагающихся на территории Фрунзенского р-на г. Ярославля (рис. 1): №1 (n=33), №2 (n=29), №3 (n=28), №4 (n=29), №5 (n=25), отличающихся друг от друга расположением относительно промышленных предприятий и авто(ж/д)дорог. Два района: №6 (n=28 (от 1 до 3 лет); n=14 (от 4 до 6 лет)), №7 (n=15) в Дмитриевском с.п. Даниловского р-на Ярославской области, располагающихся на пути преобладающих направлений ветров (южного и юго-западного), способствующего распространению загрязнения от г. Ярославля на данные сельские территории. Некоторый вклад в загрязнение окружающей среды этих районов вносят промышленные предприятия г. Данилова, автодорога федерального значения М–8 «Холмогоры» (р-н №6), железная дорога ОАО «РЖД» (р-н №7) и сельхозугодия, входящие в состав Дмитриевского с.п.

Контрольный район – №8 (n=43) – пос. Бурмакино Некрасовского р-на Ярославской области, располагается на расстоянии 35 км от г. Ярославль, удален от крупных промышленных зон, находится на юго-востоке от г. Ярославль (частота ветров в данном направлении не более 11% в год (Доклад о состоянии и охране ..., 2010)), однако испытывает транспортную нагрузку вследствие эксплуатации

железной дороги (ОАО «РЖД»), проходящей через этот район. На территории района (в т.ч. в пос. Бурмакино) функционируют сельхозпредприятия.

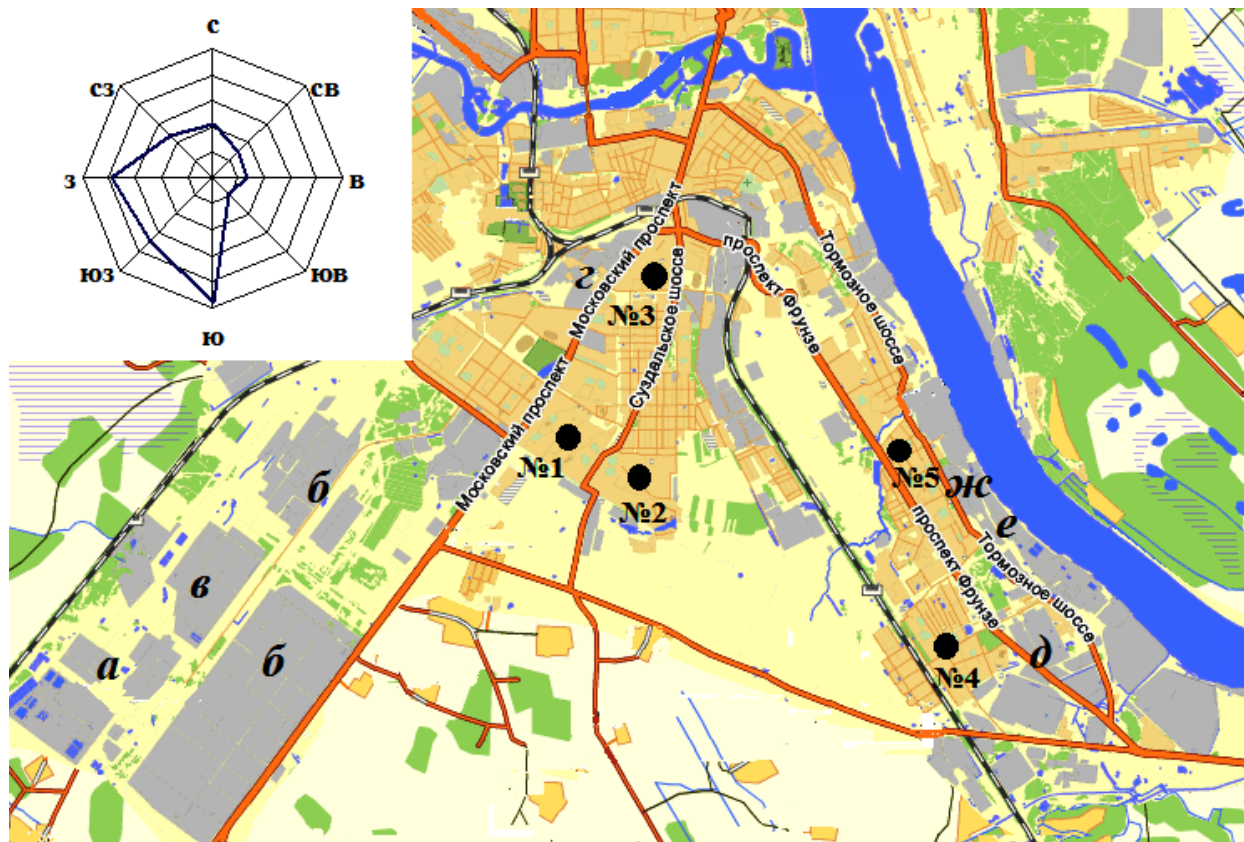


Рис. 1. Карта-схема г. Ярославль (южная часть города): а – ОАО «Ярэнерго» ТЭЦ-3, б – ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез», в – ОАО «Ярославский технический углерод», г – «ОАО «Ярославский завод силикатного кирпича», д – ОАО «Ярославский радиозавод», е – ОАО «Ярославский завод нефтяной тары», ж – ОАО «Ярославский судостроительный завод»; №1, №2, №3, №4, №5 – районы исследования.

Для выявления влияния климатогеографического фактора на микроэлементный статус детей был исследован район №9 (n=43), находящийся в г. Котлас Архангельской области, расположенный в зоне влияния целлюлозно-бумажного комбината ОАО «Группа «Илим»», предприятий ОАО «Котласский химический завод», Котласский филиал «Архобл-Энерго», ОАО «Котласский электромеханический завод». Город является крупной транспортной развязкой (ОАО «РЖД», аэропорт «Котлас»).

Определение содержания микроэлементов в биосубстратах детей. В ходе работы было обследовано 230 детей в возрасте от 1 до 3 лет и 14 детей в возрасте от 4 до 6 лет (г. Ярославль и Ярославская область), а также 43 ребенка в возрасте от 1 до 3 лет (Архангельская область), с момента рождения проживающих на исследуемых территориях. Среди них 154 мальчика и 133 девочки, все дети посещали ДОУ, т.е. находились в сопоставимых условиях питания, воспитания и медицинского обслуживания. Пробы биосубстратов (волосы и ногти) детей отбирались с ноября по январь 2006–2011гг. в соответствии с методическими рекомендациями (МУК 4.1.1482–03; МУК 4.1.1483–03). Количественное содержание микроэлементов в биосубстратах обследуемых детей сравнивалось с

референтным содержанием химических элементов в волосах и ногтях дошкольников по Скальному А.В. (Скальный, 2002; Кудрин, Громова, 2007).

Оценка физического развития детей. Определение уровня физического развития детей осуществлялось по антропометрическим показателям (длина тела, масса тела, окружность головы (ОГ), окружность грудной клетки (ОГК), индекс массы тела (ИМТ)) (Бунак, 1931; Юрьев и др., 2008). Оценку уровня физического развития проводили путем сопоставления антропометрических показателей каждого ребенка с нормативами, разработанными специально для Ярославской области, с учетом половой принадлежности и возраста ребенка (Нормативы основных антропометрических..., 2006).

Работа с медицинской документацией. Проводилось изучение медицинских карт формы №026/у обследуемых детей, из которых были выкопированы данные о частоте ОРИ, группе здоровья и нервно-психического развития детей, данные о наличии аллергической патологии.

Определение содержания микроэлементов в питьевой воде ДООУ и объектах окружающей среды районов исследования. Оценка экологических условий проживания детей включала определение уровня химического загрязнения атмосферного воздуха (с помощью исследования депонирующих сред – почвы и снега районов проживания, а также песка и снега с игровых площадок ДООУ) и питьевой воды, отобранных в исследуемых ДООУ. Отбор, подготовка проб и оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами почвенного и снежного покровов, песка и снега с игровых площадок ДООУ проводились в соответствии с МР 5174–90, МУ 2.1.7.730–99. В качестве фона использовались образцы почвенного и снежного покровов неурбанизированных территорий Ярославской области. Отбор, подготовка проб и оценка качества питьевой воды проводилась в соответствии с ГОСТ Р 51593–2000, СанПиН 2.1.4.1074–01.

Определение содержания микроэлементов в пищевых продуктах и оценка сбалансированности рационов питания детей по химическому составу. Отбор и подготовка проб пищевых продуктов, отобранных в ДООУ, осуществлялись в соответствии с нормативными документами (ГОСТ Р 51301–99; СанПиН 2.3.2.2354–08). Оценка качества пищевых продуктов производилась в соответствии с установленными нормами по содержанию химических веществ в продуктах питания (СанПиН 2.3.2.560–96; СанПиН 2.3.2.2354–08). Оценка алиментарного статуса детей проводилась на основании исследования анкет, заполненных родителями (питание в домашних условиях) и десятидневных меню-раскладок и технологических карт в ДООУ. Полученные результаты сравнивали с нормами физиологических потребностей по МР 2.3.1.2432–08 и данными литературы (Тутельян, 2001; Скальный, Рудаков, 2004; www.who.com).

Анкетирование родителей. При анкетировании родителей производился сбор данных социального анамнеза, некоторых особенностей питания и состояния здоровья обследуемых детей.

Метод исследования. В качестве метода определения количественного содержания микроэлементов тяжелых металлов в исследуемых объектах (биосубстратах детей, питьевой воде, почве, снеге, пищевых продуктах) была выбрана инверсионная вольтамперометрия (Текуцкая и др., 1999; Олихова и др., 2000; Mahajan et al., 2005; Yilmaz et al., 2009). Массовую концентрацию ионов цинка, кадмия, свинца и меди определяли «методом стандартных добавок».

Статистическая обработка полученных результатов. Статистическая обработка полученных в результате исследования данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corp.), Statistica 5.5, Statistica 7.0 (StatSoft Inc.) и AtteStat (Гайдышев) методами описательной статистики. Значимость различий между средними значениями оценивали: в случае сравнения двух групп с использованием (в зависимости от вида распределения признака в выборке) *t*-критерия Стьюдента, либо *U*-критерия Манна–Уитни (Лакин, 1980). При сравнении трех и более групп с помощью критерия Данна и LSD-критерия (ANOVA) (Гланц, 1998; Реброва, 2002), при сравнении с контрольной группой – критериев Данна и Даннета (Гланц, 1998). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. При исследовании связей между изучаемыми признаками применяли коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Корреляции считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Глава 3. МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

3.1. Содержание микроэлементов в биосубстратах детей в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в г. Ярославле и Ярославской области

В целом по обследуемой выборке детей ($n=230$) из г. Ярославля и Ярославской области средние концентрации микроэлементов составили ($M \pm m$): в волосах – кадмий $0,45 \pm 0,03$ мг/кг; медь $21,27 \pm 0,68$ мг/кг; свинец $3,07 \pm 0,17$ мг/кг; цинк $131,75 \pm 5,08$ мг/кг; в ногтях – кадмий $1,62 \pm 0,14$ мг/кг; медь $29,30 \pm 1,09$ мг/кг; свинец $5,86 \pm 0,36$ мг/кг; цинк $227,46 \pm 8,82$ мг/кг.

Избыточное содержание цинка в волосах обследованных нами детей, было обнаружено в среднем в 34% случаев, повышенное содержание меди в 72%, что расходится с литературными данными, поскольку для большинства регионов России характерны не гипер-, а гипомикроэлементозы по этим элементам (от 40% до 80% для обоих металлов) (Скальный, 2000; Залавина, 2006; Лобанова, 2007; Тармаева, 2008; Вильмс и др., 2010). Дефицитное содержание цинка в волосах было обнаружено лишь у 9%, а меди у 7% обследованных нами детей (рис. 2).

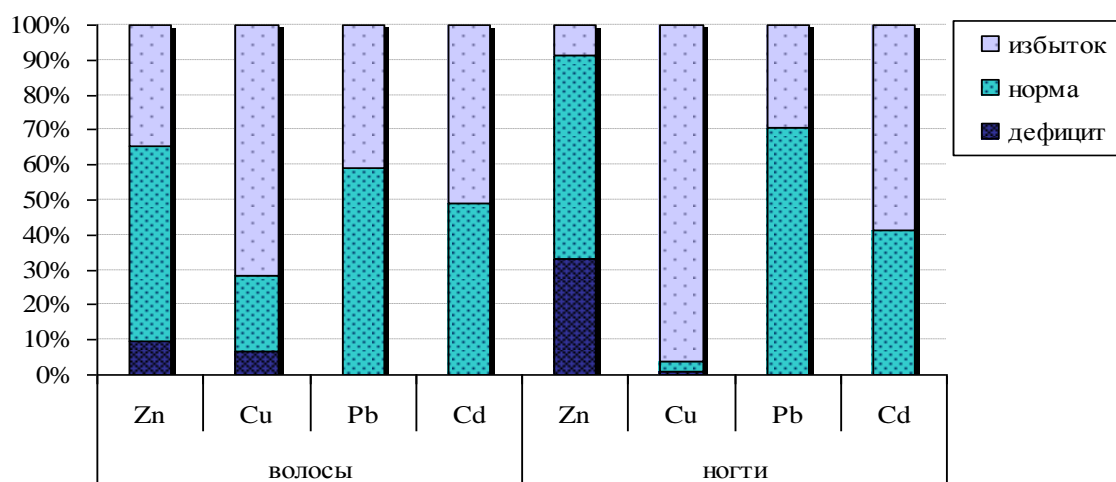


Рис. 2. Распространенность дисбалансного содержания микроэлементов в биосубстратах детей в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в г. Ярославле и Ярославской области.

Полученные в настоящем исследовании результаты о распространенности избыточного содержания свинца в волосах детей (41%) соотносятся с литературными данными (37–40%) (Залавина, 2006; Лобанова, 2007). Избыточное содержание кадмия в волосах обследуемых детей (51%) регистрируется чаще, при сравнении с данными по другим регионами России (от 20% до 40%) (Залавина, 2006; Лобанова, 2007). Данные о распространенности дисбалансного содержания изучаемых микроэлементов в волосах обследованных нами детей соотносятся с данными, полученными для ногтей. Таким образом, микроэлементный статус детей, проживающих в Ярославской области, имеет региональные особенности, а именно характеризуется повышенным содержанием цинка, меди и кадмия относительно других регионов России (Залавина, 2006; Лобанова, 2007; Нигматуллина, 2007; Вильмс и др., 2010).

При сравнении уровней изучаемых микроэлементов в биосубстратах детей, проживающих в районах с различными климатогеографическими условиями, но, с относительно сходным уровнем антропогенной нагрузки (г. Ярославль и г. Котлас), статистически значимые различия были выявлены только по содержанию кадмия в волосах ($p < 0,001$) и ногтях детей ($p < 0,01$) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание микроэлементов в биосубстратах детей в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в г. Ярославль и г. Котлас ($M \pm m$)

район исследования	микроэлемент, мг/кг			
	Zn	Cu	Pb	Cd
биосубстрат	волосы			
г. Ярославль (n=144)	135,83±6,36	20,05±0,81	3,23±0,23	0,49±0,04***
г. Котлас (n=43)	113,29±7,58	19,90±2,36	4,23±0,79	0,20±0,02***
биосубстрат	ногти			
г. Ярославль (n=144)	248,45±9,66	29,79±1,23	4,81±0,41	2,04±0,17**
г. Котлас (n=43)	260,89±24,56	34,71±2,65	5,76±1,03	0,77±0,22**

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Эти результаты подтверждаются данными о распространенности избыточного содержания кадмия в биосубстратах детей: в г. Ярославль повышенное содержание кадмия было зарегистрировано в 56% случаев в волосах и в 73% в ногтях; в г. Котлас доля детей с избытком кадмия в волосах составила – 11%, в ногтях – 23%. Однако, полученные нами различия могут быть связаны с особенностями промышленных производств в изучаемых городах, а не следствием воздействия климатогеографических факторов.

3.2. Содержание микроэлементов в биосубстратах детей, проживающих в районах с различной антропогенной нагрузкой

При анализе данных, по химическому составу биосубстратов детей, проживающих в г. Ярославль и сельской местности Ярославской обл. были выявлены статистически значимые различия в содержании изучаемых микроэлементов (табл. 3). Средняя концентрация свинца в ногтях детей, проживающих в городе снижена ($p < 0,001$), а концентрации цинка в ногтях ($p < 0,01$) и меди в волосах детей ($p < 0,05$) повышены по сравнению с сельскими детьми. На фоне относительного экологического благополучия и отсутствия явного

промышленного загрязнения в исследуемой сельской местности, у детей, проживающих в Дмитриевском с.п. и пос. Бурмакино Ярославской обл., содержание свинца в ногтях значительно превышает ($p<0,001$) соответствующее значение для детей из г. Ярославля. Пролегающие через Дмитриевское с.п. и пос. Бурмакино крупные транспортные потоки – трасса федерального значения М–8 «Холмогоры» и железная дорога ОАО «РЖД» (проходящие вблизи ДОУ), могут являться источниками поступления свинца в окружающую среду (Ревич, 2004; Ребров, Громова, 2008; Исааков, 2010; Kutle, 2004), а, следовательно, и причиной его повышенного содержания в ногтях детей.

Таблица 3

Содержание микроэлементов в биосубстратах детей в возрасте от 1 до 3 лет, в зависимости от места их проживания ($M\pm m$)

район исследования	микроэлемент, мг/кг			
	Zn	Cu	Pb	Cd
биосубстрат	волосы			
город (n=144)	135,83±6,36	20,05±0,81*	3,23±0,23	0,49±0,04*
село (n=86)	124,92±8,37	17,02±1,16*	2,78±0,25	0,32±0,05*
биосубстрат	ногти			
город (n=144)	248,45±9,66**	29,79±1,23	4,81±0,41***	2,04±0,17***
село (n=86)	194,31±15,81**	27,31±2,15	7,62±0,65***	0,92±0,25***

Примечание: *– $p<0,05$; **– $p<0,01$; ***– $p<0,001$.

Кроме того, статистически значимые различия были выявлены при сравнении уровней содержания кадмия в биосубстратах сельских и городских детей. Средние концентрации кадмия в волосах ($p<0,05$) и ногтях ($p<0,001$) последних были выше, чем у детей из изучаемых сельских районов (Шитова, 2005), что вероятно, связано с влиянием промышленного окружения в исследуемых городских районах, где в производстве используются процессы кадмирования металлов.

Различия в микроэлементном статусе детей наблюдались и на уровне районов исследования (табл. 4). Наибольшая средняя концентрация цинка в биосубстратах детей была отмечена в р-не №1 (волосы – 145,11±14,36 мг/кг; ногти – 271,32±20,59 мг/кг). В районах с зарегистрированным минимальным содержанием цинка в волосах (№4, №5) и ногтях (№4, №7) детей, одновременно были отмечены наибольшие концентрации кадмия в этих биосубстратах, что, возможно является следствием функционального антагонизма, известного между этими элементами, в организме человека (Авцын и др., 1991; Скальный, Рудаков, 2004; Ребров, Громова, 2008). В биосубстратах детей контрольного района (№8) были выявлены минимальные концентрации цинка.

Наибольшая средняя концентрация меди была выявлена в волосах и ногтях детей из р-на №6. Минимальное содержание меди в волосах наблюдалось у детей, проживающих в р-не №1 (17,90±1,57 мг/кг), однако, это значение было достаточно велико по сравнению с верхней границей нормы по Скальному А.В. (11,40 мг/кг), даже в контрольном районе (№8) в волосах детей была показана концентрация меди (12,54±2,96 мг/кг), незначительно превышающая нормативную концентрацию. Для исследуемых районов (№1–№7) распространенность избыточного содержания меди в волосах составила не менее 55% (в р-нах №2, №3, №4 и №6 ее избыток был зарегистрирован у 85–92% детей) (табл. 5). Несмотря на выявленный высокий

процент детей с повышенным уровнем меди в волосах (38%), у трети из обследуемых детей района №8 одновременно был отмечен и недостаток этого элемента (33%). Распространенность избыточного содержания меди в ногтях обследуемых детей составила 100% (исключение р-н №2 – 96%); в контрольном районе (№8) был выявлен небольшой процент детей с нормативным (17%) и дефицитным (8%) содержанием данного микроэлемента.

Таблица 4

Содержание микроэлементов в биосубстратах детей, проживающих в различных районах исследования (M±m)

район исследования	микроэлемент, мг/кг			
	Zn	Cu	Pb	Cd
биосубстрат	ВОЛОСЫ			
№1 (n=33)	145,11±14,36 ⁸	17,90±1,57 ^{4,6,8}	3,25±0,44 ^{5,7}	0,40±0,07 ^{5,8}
№2 (n=29)	132,67±15,29	21,32±1,31 ⁸	3,84±0,57 ^{5,8}	0,34±0,07 ⁵
№3 (n=28)	143,76±13,17	19,08±1,52 ⁸	4,23±0,53 ^{5,6,8}	0,31±0,10 ⁵
№4 (n=29)	129,10±12,53	22,54±2,18 ^{1,8}	3,63±0,40 ^{5,8}	0,50±0,08 ^{5,8}
№5 (n=25)	126,16±16,30	19,61±2,74 ⁸	0,94±0,14 ^{1-4,6-8}	0,98±0,16 ^{1-4,6-8}
№6 (n=28)	142,66±17,32	22,97±1,54 ^{1,8}	2,40±0,27 ^{3,5,7}	0,46±0,08 ^{5,8}
№7 (n=15)	144,06±25,89	18,78±3,15 ⁸	5,38±1,08 ^{1,5,6,8}	0,45±0,15 ⁵
№8 (n=43)	106,69±5,74 ¹	12,54±2,96 ¹⁻⁷	2,13±0,47 ^{2-5,7}	0,19±0,02 ^{1,4-6}
норма	51,00–143,00 ^a	7,80–11,40 ^a	0,68–3,05 ^a	0,07–0,38 ^a
биосубстрат	НОГТИ			
№1 (n=33)	271,32±20,59 ⁸	31,08±2,01	5,11±0,68 ^{5,8}	1,75±0,32 ⁸
№2 (n=29)	257,11±20,63 ⁸	31,50±2,92	5,96±1,05 ^{5,8}	1,52±0,37 ⁴
№3 (n=28)	254,40±19,24 ⁸	31,91±2,35 ^{5,8}	5,28±0,73 ^{5,8}	1,86±0,33 ^{6,8}
№4 (n=29)	211,88±28,79	28,50±4,95	5,76±1,78 ^{5,8}	2,82±0,53 ^{2,6-8}
№5 (n=25)	244,00±17,70 ⁸	25,20±2,98 ^{3,6}	1,47±0,26 ^{1-4,6-8}	2,33±0,45 ^{6,8}
№6 (n=28)	254,79±22,89 ⁸	33,11±3,76 ^{5,8}	6,31±1,00 ⁵	0,74±0,30 ³⁻⁵
№7 (n=15)	221,92±32,85 ⁸	28,95±3,94	7,82±1,65 ⁵	2,40±0,68 ^{4,8}
№8 (n=43)	145,30±15,95 ^{1-3,5-7}	22,97±3,22 ^{3,6}	8,40±1,35 ¹⁻⁵	0,52±0,08 ^{1,3-5,7}
норма	195,00–375,00 ^b	3,25–7,50 ^b	0,00–7,50 ^b	0,00–0,75 ^b

Примечание: индексами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 отмечены статистически значимые ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) различия между исследуемыми районами (№1, №2, №3, №4, №5, №6, №7, №8 соответственно); индексами а, в отмечены референтные данные – ^aСкальный А.В., 2002; ^bпо Скальному А.В., 2000.

Существующие референтные данные о физиологическом соотношении содержания цинка к меди в волосах детей свидетельствуют, что баланс уровней Zn/Cu должен составлять 10:1 (Скальный, 2002); 13:1 (Lech, 2002); 19:1 (Donma et al., 1993), в настоящем исследовании было получено соотношение 6:1. В ногтях полученное для обследуемой выборки детей соотношение равнялось – 8:1; что также ниже, чем указываемые в литературе значения: 11:1 (Aguiar, Saiki, 2001); 14:1 (Конь и др., 2001); 17:1 (Wilhelm et al., 1991). Таким образом, выявленное избыточное содержание меди в волосах и ногтях обследуемых детей подтверждается данными о балансе Zn/Cu в их биосубстратах.

Высокие уровни меди в биосубстратах обследуемых детей, вероятно, являются следствием значительной антропогенной нагрузки в г. Ярославле – на его

территории имеется ряд крупных предприятий, в своих выбросах в качестве сопутствующего элемента содержащих медь. Это предприятия машиностроительного комплекса, химической и нефтехимической промышленности (медь используют в процессах сварки, гальванизации, она входит в состав катализаторов, применяемых в различных технологических процессах и др.). (МУ 2.1.7.730–99; Вальков и др., 2004; Доклад о состоянии и охране ..., 2010).

Таблица 5

Распространенность отклонений в содержании цинка, меди, свинца и кадмия в биосубстратах обследуемых детей (%)

микроэлемент	биосубстрат		район исследования							
	волосы		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Zn	дефицит		3	8	4	7	0	12	20	21
	избыток		32	36	40	32	20	46	40	29
Cu	дефицит		3	0	4	4	0	0	9	33
	избыток		63	92	87	88	67	85	55	38
Pb	избыток		41	44	58	56	0	22	78	26
Cd	избыток		56	44	38	63	80	56	50	21
микроэлемент	ногти		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
	Zn	дефицит	26	29	20	36	20	35	25	73
Zn	избыток		19	8	12	9	7	13	0	0
Cu	дефицит		0	0	0	0	0	0	0	8
	избыток		100	96	100	100	100	100	100	75
Pb	избыток		22	33	24	22	0	32	38	63
Cd	избыток		58	54	67	100	87	27	50	25

Наибольшие отклонения в содержании свинца в биосубстратах детей были зарегистрированы в р-не №7, где избыток этого элемента в волосах был зарегистрирован у 78%, в ногтях у 38% детей; средние концентрации составили в волосах – $5,38 \pm 1,08$ мг/кг; в ногтях – $7,82 \pm 1,65$ мг/кг (табл. 4). В р-не №5 (с зарегистрированным минимальным средним содержанием свинца в волосах и ногтях детей – $0,94 \pm 0,14$ мг/кг и $1,47 \pm 0,26$ мг/кг соответственно) у 100% детей содержание его в обоих биосубстратах соответствовало норме (табл. 5). Необходимо отметить, что наибольшие концентрации свинца в ногтях детей были выявлены в р-нах №6 ($6,31 \pm 1,00$ мг/кг), №7 ($7,82 \pm 1,65$ мг/кг) и №8 ($8,40 \pm 1,35$ мг/кг) – относящихся к сельской местности Ярославской обл., в последних двух районах обнаруженные концентрации превышали нормативное содержание (0,00–7,50 мг/кг).

Содержание кадмия в биосубстратах детей из р-нов №4 и №5 (волосы – $0,50 \pm 0,08$ мг/кг и $0,98 \pm 0,16$ мг/кг; ногти – $2,82 \pm 0,53$ мг/кг и $2,33 \pm 0,45$ мг/кг соответственно), а также процент детей с повышенным содержанием этого токсичного элемента (волосы – 63% и 80%; ногти – 100% и 87% соответственно) в биосубстратах были выше, чем в остальных исследуемых районах. Данные районы располагаются в зоне влияния промышленных предприятий ОАО «Ярославский судостроительный завод», ОАО «Ярославский радиозавод» в производственных циклах которых используются процессы кадмирования. За счет выбросов предприятий, содержащих в своем составе этот токсичный элемент, вероятно, происходит загрязнение им атмосферного воздуха и почвы исследуемых районов,

что подтверждается данными о содержании кадмия в биосубстратах детей, проживающих в районах №4 и №5. Высокое содержание кадмия было также отмечено в ногтях детей из р-на №7 ($2,40 \pm 0,68$ мг/кг). Концентрации кадмия в биосубстратах детей контрольного района (№8) были минимальными.

3.3. Оценка некоторых антропометрических параметров и состояния здоровья обследуемых детей

Анализ данных, проведенного антропометрического исследования детей, проживающих в Ярославской области, показал, что средние значения соматометрических показателей не полностью соответствуют среднепопуляционным значениям: показатели длины тела снижены у 5% детей; массы тела у 24%; ОГ у 30% и ОГК у 37%. В то же время, для обследуемой выборки детей были отмечены повышенные, по сравнению с нормой, показатели массы тела у 14%; ОГ у 25% и ОГК у 18% детей, у двух детей был выявлен избыток длины тела. Наибольший процент детей с отклонениями в физическом развитии был обнаружен в г. Ярославль – дефицит массы тела был зарегистрирован у 25% детей, избыток у 16%; дефицит длины тела был отмечен у 7% детей, избыток у 2%. Более благополучная ситуация отмечена в изучаемой сельской местности, где дефицит массы тела зарегистрирован у 18% детей, а избыток у 6%; показатели длины тела у 100% обследованных детей соответствовал норме. Сходная ситуация была показана и для показателей ОГ и ОГК: в районах №1–№5 (г. Ярославль) в среднем у 30% и 32% детей эти показатели находились в норме, в районах №6–№8 (Дмитриевское с.п. и пос. Бурмакино) у 93% и 89% соответственно.

У детей с зарегистрированным дефицитом массы тела была обнаружена более высокая концентрация свинца ($4,09 \pm 0,52$ мг/кг) в волосах по сравнению с детьми с нормальной ($p < 0,05$) и избыточной ($p > 0,05$) массой тела (Ермоленко, 2007; Лобанова, 2007) (рис. 3). В волосах детей с ИМТ ниже 25 центиля также было показано повышенное содержание свинца – $4,01 \pm 0,49$ мг/кг (с ИМТ 25–75 центиля – $p < 0,05$; с ИМТ > 75 центиля – $p > 0,05$) (рис. 4) (Транковская, 2004), что подтверждает указанные ранее данные.

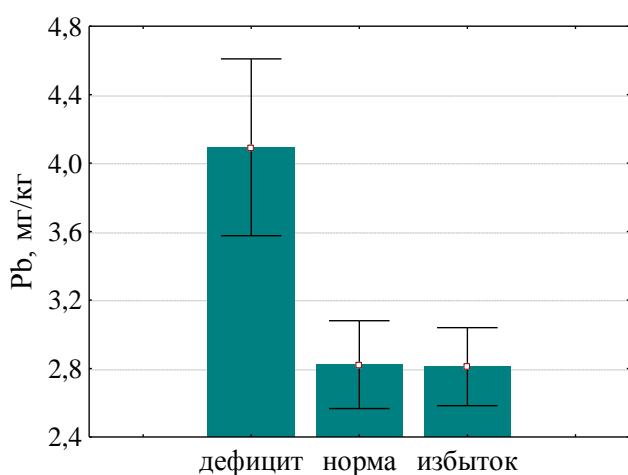


Рис. 3. Содержание свинца в волосах детей с различными показателями массы тела ($M \pm m$).

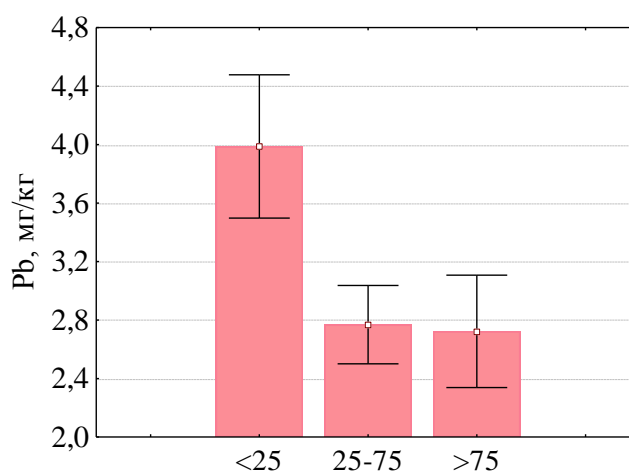


Рис. 4. Содержание свинца в волосах детей с различными показателями ИМТ в центилях ($M \pm m$).

Отрицательная корреляционная связь слабой силы ($r=-0,19$; $p<0,05$) была выявлена между содержанием свинца в ногтях детей и росто-возрастным показателем (отношение длины тела (см) к возрасту (месяцы)) (рис. 5). Таким образом, при снижении показателя длины тела, отмечается увеличение содержания свинца в ногтях детей (Ермоленко, 2007). Известно, что кальций и магний входят в состав многих ферментов, выступая в роли регуляторов клеточного роста, кальций участвует в формировании костной ткани; при недостаточности указанных элементов в организме нарушается синтез белка, уменьшается количество остеобластов (Транковская, 2004; Лобанова, 2007), свинец является антагонистом вышеуказанных элементов. Поскольку кальций и магний подвержены постоянному обмену, свинец, поступающий в организм, может постепенно замещать их в тканях, и в соответствии с химическим сродством, депонироваться преимущественно в костях (Горохова, 2003; Кудрин, Громова, 2007; Essa, 1999; www.who.com), что может вызвать у детей отставание в росте (Авцын и др., 1991; Кудрин и др., 2000; Транковская, 2004).

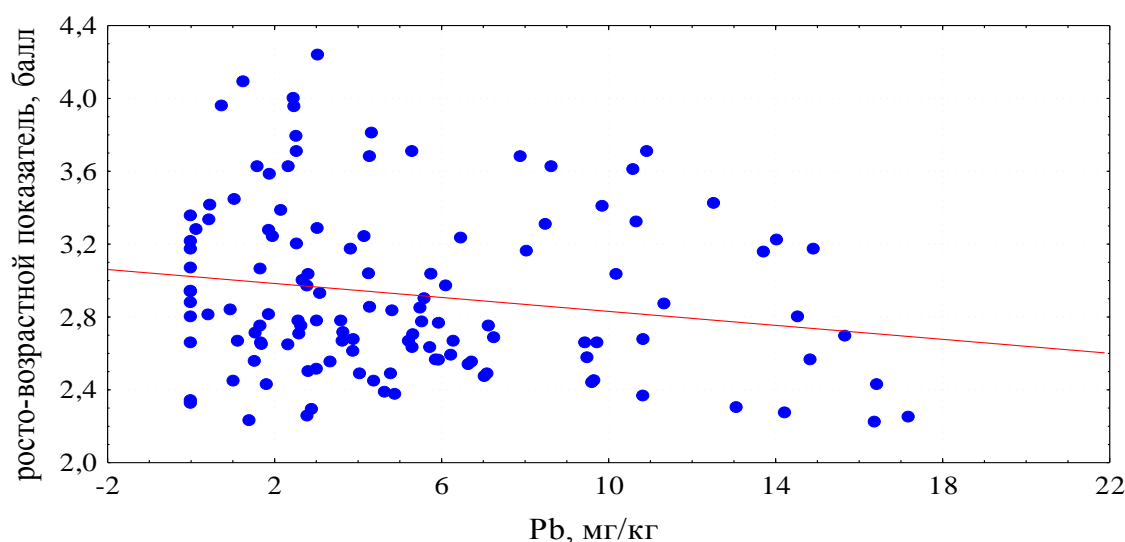


Рис. 5. Корреляция между содержанием свинца в ногтях детей и росто-возрастным показателем.

Следует отметить, что наибольший процент детей, как с первой (7%), так и с третьей (11%) группой здоровья был зарегистрирован в группе районов №6–№8; менее 1% из обследуемой городской выборки детей имели первую и 5% третью группу здоровья. Наибольший процент детей с аллергопатологией был обнаружен в г. Ярославль – 42%, в сельских районах в среднем – 25%; в г. Ярославль доля часто болеющих детей составила 50%, тогда как в исследуемой сельской местности только 14%. В целом, проведенный анализ выявил неблагоприятные тенденции в физическом развитии и состоянии здоровья детей, проживающих в г. Ярославль. Более благополучная ситуация наблюдается в р-нах №6–№8 – относящихся к сельской местности Ярославской области, однако, выявленные дисбалансы в микроэлементном статусе детей из этих районов в дальнейшем могут способствовать снижению функциональных резервов детского организма. В результате настоящего исследования было выявлено негативное влияние свинца на некоторые антропометрические показатели обследуемых детей (масса тела, ИМТ, росто-возрастной показатель). Значимого влияния повышенных или дефицитных

уровней остальных изучаемых микроэлементов на физическое развитие и состояние здоровья детей установлено не было.

Глава 4. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В БИОСУБСТРАТАХ ОБСЛЕДУЕМЫХ ДЕТЕЙ

4.1. Оценка загрязнения почвенного и снежного покровов исследуемых районов цинком, медью, свинцом и кадмием

Оценка загрязнения почвы и снега районов исследования проводилась с использованием расчета коэффициентов концентрации отдельных химических элементов (K_c) и суммарного показателя загрязнения (Z_c). Максимальные уровни загрязнения почвенного покрова (и песка с игровых площадок ДООУ) были выявлены на территории районов №5 и №4 (табл. 6), располагающихся вблизи ОАО «Ярославской судостроительный завод», ОАО «Ярославский завод нефтяной тары» и ОАО «Ярославский радиозавод»; степень загрязнения почвенного покрова с подобным уровнем Z_c характеризуется как «умеренно опасная». Необходимо отметить, что высокое значение Z_c было обусловлено вкладом кадмия, обнаруженного в высоких концентрациях в почве и песке данных районов, определившим значение показателя.

Таблица 6

Коэффициенты концентрации химических элементов для почвенного и снежного покровов исследуемых районов, песка и снежного покрова ДООУ

район исследо- вания	микроэлемент (K_c и Z_c)									
	Zn	Cu	Pb	Cd	Z_c	Zn	Cu	Pb	Cd	Z_c
	почвенный покров					снежный покров				
№1	1,8	2,8	5,5	6,1	13,2	1,2	5,3	7,4	1,0	11,9
№2	3,6	3,3	3,3	4,7	11,9	2,3	5,6	8,5	1,0	14,3
№3	8,8	4,0	7,1	1,0	17,9	2,7	9,6	1,3	1,0	11,5
№4	11,3	1,8	3,0	19,6	32,7	1,7	4,5	5,4	3,6	12,2
№5	1,0	2,7	4,5	25,7	30,9	1,1	9,9	3,3	1,0	12,3
№6	10,2	1,7	1,0*	1,0	10,9	1,0	2,4	1,3	1,5	3,2
№7	8,0	3,6	6,1	4,6	19,3	2,0	2,0	1,8	1,0	3,7
№8	1,0*	2,2	2,1	1,0	3,3	3,2	1,4	1,3	1,0	3,8
ДООУ	песок					снежный покров ДООУ				
№1	7,8	1,0*	1,0*	1,0	7,8	19,1	1,0*	2,4	1,0	20,5
№2	11,6	1,1	1,0*	1,0	11,7	2,1	1,1	1,8	1,0	3,0
№3	9,4	1,6	1,0*	1,0	10,0	1,5	1,3	2,4	1,0	3,2
№4	4,9	1,5	2,4	9,6	15,4	2,0	4,0	1,0*	2,8	6,8
№5	6,1	2,4	1,1	6,0	12,6	3,7	3,4	2,3	2,3	8,7
№6	1,0*	1,0*	1,0*	1,3	1,3	1,7	3,4	3,7	4,6	10,4
№7	8,0	2,3	2,3	1,0	10,6	1,0*	1,4	2,1	1,0	2,5
№8	4,5	1,1	1,0*	1,0	4,5	1,3	1,0	1,0*	1,0	1,3
фон	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание: *– значения K_c для проб исследуемых районов ниже фонового принимали за 1,0.

Положительные статистически значимые корреляции были выявлены между содержанием кадмия в песке ($r=0,87$; $p<0,001$) и снеге ($r=0,75$; $p<0,01$) с игровых

площадок ДООУ и содержанием его в волосах обследуемых детей. Содержание кадмия в почвенном покрове исследуемых районов также положительно коррелировало с его содержанием в волосах ($r=0,46$; $p<0,05$) и ногтях детей ($r=0,68$; $p<0,001$). Причиной загрязнения атмосферного воздуха р-нов №4 и №5, вероятно, являются предприятия машиностроительного комплекса расположенные в этом районе города. Непосредственным источником поступления кадмия в организм ребенка может быть не только сам атмосферный воздух, но и частички пыли с почвы, находящиеся в воздухе, вдыхаемые ребенком через респираторный тракт; а также попадание загрязненной почвы через желудочно-кишечный тракт с облизыванием пальцев рук, игрушек и т.п. (Шашина и др., 2007; Ljung et al., 2006; www.who.com).

В снежном покрове игровой площадки ДООУ р-на №1 была выявлена наибольшая концентрация цинка (там же где и максимальные средние концентрации цинка в биосубстратах детей (табл. 4)). В ходе настоящего исследования также было обнаружено, что содержание меди в волосах детей положительно коррелировало с содержанием ее в снеге с игровых площадок ДООУ ($r=0,67$; $p<0,01$), а содержание свинца в волосах с содержанием его в почве ($r=0,57$; $p<0,05$) исследуемых районов. Таким образом, для кадмия, меди и свинца, согласно нашим данным, показан ингаляционный путь их поступления в организм детей.

Положительная зависимость была обнаружена между интенсивностью движения автотранспорта (на близ расположенных с ДООУ дорогах) и содержанием меди в почве ($r=0,90$; $p<0,001$) и снеге ($r=0,77$; $p<0,001$) жилой зоны исследуемых районов, а также содержанием свинца в почве жилой зоны исследуемых районов ($r=0,81$; $p<0,001$). Следует указать, что в ходе настоящего исследования наиболее значимые положительные корреляционные связи были выявлены между содержанием именно двух этих элементов (меди и свинца) в почвенном ($r=0,54$; $p<0,001$) и снежном покрове ($r=0,38$; $p<0,001$) районов исследования, что свидетельствует об их возможно общем источнике поступления в окружающую среду, обращаясь к выше изложенным данным – автотранспорте (Ребров, Громова, 2008; Panichayapichet et al., 2007).

4.2. Содержание цинка, меди, свинца и кадмия в питьевой воде ДООУ исследуемых районов

Во все сезоны года содержание цинка, меди, свинца и кадмия в пробах питьевой воды не превышало норм ПДК (рис. 6), однако, максимальные абсолютные концентрации изучаемых микроэлементов в отдельные периоды года находились на уровне от 0,1 до 3,8 ПДК.

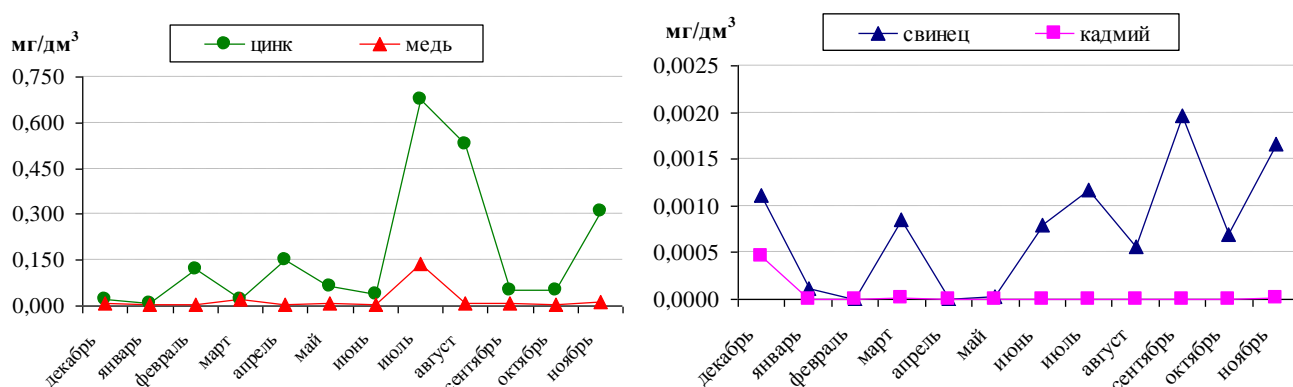


Рис. 6. Годовая динамика содержания микроэлементов в питьевой воде ДООУ.

Содержание цинка, меди, свинца и кадмия в пробах питьевой воды из разных ДООУ отличалось значительно, однако положительных корреляций между содержанием в питьевой воде микроэлементов и их содержанием в биосубстратах детей обнаружено не было. Обращает на себя внимание тот факт, что в районах (№5, №7), где в пробах воды был обнаружен кадмий (при условии, что его средняя концентрация была от 0,0001 мг/дм³) – в биосубстратах детей были выявлены высокие уровни этого элемента (табл. 4). Согласно нашим данным питьевая вода может выступать лишь в роли дополнительной микроэлементной нагрузки на организм ребенка и являться сопутствующим неблагоприятным фактором для развития микроэлементных дисбалансов у обследуемых детей.

4.3. Исследование загрязнения пищевых продуктов цинком, медью, свинцом и кадмием и оценка нутриентной обеспеченности детей этими микроэлементами

Анализ данных о химическом составе пищевых продуктов, отобранных в ДООУ, посещаемых обследуемыми детьми, позволил отметить, что не все исследуемые продукты питания отвечают нормам ПДК. Превышение ПДК было отмечено для ряда продуктов, являющихся необходимыми в питании детей – сливочном масле, твороге, сметане, куриных яйцах, некоторых овощах и фруктах. В результате исследования пищевых продуктов, потребляемых детьми за время пребывания в ДООУ, содержание цинка и меди в количествах превышающих ПДК было отмечено в 12% и 5% (г. Ярославль) и в 7% и 4% случаев (Дмитриевское с.п.) соответственно. Высокие концентрации свинца и кадмия были выявлены в пищевых продуктах из ДООУ г. Ярославля: по свинцу в 2% (0,5–1 ПДК) и 7% (>1 ПДК), по кадмию в 20% (0,5–1 ПДК) и 12% (>1 ПДК); в ДООУ Дмитриевского с.п.: по свинцу в 3% (0,5–1 ПДК) и 7% (>1 ПДК); по кадмию в 10% (0,5–1 ПДК) и 3% (>1 ПДК) пищевых продуктов.

Положительные корреляционные зависимости были обнаружены между содержанием меди, цинка и кадмия в биосубстратах детей и потреблением этих элементов в рационе питания с некоторыми группами пищевых продуктов (табл. 7).

Таблица 7

Корреляции между содержанием микроэлементов в биосубстратах детей и потреблением микроэлементов с пищевыми продуктами в ДООУ

биосуб-страт	микроэлемент	пищевые продукты	коэффициент корреляции, уровень значимости
ВОЛОСЫ	цинк	крупы	$r=0,43; p<0,05$
		мясопродукты	$r=0,57; p<0,01$
	медь	крупы	$r=0,43; p<0,05$
		шоколад	$r=0,36; p<0,01$
	кадмий	овощи	$r=0,50; p<0,01$
НОГТИ	цинк	творог	$r=0,73; p<0,01$
	медь	овощи	$r=0,57; p<0,01$
		фруктовый сок	$r=0,60; p<0,01$
	кадмий	молоко	$r=0,51; p<0,05$
		сливочное масло	$r=0,60; p<0,01$
		мясопродукты	$r=0,57; p<0,01$

Положительные корреляционные связи были также выявлены между содержанием меди ($r=0,57$; $p<0,01$) и кадмия ($r=0,48$; $p<0,001$) в ногтях обследуемых детей и количественным потреблением этих элементов с пищевыми продуктами в целом с суточным рационом питания за время нахождения в ДОО.

При анализе рационов питания обследуемых детей было показано избыточное поступление в среднем (от рекомендуемой нормы) свинца (370%), меди (77%) и цинка (46%). Необходимо отметить, что за время пребывания в детском саду ребенок получает лишь 75% суточного рациона, поэтому зарегистрированное избыточное содержание в рационах питания детей свинца, меди и цинка может усугубляться за счет питания, которое ребенок получает дома.

В результате исследования было установлено, что алиментарный путь является одним из значимых факторов формирующих микроэлементный статус детей, что было подтверждено выявленными корреляциями между количественным потреблением цинка, меди, кадмия с различными пищевыми продуктами (а для меди, кадмия и в целом с рационами питания) с содержанием этих микроэлементов в биосубстратах детей.

4.4. Влияние социальных факторов на микроэлементный статус детей

В результате настоящего исследования не было показано значимого влияния социальных факторов (курение родителей, уровень образования родителей, социально-бытовые условия проживания) на микроэлементный статус обследуемых детей. В ногтях детей, чьи родители курят, были выявлены более высокие концентрации свинца ($p>0,05$): дети некурящих родителей – $4,57\pm 0,65$ мг/кг; дети имеющие одного курящего родителя – $5,18\pm 0,47$ мг/кг; дети, имеющие двоих курящих родителей – $7,02\pm 1,29$ мг/кг, однако эти результаты не были статистически значимыми. Необходимо отметить, что среди детей с благоприятным социальным анамнезом, доля детей с нормативными антропометрическими показателями (длина и масса тела, ОГК и ОГ) была выше, а процент часто-болеющих детей ниже по сравнению с детьми из семей с низким социальным статусом.

Глава 5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Микроэлементный статус обследованных нами детей характеризуется повышенным содержанием меди и кадмия (относительно нормативных референтных значений) и повышенным содержанием цинка при сравнении с данными по другим регионам России. Региональные особенности микроэлементного профиля детей Ярославской области, вероятно, сформированы как под воздействием естественного геохимического фона, так и под влиянием антропогенной нагрузки. Полученные в результате исследования данные можно взять за основу для разработки региональных нормативов по содержанию микроэлементов в биосубстратах детей. В последующем эти стандарты можно будет использовать для оценки микроэлементного статуса при диагностике и профилактике эколого-зависимых заболеваний у детей.

Для кадмия, свинца и меди, согласно полученным данным, был показан ингаляционный путь поступления в организм обследуемых детей. Выявлена зависимость содержания этих элементов в биосубстратах детей от степени антропогенной нагрузки на исследуемых территориях. Для цинка, меди и кадмия также был показан алиментарный путь поступления, т.о., правильно организованное

питание, сбалансированное по содержанию этих элементов, можно использовать для коррекции выявленных дисбалансов в биосубстратах обследуемых детей.

В результате настоящего исследования не было установлено прямого влияния социальных факторов на микроэлементный статус обследуемых детей, таким образом, полученные результаты в значительно большей степени отражают воздействие экологических и алиментарного факторов на детскую популяцию Ярославской области. Выявленные отклонения в микроэлементном статусе детей, проживающих в г. Ярославль и Ярославской области, как по эссенциальным, так и по токсичным микроэлементам могут явиться основой для развития эколого-зависимых заболеваний.

ВЫВОДЫ

1. Региональной особенностью микроэлементного состава биосубстратов детей в возрасте от 1 до 3 лет, проживающих в г. Ярославль и Ярославской области, является избыточное, относительно нормативных значений, содержание меди (волосы – $18,85 \pm 0,68$ мг/кг; ногти – $29,48 \pm 1,09$ мг/кг) и кадмия (волосы – $0,40 \pm 0,03$ мг/кг; ногти – $1,61 \pm 0,14$ мг/кг). Содержание цинка (волосы – $130,74 \pm 5,08$ мг/кг; ногти – $233,45 \pm 8,82$ мг/кг) соответствует нормативным значениям, но выше референтных данных по другим регионам России. Содержание свинца (волосы – $3,11 \pm 0,17$ мг/кг; ногти – $5,62 \pm 0,36$ мг/кг) соответствует нормативным значениям.

2. В районах с различной антропогенной нагрузкой были выявлены статистически значимые различия в содержании свинца, кадмия, меди в биосубстратах детей. Концентрации микроэлементов в биосубстратах детей контрольного района были ниже (за исключением уровня свинца в ногтях), чем в районах с выявленной антропогенной нагрузкой.

3. У детей со сниженными показателями массы тела, ИМТ, росто-возрастного показателя были обнаружены статистически значимые повышенные уровни содержания свинца в биосубстратах.

4. Выявлена прямая корреляционная зависимость между содержанием кадмия в волосах детей с его содержанием в почвенном покрове районов проживания ($r=0,46$; $p<0,05$), песке ($r=0,87$; $p<0,001$) и снеге ($r=0,75$; $p<0,01$) с игровых площадок ДООУ, а также кадмия в ногтях детей и содержанием его в почвенном покрове исследуемых районов ($r=0,68$; $p<0,001$). Содержание свинца в почвенном покрове коррелировало с его содержанием в волосах детей ($r=0,57$; $p<0,05$); содержание меди в снеге с игровых площадок ДООУ с содержанием ее в волосах детей ($r=0,67$; $p<0,01$).

5. Алиментарный фактор является одной из причин обнаруженных микроэлементных дисбалансов в биосубстратах детей. В рационах питания детей в ДООУ было выявлено повышенное содержание свинца на 370%, меди – 77%, цинка – 46% от рекомендуемой нормы потребления. Влияние алиментарного фактора было подтверждено корреляциями между содержанием микроэлементов в биосубстратах детей и содержанием микроэлементов в их рационах питания (медь – $r=0,57$ при $p<0,01$ (ногти); кадмий – $r=0,48$ при $p<0,001$ (ногти)), некоторых группах пищевых продуктов и отдельных продуктах питания.

6. Влияние социальных факторов на формирование микроэлементного статуса обследуемых детей незначительно. Отмечено влияние социального статуса семьи на некоторые параметры физического развития и состояния здоровья детей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На территории Ярославской области необходим мониторинговый контроль за содержанием микроэлементов тяжелых металлов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и питьевой воде, а также биосубстратах населения (в первую очередь детей) с целью профилактики микроэлементных дисбалансов, являющихся основой для развития неспецифических эколого-зависимых заболеваний.

2. При проведении профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития микроэлементных дисбалансов у детей, необходимо осуществлять просветительскую работу с родителями. Информировать последних об опасности влияния экологических факторов (в том числе при воздействии тяжелых металлов) на здоровье детей, об уязвимости детей перед негативным воздействием в период активного роста и развития, о роли правильной организации игр и отдыха ребенка, рациональном питании, отказа родителей от вредных привычек и т.п. для укрепления здоровья детей.

3. Рекомендуется сбалансировать потребление витаминно-минеральных комплексов в питании детей, основываясь на результатах микроэлементного анализа их биосубстратов – для коррекции или профилактики дефицитов микроэлементов.

4. Полученные в результате проведенного исследования данные о микроэлементном составе биосубстратов детей необходимо направить медицинским работникам в ДООУ для использования в их работе. Данные о химическом составе рационов питания необходимо передать диетсестрам в ДООУ, для учета этих данных при составлении меню.

5. Рекомендуется максимально исключить из домашнего рациона питания детей пищевые продукты богатые медью и цинком, возможно, увеличить потребление аскорбиновой кислоты и пищевых продуктов, содержащих вещества являющихся антагонистами меди и цинка в организме человека; рекомендуется исключить из рациона питания детей консервированные продукты в жестяной таре. Необходимым является соблюдение родителями гигиенических норм при организации свободного времени ребенка дома.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК:

1. **Фираго, А. Л.** Оценка влияния социальных факторов на формирование микроэлементного статуса детей в возрасте от 1 до 3 лет / А. Л. Фираго, А. В. Еремейшвили // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – Т. 3, № 1. – С. 128 – 132.

2. Еремейшвили, А. В. Мониторинг содержания тяжелых металлов в питьевой воде дошкольных образовательных учреждений / А. В. Еремейшвили, **А. Л. Фираго** // Вода: химия и экология. – 2011. – № 8. – С. 95 – 98.

3. **Фираго, А. Л.** Оценка содержания тяжелых металлов в пищевых продуктах, используемых в питании детей (на примере дошкольных образовательных учреждений Ярославской области) / А. Л. Фираго, А. В. Еремейшвили // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – Т. 3, № 3. – С. 55 – 59.

4. Еремейшвили, А. В. Влияние антропогенной нагрузки на содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей / А. В. Еремейшвили, **А. Л. Фираго** // Экология человека. – 2011. – № 10. – С. 29 – 33.

Статьи, тезисы и материалы докладов конференций:

5. **Фираго, А. Л.** Исследование содержания микроэлементов (Zn, Cu, Pb, Cd) в волосах детей от 1 до 3 лет Фрунзенского района города Ярославля / А. Л. Фираго // Ярославский край. Наше общество в новом тысячелетии: сб. материалов IX областной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов. – Ярославль. – 2008. – С. 18 – 19.

6. Попова, Л. С. Содержание некоторых тяжелых металлов в волосах детей от 1 до 3 лет (на примере Ярославской области) / Л. С. Попова, **А. Л. Фираго**, Е. М. Бутылина, М. И. Матвеева // Экология России и сопредельных территорий: материалы XIII межд. экологической студенческой конференции. – Новосибирск. – 2008. – С. 155 – 156.

7. **Фираго, А. Л.** Содержание микроэлементов (Zn, Cu, Pb, Cd) в биосубстратах детей от 1 до 3 лет (на примере г. Ярославля) / А. Л. Фираго, А. В. Еремейшвили // Гуманитарные и естественнонаучные факторы решения экологических проблем и устойчивого развития: материалы пятой межд. научно-практической конференции. – Новомосковск. – 2008. – С. 99 – 100.

8. Еремейшвили, А. В. Некоторые особенности микроэлементного статуса детей от 1 до 3 лет (на примере Ярославской области и Республики Коми) / А. В. Еремейшвили, Е. А. Бакаева, **А. Л. Фираго** // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы III Всерос. конференции с межд. участием. – Ульяновск. – 2009. – С. 113 – 114.

9. **Фираго, А. Л.** Содержание тяжелых металлов в снеге, почве и воде в разных географических и экологических условиях / А. Л. Фираго, Е. А. Бакаева, Е. А. Тихомирова, Е. М. Бутылина, А. А. Балдакова // Принципы зеленой химии и органический синтез: материалы Всерос. научно-практической конференции. – Ярославль. – 2009. – С. 150 – 156.

10. **Фираго, А. Л.** Некоторые особенности российской экологической культуры и здоровье населения / А. Л. Фираго, Е. А. Бакаева, М. И. Матвеева, Е. А. Тихомирова // Человек в пространстве культуры: межкультурные отношения и динамика национального развития: материалы 3ей межд. научной конференции, посвященной основателю университета Павлу Григорьевичу Демидову и 1000-летию г. Ярославля. – Ярославль. – 2010. – С. 300 – 304.

11. Еремейшвили, А. В. Эколого-биологический мониторинг микроэлементного статуса, развития и состояния здоровья детей в возрасте от 1 до 3 лет промышленного города (на примере г. Ярославля) / А. В. Еремейшвили, **А. Л. Фираго** // Окружающая среда и развитие человека: материалы Общерос. научной конференции. – Иркутск. Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7. – С. 186 – 190.

12. Еремейшвили, А. В. Микроэлементный статус детей в возрасте от 1 до 3 лет проживающих в условиях антропогенной нагрузки (на примере Ярославской области, Россия) / А. В. Еремейшвили, **А. Л. Фираго** // Экологический вестник. – 2011. – Том. 15, № 1. – С. 77 – 81.

13. **Фираго, А. Л.** Загрязнение некоторыми тяжелыми металлами снежного покрова урбанизированной и сельской территорий (на примере г. Ярославля и Ярославской области) / А. Л. Фираго, А. В. Еремейшвили // Экологические

проблемы природных и антропогенных территорий: сб. научных статей I межд. научно-практической конференции. – Чебоксары. – 2011. – С. 46 – 47.