

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ПОВЫШЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И ДИСБАЛАНС В ОРГАНИЗМЕ ЛЮДЕЙ РЯДА МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ КАК ПРИЧИНА АЛОПЕЦИИ И СИСТЕМНОГО ПОРАЖЕНИЯ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ

С.В. Нагорный, В.П. Тидген, Е.А. Цибульская, В.Г. Коньков

НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека МЗ РФ, п/о Кузьмовский Ленинградская область 188663 Россия..

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: алопеция, микроэлементы, дисбаланс.

РЕЗЮМЕ: Проведена сравнительная комплексная эколого-гигиеническая оценка связи изменений здоровья населения и качества окружающей среды в г. Силламяэ (Эстония), а также в ряде населенных пунктов Эстонии и Ленинградской области России. Выявлены ведущие вредные факторы, которые могут оказывать наибольшее влияние на здоровье детского населения. Показано, что повышение содержания в среде обитания и дисбаланс в организме людей ряда макро- и микроэлементов является причиной алопеции и системного поражения организма детей. В патогенезе алопеции ведущим является химический, а не физический и биологический факторы, а именно — тяжелые металлы и биологически активные элементы сланцевой золы.

Обращение в г. Силламяэ Эстонской республики за медицинской помощью двух детей с диффузной и очаговой алопецией (22 декабря 1988 г. и 4 января 1989 г.) на фоне эпидемии алопеции в августе–ноябре 1988 года в г. Черновцы (Украина), насторожило медицинских работников и послужило поводом для активного выявления патологии волос среди детей этого города. Была проведена оперативная медицинская работа по уточнению клинических проявлений и распространенности этого заболевания в г. Силламяэ. Медицинские осмотры детей местными врачами, специалистами Федерального управления “Медбиоэкстрем” МЗ РФ и Минздрава Эстонской Республики, проводимые в г. Силламяэ в течение зимы–весны 1989 г., позволили активно выявить 195 детей с алопецией (47 детей с очаговой и 148 детей с диффузной алопецией).

Отсутствие на этапе оперативных исследований единого мнения о ведущем причинном факторе, вызвавшем массовые случаи алопеции у детей, требовало проверки всех возможных гипотез и обусловило необходимость проведения экстренных комплексных эколого-гигиенических исследований.

При составлении программы^{х)} исследований головной исполнитель — НИИГПиЭЧ, в соответствии с разрабатываемой концепцией исследований по эко-

логической гигиене, с учетом также чрезвычайно сжатых сроков исследований^{хх)} предусмотрел: одно-временную разработку всех существовавших в этот период версий возникновения алопеции; максимальный учет во времени и пространстве всех вредных факторов среды обитания людей не только в “неблагополучном” населенном пункте (г. Силламяэ), но и в других городах региона; медико-географическую характеристику региона; широкий поиск возможных причинно-следственных связей состояния объектов окружающей среды и здоровья людей в регионе; использование не только методов анализа загрязнителей в объектах окружающей среды, но и выявление биологических “откликов” популяции на искомое “возмущение” среды обитания в исследуемых городах — в т.ч. анализ биосред людей на содержание токсикантов, сплошное обследование детей на алопецию, клиническое обследование детей “группы риска”, постановку экспериментов на животных с моделированием условий использования населением отдельных звеньев экологических систем исследуемых районов, применение многофакторного логического и программно-математического анализа.

С учетом изложенных положений была сформулирована основная рабочая гипотеза о возможности воздействия на людей общих неблагоприятных факторов для всего региона. Поэтому комплексные эколого-гигиенические исследования среды обитания людей, состояния их здоровья и особенности развития алопеции у детей было решено провести одновременно в городах Силламяэ, Нарва, Кохтла-Ярве Эстонской республики, Ивангород, Сланцы, Кингисепи Ленинградской области — в дальнейшем обозначаемые как “западная” зона, а также в гг. Выборге, Лодейном Поле, совхозе “Бугры” Всеволожского района

^{х)} В работе принимал участие И.И. Барышников

^{хх)} которыми обычно располагает специалист по экологии в силу острой заинтересованности общества в результатах исследований и быстрейшем внедрении мероприятий по защите от воздействия вредного фактора

Ленинградской области — пунктах сравнения (“восточная” зона). При этом учитывалось, что регионы северо-востока Эстонии и запада Ленинградской области, в т.ч. и г. Силламяэ, объединяет не только географическая близость и геологическая однотипность, но и наличие в этом регионе мощных техногенных источников воздействия на среду обитания — энергетических комплексов, предприятий сланцехимической и сланцеперерабатывающей промышленности.

В результате указанная программа получила название “Программа исследований и оценки изменений состояния здоровья детского населения, связанных с воздействием вредных факторов окружающей среды гг. Силламяэ, Кохтла-Ярве, Нарва, Тарту Эстонской Республики и гг. Ивангород, Кингисепп, Сланцы, Выборг Ленинградской области и изучение неблагоприятных факторов окружающей среды в этих регионах”, основным содержанием которой явилась сравнительная комплексная гигиеническая оценка медико-экологической ситуации, в том числе и здоровья детей, в г. Силламяэ и других названных населенных пунктах.

Исследования по теме проводились по 3 основным направлениям:

1. Характеристика вредных факторов окружающей среды в исследуемых районах Эстонской Республики и Ленинградской области;
2. Комплексное изучение изменений здоровья детского населения этих районов;
3. Комплексная эколого-гигиеническая оценка связи изменений здоровья людей и качества окружающей среды с выявлением ведущих (приоритетных) вредных факторов, которые могут оказывать наибольшее влияние на здоровье детского населения исследуемого региона.

Для реализации основных направлений работы необходимо было решить следующие задачи:

- изучить фактическое распространение алопеции в регионе;
- оценить состояние здоровья взрослого и детского населения изучаемых городов;
- изучить источники и факторы загрязнения окружающей среды, для чего провести математическое моделирование условий рассеивания аэрозолей выбросов вредных химических веществ от основных техногенных источников в данном регионе, а также в природных исследованиях изучить уровень фактического загрязнения токсикантами атмосферного воздуха, воды водоемов, питьевой воды, почвы, продуктов питания из местной сельскохозяйственной продукции;
- оценить роль физического (радиационного) фактора;
- выявить коллективные и индивидуальные факторы риска развития алопеции с использованием анкетирования и медико-экологического изучения условий жизни детей, больных алопецией, и групп сравнения;
- осуществить моделирование в биолого-гигиенических экспериментах с оценкой (на животных) и прогнозом (для людей) влияния объектов среды обитания

(питьевой воды, пищевых продуктов из местных сельскохозяйственных растений исследуемых районов), загрязненных ксенобиотиками техногенного происхождения; кроме того, на экспериментальных животных запланировали проведение оценки токсичности сланцевой золы. В последующем было намечено провести анализ клинико-гигиенической адекватности полученных в эксперименте на животных результатов применительно к данным о состоянии здоровья детей, больных алопецией;

— провести комплексный предметный логический эколого-гигиенический анализ данных измерений уровня физических и химических вредных факторов, клинических, эпидемиологических и других методов исследований среды обитания и здоровья детского населения в сочетании с результатами многофакторного математического анализа (математического моделирования).

В результате комплексного медико-экологического анализа предполагалось обосновать вероятность связи алопеции с воздействием комплекса химических или физических (или биологических) факторов, выделить районы и группы “риска”, разработать мероприятия и предложения по оздоровлению детского населения, снижению и предотвращению действия неблагоприятных факторов среды обитания, вызывающих алопецию.

Одним из существенных “блоков” комплексных эколого-гигиенических исследований в случае обнаружения повышенной заболеваемости населения, является выявление территориальных границ повышенной частоты патологии, в том числе применительно к гипотезам о ведущем значении химического, биологического и физического факторов, — попытка установления этих границ не только в пределах города, но и, возможно, региона. Реализация этого подхода позволила в дальнейшем сконцентрировать усилия по поиску причинных вредных факторов и выбрать оптимальные направления такого поиска.

В рамках программы были разработаны и утверждены общие для специалистов Эстонии и Ленинградской области временные методические указания для врачей дерматологов и врачей детских учреждений “Диагностика алопеции у детей”, “Методические рекомендации по организации и проведению обследований детей условий их жизни с целью выявления алопеции у детей и гигиено-эпидемиологических оценок ситуации”, “Методические рекомендации по организации и клиническому обследованию детей, страдающих алопецией”. Указания были утверждены начальником ФУ “Медбиоэкстрем” МЗ РФ и заместителем министра здравоохранения Эстонской республики или на уровне головного исполнителя. Разработка указанных методических материалов и проведение с педиатрами и дерматологами наблюдаемых территорий цикла семинаров позволили подготовить специалистов и унифицировать подход к диагностике.

Необходимость разработки специальных методических указаний для выполнения исследований учитывала, прежде всего, то, что в повседневной работе

ТАБЛИЦА 1

ЧАСТОТА ПАТОЛОГИИ ВОЛОС В ДДУ И ШКОЛАХ ИЗУЧАЕМЫХ ГОРОДОВ В СРАВНЕНИИ С КОНТРОЛЬНЫМ УРОВНЕМ ПО ДАННЫМ ОБСЛЕДОВАНИЯ 1990 г.

Город	Кол-во осмотренных детей	Выявлено с патологией волос	на 100 детей $M \pm m$	Кратность к "восточной" зоне
ДДУ				
Силламяэ	1775	81	4,6±0,5	4,0
Нарва	4859	347	7,1±0,4	6,2
Кингисепп	4631	122	2,6±0,2	2,2
Сланцы	2644	111	4,2±0,4	3,6
Выборг	4561	70	1,5±0,18	—
Лодейное Поле	1817	14	0,8±0,21	—
"Западная" зона	3477,2	165,2	4,7±0,41	4,1
"Восточная" зона	3189,0	42,0	1,15±0,2	—
Школы				
Силламяэ	2567	37	1,4±0,2	3,5
Нарва	6126	81	1,3±0,1	3,2
Кингисепп	7370	133	1,8±0,1	4,5
Сланцы	4709	52	1,1±0,1	2,7
Выборг	8410	15	0,2±0,05	—
Лодейное Поле	3376	9	0,3±0,09	—
"Западная" зона	5193,0	75,4	1,4±0,18	7,0
"Восточная" зона	5893	12	0,2±0,06	—
Суммарно по ДДУ и школам				
Силламяэ	4342	118	2,7±0,25	4,5
Нарва	10985	428	3,9±0,18	6,6
Кингисепп	12001	255	2,1±0,13	3,5
Сланцы	7353	163	2,2±0,17	3,7
Выборг	12971	85	0,65±0,07	—
Лодейное Поле	5193	23	0,44±0,09	—
"Западная" зона	8670,2	240,9	2,7±0,18	4,5
"Восточная" зона	9082,0	54,0	0,59	—

дерматологи имеют дело лишь с клинически отчетливо выраженными формами алопеции: очаговой, субтотальной, тотальной и универсальной. Лица с диффузной алопецией чрезвычайно редко обращаются к врачу, и поэтому эта категория больных выпадает из поля зрения дерматологов. Последнее обстоятельство, вполне допустимое в клинической практике, совершенно не допустимо при выполнении экологических исследований, поскольку в этом случае из исследования исключается значительная часть лиц, с проявлением действия неблагоприятного фактора, что существенно затрудняет или делает вовсе невозможным поиск причинно-следственных связей.

Данные, полученные в популяционных исследованиях, подтвердили принятую в ходе исследований рабочую гипотезу о том, что такие виды показателей патологии волос, как повышенное выпадение или поредение волос у детей тесно связаны с заболеваниями алопеции детей в данном регионе (очаговой, диффузной — предположительно токсической), а, возможно, являются ее различными стадиями. Так, установлено, что закономерности распространенности, выявленные для всей суммы патологии волос имеют место и в распределении алопеции (табл. 1, 2).

При анализе результатов популяционного гигиено-эпидемиологического обследования всех детей регио-

ТАБЛИЦА 2.
ЧАСТОТА АЛОПЕЦИИ У ДЕТЕЙ, ПОСЕЩАЮЩИХ ДДУ И ШКОЛЫ В 1990 Г.

Город	Кол-во осмотренных детей	Выявлено детей с алопецией	на 100 детей (M±m)	Кратность к "восточной" зоне
Силламяэ	4342	58	1,3±0,17	3,6
Нарва	10985	275	2,5±0,15	6,9
Кингисепп	12001	204	1,7±0,12	4,7
Сланцы	7353	117	1,6±0,15	4,4
"Западная" зона	8670,2	163,5	1,9	5,2
Выборг	12971	55	0,4±0,05	—
Лодейное Поле	5193	11	0,21±0,06	—
"Восточная" зона	9082,0	33,0	0,36	—

на в возрасте от 3 до 14 лет, посещающих детские дошкольные учреждения (ДДУ) и школы, выявлена зона повышенной частоты патологии волос. В эту зону ("западная" зона) исследуемого региона вошли 3 города запада Ленинградской области (гг. Кингисепп, Ивангород, Сланцы) и 2 города северо-востока Эстонии (гг. Силламяэ, Нарва). Доказательством правомочности такого разделения служит то, что показатели частоты патологии волос этих городов превышали показатели в гг. Выборге и Лодейном Поле ("восточная" зона) в 2,2–6,2 раза (ДДУ) и в 2,7–4,5 раза (школы), усредненные показатели сопоставляемых зон различались в 4,5 раза (см. табл. 1).

Приведенные материалы достаточно выразительно свидетельствуют о том, что причинный фактор (факторы), вызывающий (ие) у детей повышенную частоту патологии волос (особенно в возрасте 3–5 лет) интенсивно действовал в "западной" зоне. При этом наиболее выраженное действие "болезнетворного" причинного фактора (факторов) имело место в г. Нарве (частота заболеваний 3,9 на 100 детей в возрасте от 3 до 14 лет).

Появление новых случаев патологии волос, выявленные при повторном выборочном обследовании, в городах "западной" и "восточной" зоны, свидетельствовали о непрерывном процессе формирования у детей этого вида патологии на всех территориях.

Заслуживают внимания полученные данные анкетного скрининга о том, что частота некоторых неблагоприятных медико-биологических показателей выше у матерей детей с патологией волос, проживающих в городах "западной" зоны. Так, у матерей указанных детей достоверно чаще, по сравнению с матерями здоровых детей, имели место отклонения в течение беременности, родов, заболевания во время беременности. Наиболее отчетливо эти различия проявлялись в гг. Нарве и Сланцах. В городах "восточной" зоны не выявлено достоверных различий в частоте патологии беременности и родов у матерей двух сопоставляемых групп детей (практически здоровых и больных). В этом плане следует рассматривать также данные о том, что дети с развившейся патологией

волос в городах "западной" зоны переводились на искусственное вскармливание достоверно раньше, чем дети, составившие впоследствии группу сравнения (практически здоровые дети из всех городов региона). Среди городов по этому признаку особенно выделяется г. Нарва, в котором дети с патологией волос в 2 раза чаще преждевременно переводились на искусственное вскармливание, чем дети "группы сравнения". Указанные медико-биологические факторы, характеризующие условия формирования неблагоприятных воздействий на ребенка до его появления на свет и в постнатальном периоде, заслуживают внимания (о чем речь далее) в совокупности с экспериментальными данными о тератогенном воздействии на животных исследуемых в моделях объектов среды обитания населения и результатами о непосредственной нагрузке вредных тератогенно опасных химических веществ на экосистемы данного региона. В принципе результаты анкетного скрининга указывали на то, что проявление алопеции среди детей не является единственным возможным "откликом" популяции на качество среды обитания людей.

Анализ заболеваемости и распространенности болезней среди детей изучаемого региона^{*)}, выполненный непосредственно в целях получения интегрального ответа о возможных биологических "откликах" популяции на суммарную нагрузку вредными факторами, выявил достоверно более высокую заболеваемость детей "западной" зоны в целом и по большинству анализируемых классов болезней. Из 8 сопоставляемых городов (гг. Кингисепп, Сланцы, Лодейное Поле, Выборг Ленинградской области и гг. Силламяэ, Нарва, Кохтла-Ярве и Тарту Эстонской Республики) наиболее высокий уровень показателей распространенности болезней (общая заболеваемость) среди детей (в целом) выявлен в г. Кохтла-Ярве. При этом для разных населенных пунктов региона характерны наиболее высокие показатели по определенным нозологическим формам: по распространенности болезней нервной системы, органов дыха-

^{*)} В работе принимал участие О.М. Астафьев.

ния и органов чувств — г. Кохтла-Ярве; по порокам развития — г. Нарва; по болезням органов пищеварения, кожи, подкожной клетчатки, новообразованиям — г. Силламяэ; по психическим расстройствам — г. Тарту; по болезням системы кровообращения и мочеполовой системы — г. Кингисепи.

Интегральная оценка изменения состояния здоровья детей по группам здоровья, показала, что дети с патологией волос более часто имеют отклонения в состоянии здоровья, по сравнению со всеми детьми изучаемых регионов (в целом), причем отклонения наиболее выражены у детей “западной” зоны.

Результаты изучения первичной заболеваемости среди взрослого населения также свидетельствуют о более высоком уровне нарушения здоровья в городах “западной” зоны. Среди всех городов “западной” зоны более высокие показатели общей заболеваемости (в 1,2–4,3 раза) отмечены у взрослых, проживающих в г. Силламяэ (болезни обмена веществ, системы кровообращения, органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы). Выраженные различия в уровне общей заболеваемости (распространенности болезней) среди детей и взрослых, проживающих в сопоставляемых зонах, свидетельствуют о более интенсивном воздействии на здоровье населения общего вредного фактора (факторов) на территории “западной” зоны.

В результате специализированного клинического обследования в ряде клиник г. Ленинграда^{х)} детей больных алопецией (“группа риска”) у них выявлена разнообразная соматическая патология: преимущественно со стороны желудочно-кишечного тракта (70%), системы органов дыхания (20%), мочевыделительной системы (15%). При этом у всех детей отмечен весьма отягощенный сопутствующими заболеваниями фон: совокупность патологических состояний — хронические инфекции носоглотки, тонзиллиты, синуситы, дисфункции желудочно-кишечного тракта и др. У детей с алопецией выявлены более выраженные, в сравнении с контрольной группой, морфологические изменения в слизистой желудка и двенадцатиперстной кишки; у них преобладали также дизметаболические нефропатии. Прослеживается отягощенность акушерского анамнеза у матерей обследуемых в клиниках детей с алопецией, что совпадает с вышеприведенными результатами популяционного гигиено-эпидемиологического обследования.

Эколого-гигиенический поиск в регионах конкретных вредных факторов техногенного и природного происхождения позволил выявить наиболее выраженную техногенно обусловленную нагрузку вредными химическими веществами в г. Нарве. Основными источниками этой нагрузки по региону Эстонии являлись предприятия Минэнерго СССР (прежде всего — Эстонская и Прибалтийская ГРЭС), сжигающие сланцы, предприятия Миннефтехимпрома (гг. Кохтла-Ярве, Сланцы), а в г. Силламяэ, кроме того, и

Силламяйское химико-металлургическое производственное объединение (СХМПО), относящееся к Минатомэнергопрому СССР. В г. Нарве также установлена наибольшая техногенная нагрузка вредными веществами (в расчете на 1 жителя города). Согласно имеющимся данным эта аэрогенная нагрузка, только с учетом выбросов Эстонской и Прибалтийской ГРЭС в 30 раз превышала аналогичную нагрузку в г. Силламяэ. Общая техногенная нагрузка с атмосферными выбросами предприятий на 1 человека в г. Нарва в 6,3–34 раза выше, чем в других исследуемых городах.

Вследствие недостаточной защищенности поверхностных и подземных вод, техногенное загрязнение почвы влияет на качество питьевой воды. Санитарно-гигиеническая оценка уровня загрязнения водоемов вредными веществами по индексу ИЗВ, предпринятому Госкомгидрометом, позволило отнести водоемы северо-востока Эстонии к классам от умеренно “загрязненных” (3-й класс) до “чрезвычайно грязных” (7-й класс), а водные объекты исследуемых территорий Ленинградской области — к “умеренно загрязненным”.

Проведенные исследования показали, что водопроводная вода, подаваемая населению, несмотря на соответствие по качеству многим параметрам ГОС-Та “Вода питьевая”, все же в ряде случаев имеет повышенную окисляемость, содержит выше ПДК железо, фенол, нефтепродукты (г. Сланцы), хлориды, тяжелые металлы и другие биологически активные элементы (ТМ и другие БАЭ). Наибольшая частота превышения ПДК в питьевой воде установлена в г. Силламяэ (свинец, кадмий, марганец, барий, алюминий); в других городах “западной” зоны (Нарва, Усть-Нарва, Сланцы) зафиксированы превышения ПДК по марганцу, кадмию, алюминию.

Несмотря на выявленные в работе доказательства по “методу различий” о территориальном и временном совпадении явлений повышенной частоты алопеции и другой патологии у детей и повышенной техногенной нагрузки в том же районе, только на основании этих положений еще не представлялось возможным сделать окончательное заключение ни о конкретном факторе воздействия, ни об его источниках.

Вместе с тем, при разработке данной проблемы было обращено внимание на факторы, имеющие общее и сходное распространение в регионе загрязнения окружающей среды отходами и выбросами промышленно-энергетических комплексов, сжигающих сланец. Разработка гипотезы о роли нагрузки на среду обитания отходов и выбросов, расположенных в “западной” зоне крупнейших в Европе двух ГРЭС и ряда местных ТЭЦ, сжигающих сланец, находила все новые подтверждения о наиболее вероятной причинной роли в пагубном влиянии на здоровье детей этих выбросов и отходов ГРЭС и ТЭЦ, а точнее сланцевой золы и содержащихся в ее составе отдельных элементов (тяжелых металлов и других биологически активных элементов).

^{х)} В работе принимали участие А.В. Новик, В.Н. Воробьева, Н.В. Орлова, З.О. Караев, Г.А. Бабанова.

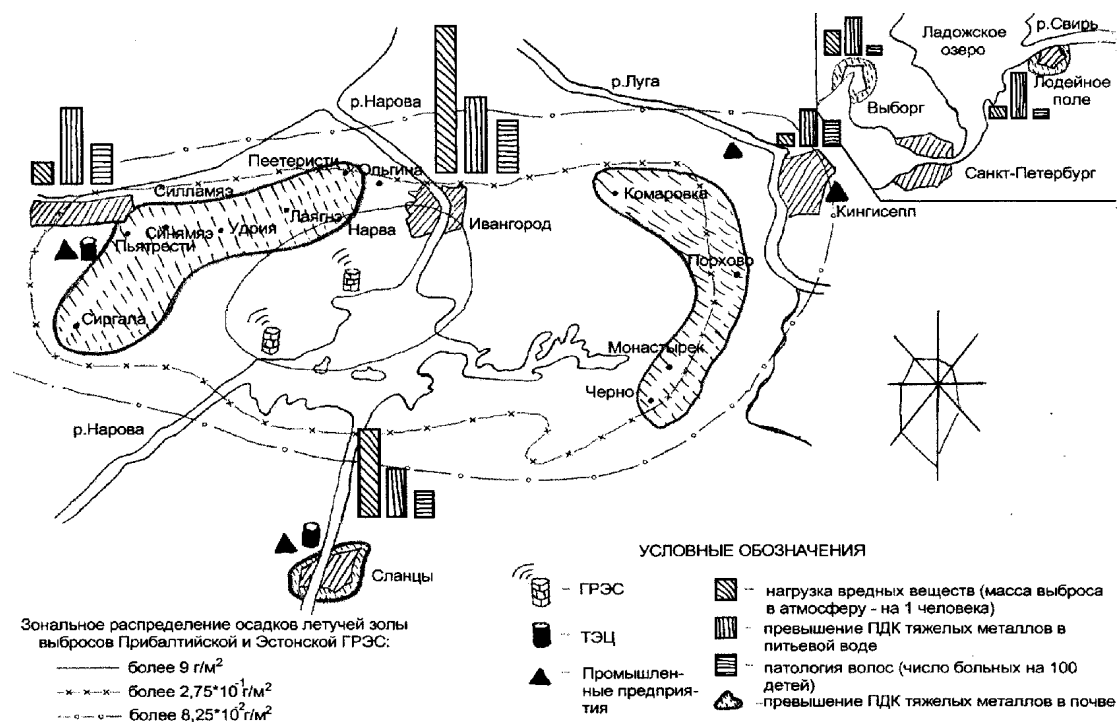


РИС. 1. МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В РАЙОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (СИТУАЦИОННАЯ СХЕМА).

Разработанная (Центральная аэрологическая обсерватория Госкомгидромета СССР) трехмерная нестационарная модель переноса загрязнений с учетом специфики данного региона позволила заключить^{х)}, что основная масса выбрасываемых загрязняющих примесей концентрируется в “западной” зоне. Анализ метеорологической и орографической характеристики региона северо-востока Эстонии и запада Ленинградской области показал, что основными факторами, определяющими характер распределения загрязнения в объектах окружающей среды является наличие бризовой циркуляции, обусловленной перепадом температур суши и прилегающими водоемами. Определяющее влияние на циркуляцию примесей от источника загрязнения оказывают Балтийское море с севера и Чудское озеро с юга. Глубина проникновения бриза на сушу составляет 25–30 км. При этом формируется зона повышенной дозовой нагрузки, как атмосферного воздуха, так и почвы, за счет выпадения аэрозольных частиц. В районе г. Нарвы общее количество осевших твердых частиц в год составляет около 14 г/м^2 , г. Кохтла-Ярве — 9 г/м^2 . Регион побережья Финского залива от Кингисеппа до Кивийли шириной 20 км получает, согласно модели, твердых осадков в среднем $0,35 \text{ г/м}^2/\text{год}$. При этом экспертиза в натуральных исследованиях на содержание в почве различных элементов территории сельхозугодий Эстонской Республики, а также в Кингисеппе-

ком и Сланцевском районах (дд. Черно, Комаровка) охватила согласно физической модели зону с выпадением осадков сланцевой золы $\sim 0,3 \text{ г/м}^2/\text{год}$ (рис. 1).

Натурные исследования^{хх)} микроэлементного состава проб почвы, отобранных в г. Нарва, показали наличие на территории города аномальных зон с высоким содержанием свинца, хрома, меди, циркония, иттрия, никеля, ртути, имеющих техногенное происхождение, в связи с чем почвы г. Нарвы были отнесены к “умеренно опасным” и “опасным” для здоровья населения по геохимическому показателю.

Обращает внимание, по-видимому, недостаточная экологическая экспертиза и недостаточное внимание специалистов к последствиям существующего около 30 лет систематического загрязнения окружающей среды выбросами летучей сланцевой золы (как отмечалось, ~ 300 тыс. тонн/год — только выбросы Прибалтийской и Эстонской ГРЭС). Вместе с тем, нельзя не обратить внимание на то, что в составе сланцевой золы, наряду с окислами кальция, калия (обусловившими привлекательность ее для использования при подщелачивании кислых почв) содержатся такие небезопасные элементы для организма людей как свинец, кадмий, сурьма, бор, олово, висмут в количествах, превышающих их содержание в земной коре в 3–6 и более раз. Вообще же выше или на уровне кларка земной коры в сланцевой золе,

^{х)} В работе принимал участие С.И. Зенов.

^{хх)} Работа выполнялась при участии Ю.П. Суегина, И.К. Неждановой, Н.В. Маслова.

попадающей в атмосферу (и в целом в систему — атмосфера — почва — сельскохозяйственные растения — питьевая вода), содержатся следующие элементы и их окислы: окислы алюминия, железа, магния, кальция, калия, серы, а также такие биологически активные элементы, как мышьяк, бром, ванадий, цинк, никель, селен, хром, иттербий, ртуть, молибден, висмут, бор, барий, марганец (Ходюков, Шалькевич, 1988; Панахи, 1990; Нагорный, 1991).

В ходе исследований, при проверке влияния внесения сланцевой золы на микроэлементный состав почв, произрастающих на них растений установлено, что через один год после внесения, в почве (в сравнении с рядом расположенным участком, но не обработанным золой) в озимых культурах наблюдается увеличенное содержание свинца, цинка, марганца, кадмия, висмута (в 2–12 раз).

С учетом этих обстоятельств, одним из центральных направлений в комплексных эколого-гигиенических исследованиях явилось изучение вредного влияния на экологическую обстановку тяжелых металлов и других биологически активных элементов, входящих в состав сланцевой золы, возможности накопления и миграции их в природные экосистемы (загрязнение почвы, сельскохозяйственных растений, водоемов) в результате вымывания элементов из почвы, из зооотвалов в местах хранения золы (в последнем случае — в воду реки Нарова).

Натурные исследования элементного состава позволили выявить зависимость интенсивности загрязнения почв и растений биологически активными элементами сланцевой золы от условий пространственного распределения по территории выбросов ГРЭС и агротехнических мероприятий (внесение золы в почву). В частности, при определении микроэлементного состава овощей и молока из северо-востока Эстонской Республики и запада Ленинградской области установлено более высокое, в сравнении с контрольными районами (Всеволожский, Лодейнопольский, Выборгский — Ленинградской области), содержание в молоке висмута (в 85–165 раз), свинца (в 7,5–15 раз), кадмия (в 7,2–50 раз), сурьмы (в 4,5–17,6 раз). В овощах из совхоза “Нарва” Эстонской Республики и “Родина” Сланцевского района Ленинградской области, в сравнении с контрольными участками было выявлено увеличенное содержание кадмия, бора, сурьмы, марганца. Полученные данные о повышенном содержании в почве и объектах “пищевой цепочки” (овощах, других сельскохозяйственных растениях и молоке) “западной” зоны висмута, свинца, бора, кадмия, сурьмы, марганца, олова, молибдена, лантана и иттербия коррелируют с результатами о повышенном содержании этих же элементов в сланце-кукерсите и сланцевой золе. Так, показано, что в овощных культурах и молоке, потребляемом населением “неблагополучного” региона в отличие от районов “сравнения” содержатся высокие уровни (тех же элементов, что и в сланцевой золе) бора, марганца, висмута (овощи), кадмия, свинца, сурьмы, висмута (молоко). Использование с целью подщелачивания

почв сланцевой золой приводит к существенному накоплению в почве и сельскохозяйственных растениях (озимых культурах, капусте) — висмута, кадмия, бора, марганца, свинца, хрома, никеля, бария — в сравнении с территориями, не обработанными сланцевой золой.

Установлено также высокое содержание, в основном, этих же элементов в питьевой воде в ряде городов западной зоны, что позволяет сделать вывод о загрязнении открытых водоемов и артезианских вод элементами сланцевой золы (особенно в период таяния снегов) как за счет вымывания в поверхностные водоемы из почв осевшей из атмосферного воздуха сланцевой золы, так и вследствие проникновения в подземные незащищенные водные горизонты поверхностных почвенных вод, содержащих компоненты сланцевой золы.

В эколого-гигиенических экспериментах на животных с диетой, включающей пищу из местных сельскохозяйственных растений и воды из “западной” зоны, а также в опытах с вытяжкой сланцевой золы^{х)} получены данные, свидетельствующие о кумуляции элементов сланцевой золы (кадмия, бора, бария, сурьмы, олова, молибдена) в печени и шерсти экспериментальных животных; при этом наблюдается корреляция с содержанием этих же элементов в продуктах питания (используемых в опыте) и в сланцевой золе.

Элементный состав волос и ногтей детей, проживающих в “западной” зоне и “восточной” зоне, свидетельствует о связи микроэлементного состава этих биосубстратов и объектов “пищевой цепочки”. Заслуживают внимания данные об элементном составе волос детей больных диффузной формой алопеции. Так, показано (“западная” зона), что для этой формы алопеции, связанной, по литературным данным, с химическим фактором (Ведрова и др., 1979; Тимошкова, 1984; Пец и др., 1985; Калужная и др., 1990), характерно накопление в волосах висмута, свинца, калия, а также кадмия. Результаты исследований согласуются с отдельными наблюдениями в оперативный период в г. Силламяэ, когда в волосах больных детей было обнаружено в количествах, превышающих описанные в литературе или выявленные в пункте сравнения, содержание таких микроэлементов, как висмута, свинца, селена, бора, бария, кадмия, алюминия, сурьмы (Ершво, Плетнева, 1989; Авцын и др., 1991; Микроэлементозы..., 1996).

Установлены общие биологические реакции организма экспериментальных животных, которым скармливали пищевую сельхозпродукцию, выращенную в зоне интенсивного выпадения золы из выбросов, или вводили внутривенно вытяжки из сланцевой золы, а также обследованных в клиниках детей, больных алопецией. Эти сходные биологические реакции проявлялись не только в виде упомянутого накопления в биосубстратах (шерсти животных, волосах и ногтях детей) элементов, свойственных сланцевой золе, но и в форме

^{х)} В работе принимали участие С.П. Нечипоренко и В.И. Барышников.

повышенного выведения копропорфиринов с мочой, нарушений иммунного ответа на антигены. У экспериментальных животных, кроме того, получены результаты, свидетельствующие об однотипном (с выявленными изменениями в организме больных алопецией детей) повреждающем влиянии ксенобиотиков, содержащихся в повышенных количествах как в объектах пищевой цепочки из экологически неблагополучного региона, так и в вытяжках из сланцевой золы, на функции нервной системы, почек, минеральный обмен, структурно-функциональные системы печени, обеспечивающие белковосинтезирующую, ферментобразующую функции и отвечающие за обезвреживание ксенобиотиков (Барышников и др., 1990б).

Таким образом, при всех трудностях моделирования на животных клинической картины заболеваний у людей все же в данной НИР удалось воспроизвести в экспериментах (белые крысы) большую часть сложной патологии, выявляемой у детей и их матерей, внешним проявлением которой была вначале зафиксированная алопеция у детей. Среди комплекса установленных изменений у детей, проживающих в регионе, или в организме теплокровных животных, которых использовали в опытах при моделировании отдельных местных условий неблагополучного региона, наиболее однотипными и характерными явились нарушения иммунной системы и желудочно-кишечного тракта, изменения порфиринового обмена у детей и подопытных животных, нарушение репродуктивной функции у родителей детей и у животных.

Исходя из общих биологических реакций организма человека и животных на воздействие биологически активных и опасных веществ, содержащихся в среде обитания людей “западной” зоны, (изменение микроэлементного состава биосубстратов и патологии, перечисленная выше), был составлен прогноз о том, что у детей из экологически неблагополучной зоны, вследствие воздействия загрязненных тяжелыми металлами и другими элементами местных пищевых продуктов и питьевой воды, кроме отмеченных выше, возможны более частые заболевания печени, почек, нарушения функций нервной системы, в сравнении с детским населением территории сравнения. Это действительно согласуется с результатами клинического и медико-статистического анализа данных об изменении здоровья детей “западной” зоны и, особенно, больных алопецией. Так, при обследовании иммунного статуса у детей с патологией волос гематологические и иммунологические нарушения были выражены сильнее у детей, проживающих в “западной” зоне в сравнении с детьми из “восточной зоны” (Барышников и др., 1990б,в). При этом необходимо обратить внимание на то, что перечисленные системные нарушения у детей (снижение иммунитета, патология желудочно-кишечного тракта и др.) свидетельствуют, что алопеция является внешним манифестирующим признаком общего страдания организма.

Весьма настораживают и дают основание прогнозировать более частое проявление патологии бере-

менности у матерей и уродств у детей в экологически неблагополучном регионе, в сравнении с контрольной территорией, экспериментальные данные о цитотоксическом и эмбриотоксическом воздействии на зародышей животных^{х)} сыворотки крови белых мышей, которым вводили питьевую воду из г. Силламяэ, кормили овощами, собранными с территории из зоны влияния Нарвского промышленного узла. Эти положения нашли очевидное совпадение с результатами анкетного скрининга всех детей западной зоны и анамнестическими данными обследуемых в клиниках детей с алопецией, которые свидетельствуют одновременно о большей частоте патологии течения беременности и родов матерей, чьи дети заболели впоследствии алопецией.

В системе разрабатываемых гипотез было уделено внимание и анализу возможной роли физического вредного фактора в изменении здоровья детей, проявляющемуся, в частности, в виде алопеции. Исследования этого направления показали, что содержание радона^{хх)} в детских учреждениях г. Силламяэ в целом удовлетворяет гигиеническим нормам, а уровень внешнего излучения не выходит за пределы колебаний фоновых среднесуточных данных. Следует считать, что физический фактор не является ведущим в патогенезе алопеции.

Разработка гипотезы Н.А. Дехкан-Ходжаевой о возможном биологическом действии на детей вредных микроскопических грибов Зааминел (название указанного автора) не подтвердило обусловленность предположения о завозе с хлопком из Средней Азии этого грибка и последовавшего поражения детей.

Таким образом, на первом плане проводившейся экспертизы четко обозначилось значение как причинного фактора алопеции и общего страдания детей комплексное и комбинированное действие на людей “западной” зоны ТМ и других БАЭ в составе летучей сланцевой золы. При этом, результаты санитарно-экологической оценки состава сланцевой золы, пищевых цепей (почва — сельскохозяйственные растения — молоко; почва — сельскохозяйственные растения) и данных биотестирования экспериментальных животных в опытах с применением сланцевой золы, либо натуральных объектов пищевой цепочки (сельскохозяйственных растений, молока) указывают на реальность поступления в среду обитания людей тяжелых металлов и других биологически активных элементов и воздействия на население ряда элементов — компонентов сланцевой золы, поступающей в окружающую среду с выбросами ГРЭС: Вi, Рb, Сd, В, Sb, Mn, Ba, Al, Mo, Se, Hg, As, Sn, Br (Барышников и др., 1990б,в).

Анализ литературных данных показал, что при пероральном поступлении в повышенных дозах, опасность для организма людей представляют ряд элемен-

^{х)} В работе принимали участие В.Б. Попов и Г.А. Протасова (использовался метод В.Б. Попова).

^{хх)} В работе принимали участие Ф.И. Зуевич и Н.И. Петухов.

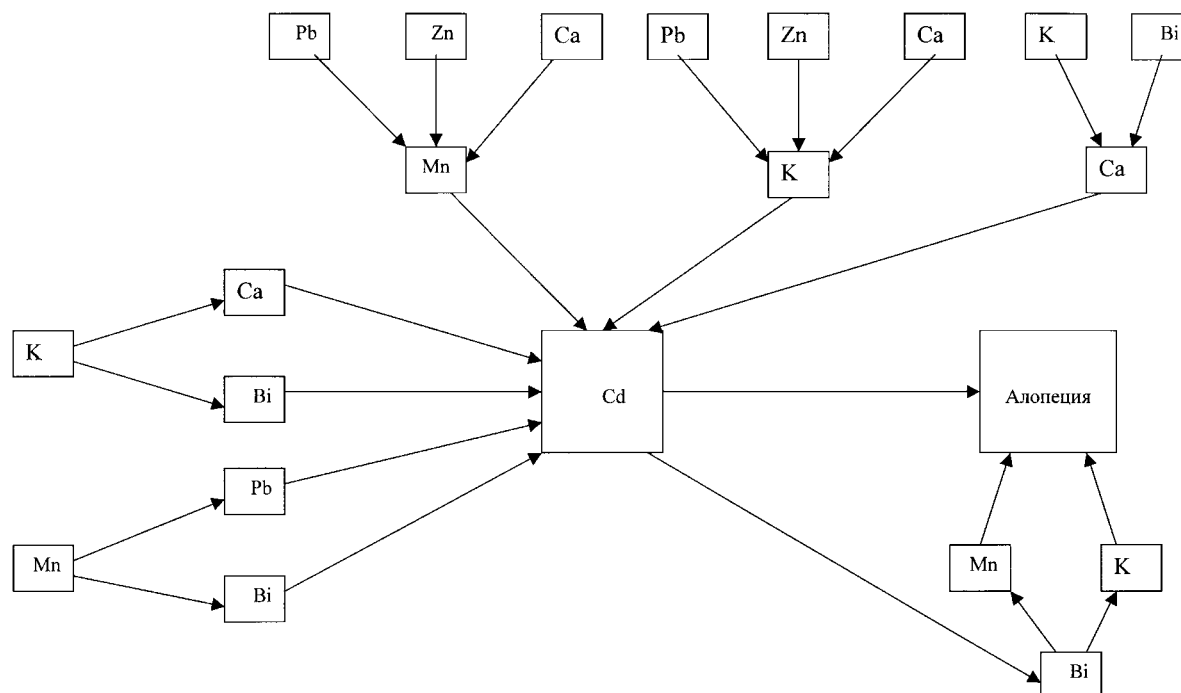


РИС. 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СВЯЗИ (ИНФОРМАЦИОННО-ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕТОД) МЕЖДУ АЛОПЕЦИЕЙ И СОДЕРЖАНИЕМ В ВОЛОСАХ БОЛЬНЫХ ДЕТЕЙ РЯДА ЭЛЕМЕНТОВ.

тов, содержащихся в сланцевой летучей золе и распространяющихся по пищевым цепям (при воздействии которых может повышаться уровень ряда соматических болезней). Среди них болезни органов пищеварения (БОП) могут вызывать алюминий, бром; болезни почек — мочеполовой системы (БМПС) — мышьяк, кадмий, ртуть; болезни крови (анемии) — мышьяк, свинец; врожденные аномалии — свинец, молибден, мышьяк, ртуть; болезни нервной системы — свинец, мышьяк; новообразования — мышьяк, радиоактивные элементы. К нарушениям обмена веществ может привести дисбаланс в поступлении с пищей цинка, меди, селена, марганца, хрома. Недостаточно изучено воздействие на организм повышенного поступления содержащихся в сланцевой золе и загрязненных объектах среды обитания висмута, олова, сурьмы, бора, лантана, иттрия, иттербия, галлия и других редкоземельных элементов (Ершов, Плетнева, 1989; Авцын и др., 1991; Агаджанян и др., 1994; Микроэлементозы..., 1996). Тем большее значение приобретают интегральные методы биотестирования различных объектов среда обитания исследуемого региона (оценка комбинированного и комплексного действия ТМ и БАЭ, попадающих со сланцевой золой в среду обитания) и параллельные исследования такого же комбинированного действия ТМ и БАЭ в подозреваемом “причинном” факторе — сланцевой золой. Также большое значение приобретают, в силу сказанного аналитические параллели при сопоставлении биологических “откликов”, установленных

при гигиено-эпидемиологической оценке здоровья людей, в том числе данных анкетирования, углубленных клинических обследований “групп риска”, результатов биоиндикации больных и здоровых людей в исследуемом регионе, биотестирования на лабораторных объектах. В целом, характер этих комплексных исследований вредных факторов может быть обозначен как эколого-гигиеническая экспертиза (оценка “пакета токсикантов”). При этом, даже отсутствие биологической изученности некоторых элементов, а тем более отсутствие гигиенических регламентов в среде обитания, может быть компенсировано (“покрыто”) всесторонней оценкой комплексного и комбинированного действия естественной “смеси токсикантов”, что и было реализовано в обсуждаемой программе.

Рассмотрим и проанализируем подробнее имеющиеся патогенетическое значение результаты биоиндикации — исследования в организме детей (воло

сах) ряда ТМ и БАЭ, содержащихся в основном “причинном факторе” — сланцевой золе.

В волосах детей (и больных и здоровых), проживающих в “западной зоне” отмечены превышения эталонных норм (Микроэлементозы..., 1996; Скальный, Есенин, 1996) содержания кадмия, бора, висмута, сурьмы, марганца, стронция, кальция и бария. При этом в волосах здоровых детей из “западной зоны” отмечены более высокие (чем у детей из “восточной зоны”) уровни содержания в волосах висмута, кадмия, бора, бария, марганца, стронция. У больных детей из “западной зоны” (все формы алопеции) наблюдали повышенное содержание в волосах кадмия, висмута, свинца, бора, селена, кальция, стронция, калия. При этом, у больных детей из “западной зоны”, в сравнении с детьми из “восточной” зоны, оказалось достоверно более высоким содержание в волосах висмута (в 2,8 раз), свинца (в 2,4 раза), кадмия (в 7 раз). Наиболее выраженные отклонения в содержании элементов в волосах выявлены у детей (больных и здоровых), проживающих в г. Нарва. Так, содержание кадмия, селена, висмута было повышено соответственно у 89, 75 и 40% обследованных детей. Кроме того, у 60% обследованных детей, было снижено содержание цинка в волосах (ниже 100 мкг/г), что оценивается как синдром дефицита этого элемента в организме, следствием которого может быть снижение иммунитета (Карпинский, 1980; Авцын и др., 1991).

Наибольший интерес представляют данные о статистически достоверном повышенном содержании кадмия, висмута, свинца в волосах у детей, страдающих диффузной формой алопеции в сравнении с их здоровыми сверстниками. Такой вывод особенно интересен в связи с тем, что по литературным данным диффузную форму алопеции связывают с воздействием токсического химического фактора (Ведрова и др., 1979; Тимошкова, 1984; Пец и др., 1985; Калужная и др., 1990). Проведенный энтропийно-информационный анализ³⁾ случаев алопеции и состава волос детей по содержанию кальция, калия, марганца, цинка, висмута, свинца и кадмия выявил математически определенные причинно-следственные связи элементов со случаями формирования алопеции (рис. 2) (Липко, 1985; Барышников и др., 1990а; Лапко и др., 1990). При этом установлена ведущая роль кадмия, как “посредника” в связке других перечисленных 7 элементов с фактом развития диффузной формы алопеции.

В дальнейшем для выяснения особенностей формирования элементного состава волос у детей, страдающих алопецией, был проведен анализ корреляционных связей в составе волос с учетом пакетов данных о содержании в волосах 19 элементов (Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Cu, K, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Sn, Sr, Zn) с использованием программы Excel 2000.

При этом установлены тесные корреляционные связи между составом (по 19 элементам) волос здоровых

³⁾ Работы выполнены при участии Е.П. Вишневого и И.В. Бильчук.

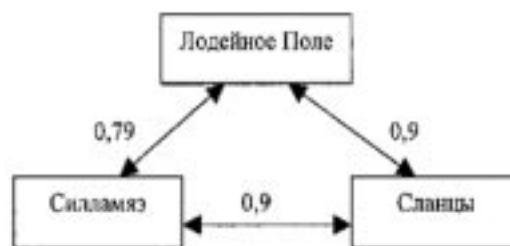


РИС. 3. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ ИССЛЕДУЕМЫХ ГОРОДОВ (ПО 19 ЭЛЕМЕНТАМ).

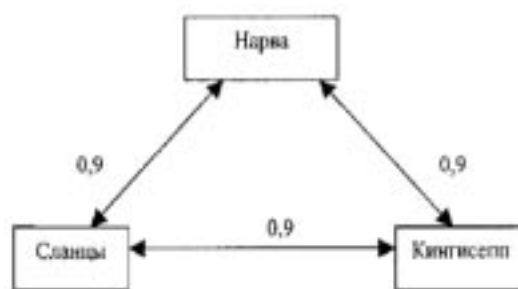


РИС. 4. НАИБОЛЕЕ ВЫРАЖЕННЫЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СОСТАВА ВОЛОС БОЛЬНЫХ ДЕТЕЙ ИССЛЕДУЕМЫХ ГОРОДОВ (ПО 19 ЭЛЕМЕНТАМ).

детей из г. Лодейное поле с составом волос здоровых (безалопеции) детей из г. Силламяэ ($r=0,79$), из г. Сланцы ($r=0,90$), а также тесная связь между составом волос здоровых детей гг. Силламяэ и Сланцы ($r=0,96$), что позволило рассматривать группы здоровых детей из этих городов в качестве контрольных в дальнейшем корреляционном анализе (рис. 3).

При анализе соотношений элементного состава волос больных детей установлены наиболее выраженные корреляционные связи между указанным составом волос детей, проживающих в г. Нарва, с составом волос детей, проживающих в г. Сланцы ($r=0,9$), Кингисепп ($r=0,9$) (рис. 4). Столь же тесные связи отмечены между составом волос больных детей гг. Сланцы-Кингисепп ($r=0,9$). В связи с этим в дальнейшую разработку были взяты данные о составе волос больных (алопецией) детей из указанных городов, а также г. Силламяэ как первоначального звена при исследовании ситуации в “западной” зоне.

Оценка корреляционных связей в соотношениях между элементами, входящими в состав волос больных (алопецией) и здоровых детей, указывает на существование различий между соотношениями элементов — ТМ и БАЭ, что свидетельствует об имеющем место дисбалансе состава внутренней среды больных (алопецией) детей относительно здоровых детей (без алопеции). Так, при оценке взаимосвязей между количественным содержанием отдельных элементов в ряду активности по способности к “комплексобразова-

ТАБЛИЦА 3.
КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ В РЯДАХ^{х)} “ЖЕСТКИХ ОСНОВАНИЙ” ИЛИ “ЖЕСТКИХ КИСЛОТ” ЛЬЮИСА У БОЛЬНЫХ И ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ.

	K-Ca	Ca-Mg	Mg-Mn	Mn-Cu	Cu-Cd	Cd-Zn	Zn-Pb	Pb-Al	B-P	P-S	S-Se	Se-B	B-S	Se-P
Здоровые	1,0	1,0	-0,622	1,0	1,0	1,0	0,66	0,388	1,0	-1,0	1,0	-1,0	1,0	-1,0
Больные	-0,811	0,03	0,147	-0,41	0,087	-0,219	-0,36	-0,802	0,79	0,59	0,947	0,998	0,964	0,823

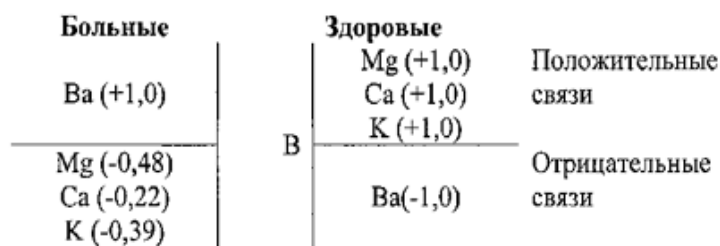


РИС.5. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ В ВОЛОСАХ БОРА И ДРУГИХ БАЭ.

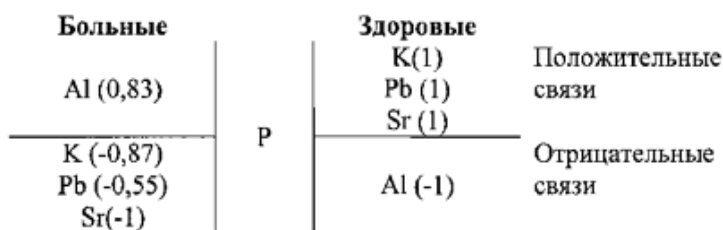


РИС.6. ФОРМИРОВАНИЕ СВЯЗИ С ФОСФОРОМ — “ЖЕСТКАЯ КИСЛОТА” И “ЖЕСТКИЕ ОСНОВАНИЯ” У БОЛЬНЫХ АЛОПЕЦИЕЙ И ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ.

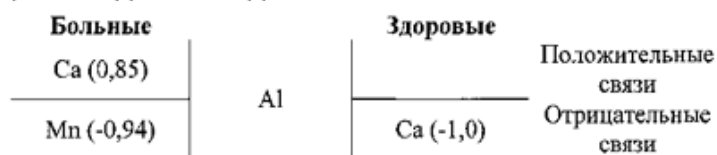


РИС.7. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ В ВОЛОСАХ ЭЛЕМЕНТОВ, СВЯЗАННЫХ С РОСТОМ У БОЛЬНЫХ И ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ.

лексообразованию” у больных детей (в сравнении со здоровыми) выявлены нарушенные связи между элементами (табл. 3, рис. 5, 6), в том числе относящиеся к так называемым “жестким основаниям” или “жестким кислотам” Льюиса (Ершов, Плетнева, 1989).

В частности, нарушены соотношения (табл. 3) в ряду активности между калием и кальцием (у здоровых $r = +1,0$, у больных $r = -0,811$), между кальцием и

магнием (у здоровых $r = +1,0$, у больных $r = 0,03$), что по-видимому связано с особенностями функционирования клеточных мембран у больных детей (магний и калий — внутриклеточные элементы, кальций и натрий — экстрацеллюлярные элементы), либо нарушении регуляции уровня кальция в крови, осуществляемого гуморальными факторами: кальциферолами, паратгормоном (ПГ) и тиреокальцитонином (Ершов, Плетнева, 1989; Авцын и др., 1991).

Обращает внимание существование различий в связях с бором (у больных и здоровых детей) Ba, Ca, K, Mg (рис. 5).

В то время, как у здоровых детей существуют положительные корреляции между содержанием в волосах таких БАЭ, как Ca, K, Mg относительно бора и у бора отрицательная корреляция ($r = -1,0$) относительно бария, то в составе волос больных детей присутствует лишь одна положительная корреляция ($r = +1,0$) — связь между содержанием в волосах бора и бария. Последнее по-видимому отражает особенности гомеостаза этих двух групп детей, когда бор депонируется в волосах здоровых детей с “расходными” БАЭ, а у больных с токсичным барием (Ершов, Плетнева, 1989; Авцын и др., 1991). Известно, что барий, при поступлении в больших дозах, приводит к алопеции (Авцын и др., 1991).

Из литературы известно, что бор оказывает заметное влияние на обмен фосфора, кальция, магния, откладывается в костях. Физиологическое значение бора — регулирование активности ПГ паразитовидной железы. При дефиците D-витамина увеличивается физиологическая потребность в боре. Витамин D и ПГ связаны через обмен Ca. Вместе с тем, магний обладает способностью вытеснять барий из тканей, а кальций не мешает усвоению бария тканями (Ершов, Плетнева, 1989; Авцын и др., 1991).

Для больных алопецией и здоровых детей установлены четкие отличия в формировании связей “жестких оснований” (Al, K, Pb, Sr) с “жесткой кислотой” (фосфорной) (рис.6).

^{х)} Ряды составлены согласно литературным данным (Ершов, Плетнева, 1989), которые свидетельствуют об определенном соотношении активности пар элементов, например $K > Ca$, $Ca > Mg$ и т.д.

Больные	Pb	Здоровые	Положительные связи
Sr (1,0)		B (1,0) Ca (1,0) P (1,0) Sr (1,0)	
Al (-0,8) B (-0,75) Ba (-0,78) P (-0,55)			Отрицательные связи

РИС. 8. ОСОБЕННОСТИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ СВИНЦА У ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ (АЛОПЕЦИЕЙ) ДЕТЕЙ.

Больные	S	Здоровые	Положительные связи
Cd (0,88) Zn (0,90) Bi (0,17)		Cu (1,0) Cd (1,0) Zn (1,0)	
Cu (-0,99) Pb (-0,54) Sb (-0,37)			Отрицательные связи

РИС. 9. ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА БАЭ И ТМ ОТНОСИТЕЛЬНО СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В ВОЛОСАХ.

При этом отмечено, что у здоровых детей наблюдается положительная связь между фосфором и калием и отрицательная между фосфором и алюминием, а у больных наоборот — отрицательная между фосфором и калием и положительная между фосфором и алюминием. Отмеченные отличия могут указывать на существование у больных детей либо условий для более высоких уровней поступления алюминия в организм, либо о гипокалиемии.

О возможности нарушений обмена веществ, связанного с особенностями (различиями) роста костей больных и здоровых детей указывают различия в соотношениях элементов, участвующих в остеофикации (Ca, P, B, Mg), либо депонируемых (Pb, Sr, Ba, Al), в костной системе (рис. 7).

Таким образом, при оценке корреляционных соотношений в составе волос детей с алопецией и здоровых (без алопеции) в отношении элементов, характеризующихся как “жесткие основания” наметились следующие гипотезы патогенеза алопеции: под влиянием повышенного поступления в организм ряда ТМ и БАЭ авитаминоз D и нарушение функции парацистовидных желез (ПГ) (рис. 8).

В связи с особенностями состава волос детей, страдающих алопецией, для которых характерно повышенное содержание в волосах свинца, кадмия, висмута, сурьмы, представляет интерес взаимоотношение этих элементов с другими биологически активными элементами (рис. 8–9).

У здоровых детей содержание свинца в волосах положительно коррелирует с “остеофикаторами” — бором, кальцием и фосфором, а также со стронцием, в то время как у детей, больных алопецией такая

положительная корреляция сохраняется у свинца лишь со стронцием (см. рис. 8).

Последнее может указывать на общие источники поступления свинца и стронция у больных и здоровых детей или на общие пути метаболизма этих элементов. Однако, в сравнении со здоровыми, у больных алопецией прослеживается отрицательная связь между содержанием свинца с элементами, участвующими в росте скелета — (бором, фосфором).

При оценке состава волос относительно содержания серы — основного элемента, осуществляющего как транспорт биологически активных элементов — цинка, меди, так и защиту организма от опасных для здоровья элементов — кадмия, свинца, а также других тяжелых металлов прослеживаются следующие особенности, обозначенные на рис. 9.

Анализ корреляционных связей указывает, что у больных (алопецией) и здо-

ровых детей существует тесная положительная корреляция между содержанием в волосах серы с цинком и кадмием; в волосах у здоровых детей это дополняется положительной корреляцией и с медью. Отмеченные зависимости физиологически обоснованы, т.к. характеризуют основное назначение серы в организме здоровых — образование прочных комплексных связей с БАЭ — медью и цинком и с тяжелыми металлами (кадмием и др.). Представленные показатели взаимоотношений соединений (ТМ и БАЭ), связанных с серой, указывают на существование у здоровых детей конкуренции за серу между рядом элементов: медь, цинк, кадмий — против висмута, свинца и сурьмы, где количество положительных корреляций практически равно количеству отрицательных ($r = +3,0$) корреляций. Особенностью состава волос относительно серы у детей, больных алопецией, является то, что указанные “противостояние” выглядит иначе: при сохранившихся положительных корреляциях между серой и цинком, серой и кадмием, прямо противоположной выглядит связь между серой и медью. Выявленный “переход” меди в противоположную связь относительно (серы) сбалансирован “снижением противостояния” между цинком, кадмием с одной стороны, и висмутом, свинцом и сурьмой с другой. Суммирование коэффициентов корреляций указывает, что у больных (относительно здоровых) висмут, свинец и сурьма как бы “замещают” “в связке с серой” — медь. Это косвенно может указывать на уменьшение активных валентностей серы, т.е. уменьшение защиты организма путем образования (функционирования) тиолсодержащих соединений с висмутом, свинцом, сурьмой (Авцын и др., 1991).

Одним из конкурентов за тиоловые связи, относительно цинка, представляется кадмий: так, если у здоровых детей корреляционные соотношения между содержанием цинка и кадмия составляют $r = +1$, то у больных детей это соотношение переходит в отрицательное ($r = -0,3$) (см. табл. 3). Это указывает на то, что при накоплении кадмия в волосах (и соответственно в организме) больных детей в такой же мере падает содержание и функциональная роль цинка. Роль кадмия, как “посредника”, в формировании диффузной формы алопеции, как отмечено выше, подтверждена математическим анализом особенностей состава волос детей с этим заболеванием, относительно здоровых детей (см. рис. 2).

Соотношения биологически необходимых элементов и серы — у цинка и меди — в организме здоровых детей ($r = 1,0$) также изменяются у меди на противоположное ($r = -0,99$) у больных, при одинаково положительных корреляциях цинка ($r = +1 + 0,90$) относительно серы у тех и других детей. Последнее указывает на закономерность относительного уменьшения содержания меди у больных в волосах (и организме), в сравнении со здоровыми детьми. Изменение профиля взаимоотношений меди с серой и меди с цинком — переход от более физиологичных (в норме) положительных связей в прямопротивоположные указывает на изменившуюся роль этого элемента в функционировании организма больного ребенка (с алопецией) в сравнении со здоровым ребенком. По всей вероятности, это связано с ролью меди как расходного элемента в антистрессовой реакции организма в составе церулоплазмينا и замещении меди рядом тяжелых металлов (висмут, свинец, сурьма). Значение дефицита меди в патогенезе алопеции подтверждается тем фактом, что этот микроэлемент, наряду с цинком, широко применяется в лечении облысения (Тимошкова, 1984; Скрипкини др., 1989).

Таким образом, проведенные эколого-гигиенические исследования элементного состава объектов окружающей среды — почвы сельскохозяйственных угодий, объектов пищевых цепочек (овощей, молока, питьевой воды) — позволили оценить фактический ущерб среде обитания человека от существующего ее загрязнения сланцевой золой.

Показано, что загрязненность среды обитания, в том числе объектов пищевых цепочек элементами, содержащимися в сланцевой золе, находится в тесной связи с изменением состава биосубстратов (волос) детей, проживающих на территории, где формируется под воздействием выбросов в атмосферу от энергетического комплекса, загрязненная тяжелыми металлами и другими БАЭ сложная система “атмосферный воздух — почва — сельхозпродукция — питьевая вода”. На отдельных территориях это было следствием также внесения в почву сланцевой золы (особенно в районе г. Нарва) с целью раскисления почв.

Применение корреляционного анализа зависимостей содержания ряда элементов в волосах больных алопецией и здоровых детей позволило установить, что наибольшее значение в формировании си-

стемного поражения организма (с внешним признаком алопеции) у детей, имеет дисбаланс между биологически активными элементами, связанными с функционированием клеточных мембран (Ca, K, Mg), а также между элементами, участвующими в формировании скелета, либо депонируемыми в костной ткани (P, B, Ca, Mg, Al, Pb, Ba, Sr).

Наряду с этим, особенности макро — и микроэлементозного состава волос детей, больных алопецией, указывают на значение в формировании рассматриваемой патологии детей повышенного поступления в организм из объектов окружающей среды — кадмия, висмута, свинца, сурьмы — конкурентов всасывания в кишечнике таких биологически необходимых элементов, как цинк и медь, дефицит которых приводит к облысению и нарушению иммунитета (Тимошкова, 1984; Ершов, Плетнева, 1989; Скрипкини др., 1989; Авцын и др., 1991).

Отмеченные особенности нарушения элементного состава волос детей указывают на нарушения элементного состава внутренней среды, а также функционирование гормональной и иммунной системы у детей, больных алопецией. Это действительно нашло подтверждение при углубленном клиническом обследовании детей, больных алопецией, при котором удалось зафиксировать следующие нарушения, прогнозируемые выше в связи с дисбалансом элементов в организме:

- снижение уровня калия в крови;
- снижение выведения кальция с мочой; снижение активности паратгормона;
- нарушение иммунитета.

В связи с формированием и утверждением в последние годы методологии по оценке степени напряженности медико-экологической ситуации (Комплексная..., 1997) была проведена экспертиза эколого-гигиенических данных обследуемых регионов. Приведенное ранжирование медико-экологической ситуации с учетом пораженности детей соматическими болезнями (в сравнении с “контрольным” населенным пунктом — Лодейное Поле) позволило выявить общие “точки приложения” вредных экологических факторов в “западной” зоне — патология органов дыхания, пороки развития, нервная система (соответственно 2–3–й, 2–5–й и 3–5–й ранги напряженности ситуации). В отношении общей заболеваемости детей новообразованиями “лидирует” г. Силламяэ (5–й ранг), злокачественными новообразованиями (в сравнении с г. Лодейное Поле^{*)} — гг. Сланцы, Кингисепп (5–й ранг) и г. Нарва (2–й ранг) — см. рис. 1.

Полученные данные о более высокой заболеваемости детей из г.г. Силламяэ, Нарва, Кингисепп, Сланцы различной соматической патологией (в сравнении с “контрольными” городами) совпадают как с ареалом рассеивания сланцевой золы от воздушных выбросов Нарвского энергетического комплекса, так

^{*)} повышена общая заболеваемость по сравнению с г. Лодейное Поле и в г. Выборге (втором пункте сравнения по оценке распространенности алопеции среди детей).

и с ареалом высокой пораженности детей диффузной формой алопеции.

Уровень алопеции и вообще патологии волос^{xx)} среди детей, проживающих в этих городах “западной зоны” был, как отмечено выше, — в 4,5 раза выше, чем в “контрольных” городах Выборге и Лодейном Поле, что указывает на “условно катастрофическую ситуацию” (5-й ранг) в состоянии здоровья детей северо-востока Эстонской республики и запада Ленинградской области в связи с их пораженностью алопецией (см. табл. 1).

Анализ экологической обусловленности изменений в состоянии здоровья населения г.г. Силламяэ, Нарва, Кингисепп проводили соответственно методическим рекомендациям (Комплексная..., 1997) с определением реальной значимости напряженности медико-экологической ситуации, связанной с техногенным загрязнением атмосферного воздуха, питьевых вод городов, почвы и сельскохозяйственной продукции территорий, обеспечивающих продуктами питания перечисленные города, а также с учетом результатов биотестирования на экспериментальных животных условий использования населением питьевой воды и сельскохозяйственной продукции местного производства. При этом, согласно используемой методологии санитарно-экологической экспертизы для доказательства реальной значимости показателей напряженности медико-экологической ситуации в системе оценок “среда — здоровье” проведена оценка в нескольких направлениях:

- пространственно-временной анализ, учитывающий реальность воздействия вредных факторов и их источников на популяцию в исследуемых городах;
- наличие в исследуемых городах болезней, предположительно связанных с этими экологически вредными факторами;
- этиопатогенетический анализ причинной обусловленности патологии под воздействием конкретных вредных факторов среды обитания по факту совпадения силы фактора и специфической (адекватной) реакции здоровья населения в той же градации (ранге), потенциально характеризующем напряженность ситуации;
- этиопатогенетическая доказанность связи “фактор — реакция” в биологической модели;
- выявление при биоиндикации у населения повышенных концентраций (уровней) токсикантов в биосредах — оценка значимости для здоровья этого показателя;
- анализ данных углубленных клинико-гигиенических обследований населения с точки зрения адекватности патологических изменений в группах риска и данных, полученных при биотестировании, биоиндикации;
- оценка эффекта лечения и всей системы профилактических и оздоровительных мероприятий, направ-

ленных на снижение (прекращение) воздействия экологически вредных факторов.

При этом реальная значимость степени напряженности медико-экологической ситуации в связи с присутствием какого-либо вредного фактора (факторов) и его воздействием в системе “среда — здоровье” считается “доказанной в полной мере” в случае, если характеристики ситуации совпадают по всем семи выше перечисленным параметрам. Совпадение степени напряженности медико-экологической ситуации по 5 из перечисленных 7 признаков анализа причинно-следственных связей дает основание говорить о значительной степени доказанности связи между фактором и изменениями здоровья. Совпадение данных анализа по первым трем — четырем составляющим дают основание считать предположительно доказанной реальную значимость медико-экологической ситуации, связанную с воздействием фактора на здоровье (Комплексная..., 1997; Маймулов, Нагорный, 2000).

Таким образом, получены доказательства реального значения сланцевой золы в создании напряженной медико-экологической ситуации (в ранге — 2–5-й) в виде повышенной пораженности детского населения алопецией по направлениям:

- пространственно-временная реальность воздействия сланцевой золы на среду обитания и здоровье население;
- наличие в исследуемых городах соматических болезней, связанных с воздействием на население повышенного поступления (с летучей сланцевой золой) ряда тяжелых металлов и других биологически активных элементов — компонентов золы: болезни нервной системы, органов дыхания, органов пищеварения, пороки развития;
- адекватность реакции здоровья населения на наиболее интенсивное воздействие сланцевой золы с учетом градации (ранга), когда в эпицентре выпадения золы (г. Нарва), распространенность алопеции была в два раза выше, чем в других населенных пунктах (г. Силламяэ) имеющих общие источники поступления местной сельхозпродукции;
- доказанность в биологической модели (со сланцевой золой, с сельхозпродукцией, выращенной в “эпицентре” выпадения золы) связей между фактором — ТМ и БАЭ сланцевой золы и ответной реакцией организма животных на ее воздействие, которая оказалось адекватной измененному состоянию здоровья детей, больных алопецией;
- адекватность данных биоиндикации волос у детей, больных алопецией, с данными биоиндикации шерсти экспериментальных животных, содержавшихся на диете с включением овощей из эпицентра выпадения золы, либо получавших вытяжки из нативной сланцевой золы. При этом было зафиксировано повышенное накопление элементов — кадмия, бария, бора, этиопатогенетически значимых для нарушения функционального состояния организма в плане развития алопеции;
- совпадение по большинству параметров данных

^{xx)} В число детей с патологией волос кроме детей с алопецией, включены дети с “поредением волос и повышенным выпадением волос”.

углубленных клинико-гигиенических исследований состояния здоровья детей, больных алопецией и проживающих в районе воздействия выбросов сланцевой золы с данными биотестирования и биоиндикации животных.

— исключительно высокий эффект оздоровительных мероприятий, проведенных в г. Силламяэ (вывоз детей за пределы города, санаторно-курортное лечение в домах и на базах отдыха, поликлиническое и стационарное лечение, введение в рацион привозных фруктов и фруктовых соков и т.д.) — выздоровели более 40% детей, больных алопецией, и существенно улучшилось здоровье 74% детей из “группы риска”.

Полученные доказательства по 7 градам из 7 позволяют говорить о “полной степени доказанности” связи между фактом загрязнения выбросами сланцевой золы окружающей среды и изменениями здоровья детского населения, манифестирующим признаком которого является “напряженная медико-экологическая ситуация” (3-5-й ранги) в связи с повышенной пораженностью детей алопецией на северо-востоке Эстонии и западе Ленинградской области.

Таким образом, в результате комплексных эколого-гигиенических исследований по выявлению вредных факторов среды обитания, способных оказывать влияние на изменение здоровья и развитие детей, кроме всего изложенного выше следует заключить: — физический и биологический факторы не были ведущими в патогенезе алопеции. По степени вредного влияния на окружающую среду и здоровье детей определяющим являлся химический фактор — тяжелые металлы и биологически активные элементы сланцевой золы, которая, необходимо подчеркнуть, загрязняет среду обитания населения и все звенья экосистем “западной” зоны;

— неблагоприятное воздействие на здоровье населения происходит преимущественно за счет поступления в организм людей пищи и воды, загрязненной тяжелыми металлами и биологически активными элементами — компонентами сланцевой золы. Дополнительный путь воздействия — ингаляционный и контактный путь.

Литература

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. 1991. Микроэлементозы человека. М.: Медицина. 496 с.
- Агаджанян Н.А., Куликов В.И., Зангиева Т.Д., Атанязова О.А. 1994. Экологические факторы и репродуктивная функция // Экология человека. Архангельск: Издательство экологии. № 1. С.94–105
- Барышников В.И., Нечипоренко С.П. 1990. Токсиколого-гигиеническое значение сланцевой золы // Экология и токсикология. Вып.2. Ярославль: Фонд гражданских инициатив “Содействие”. С.80–82.
- Барышников И.И., Вишневский Е.П., Нагорный С.В., Бильчук И.В. 1990а. Вопросы программно-математической реализации медико-географических систем мониторинга регионального уровня // Материалы 9 съезда Геогр. общ-ва СССР. Л. С.90–92.
- Барышников И.И., Нагорный С.В., Румянцев А.П., Силла Р.В. и др. 1990б. Материалы к эколого-токсикологической оценке районов промышленной добычи и использования сланцев и продуктов их горения (шлаков) // Сб. тезисов конф. “Экология и токсикология”. Вып.2. Ярославль. С.48–57.
- Барышников И.И., Нагорный С.В., Силла Р.В., Нечипоренко С.П. и др. 1990в. Данные медико-экологической оценки Северо-Восточного района Эстонии и прилегающей части Ленинградской области // Сб. тезисов конф. “Медико-биол. проблемы экологии Северо-западного региона. Л.
- Барышников И.И., Нагорный С.В., Вишневский Е.П. 1991. Реализация медико-географических исследований экологических проблем регионального уровня с использованием ЭВМ // Эколого-гигиеническая оценка последствий техногенного изменения окружающей среды в регионах: Тез. докл. Межреспубл. конф. (май 1991 г.). Л. С.23–24.
- Ведрова И.Н. и др. 1979. Вопросы патогенеза и лечение облысения у детей // Вестник дерматол., венерол. № 9. С.36–40.
- Ершов О.А., Плетенёва Т.В. 1989. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина. 272 с.
- Изучение концентраций радона в детских учреждениях. 1990. Отчет НИИ Строительства. Таллинн. 31 с.
- Каложная Л.Д., Деревянко Л.А., Сницаренко О.В. 1990. Об интоксикационном облысении // Врач. Дело. № 1. С.102–104.
- Карпинский В.М. 1980. Синдром дефицита цинка // Вопр. пит. № 1. С.10–18.
- Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения.: Метод, реком. 1997. Госкомсанэпиднадзор РФ, утв. 30.07.97 г., № 2510/5716-97-32. М. 27 с.
- Лапко А.В. 1985. Моделирование сложных медико-биологических систем в условиях структурной неопределенности // Применение ЭВМ в задачах уравнивания. Красноярск: Президиум СО АН СССР. С.86–97.
- Лапко А.В., Новиков О.М., Поликарпов Л.С. 1990. Статистические методы моделирования и принятия решений в развивающихся медико-биологических системах. Новосибирск: Наука. С.285.
- Лурье И.В., Лезюк Г.И., Усова Ю.И. 1976. Генетическая характеристика синдрома “ЕЕС” // Генетика. № 7. С.125–131.
- Микроэлементозы человека и их лечение. Информ. письмо для врачей и студентов. 1996. М.: Ивановская ГМА. 49 с.
- Маймулов В.Г., Нагорный С.В. 2000. Методологические проблемы изучения причинно-следственных связей в системе “Окружающая среда — здоровье человека” / Вести СПб ГМА им. И.И. Мечникова. № 1. С.22–25
- Нагорный С.В. 1991. Экологическая гигиена — актуальное направление профилактической медицины // Сб. тезисов Межресп. науч. конф. “Эколого-гигиеничес-

- кая оценка последствий техногенного измерения окружающей среды в регионах". Л.
- О минеральном составе сланцев и содержании летучей золы в зависимости от шахты в Северо-Восточной части Эстонии. 1990. Аналитический обзоры. Сост. Р.В. Силла. Таллинн. 20 с.
- Панахи М.С. 1990. Алопеция // Новое в жизни, науке, технике. № 11. С.36–60.
- Пец Л.И., Ваганов П.А., Кнот Н. и др. 1985. Микроэлементы в золах сланца-кукерсита Прибалтийской ГРЭС // Горючие сланцы. Вып.2/4. С.379–390.
- Рук А., Даубер Р. 1985. Болезни волос и волосистой части головы. М.: Медицина. 528 с.
- Руководство по планированию и финансированию известкования кислых земель. Инструкция. 1981. 2-е изд. Таллинн. 30 с.
- Скальный А.В., Есенин А.В. 1996. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека // Токсиколог. вести. № 6. С.16–23.
- Скальный А.В., Скальная М.Г., Есенин А.В., Громова О.А., Авдеенко Т.В. 1998. Макро- и микроэлементы в диагностике, лечении и питании лиц, пострадавших от аварии на ЧАЭС. Практич. руков. для врачей по реабилитации ликвидаторов аварии на ЧАЭС и населения. М.: ЦБМ. 34 с.
- Скрипкин Ю., Авербах Е., Гребешок В. 1989. Гнездное облысение // Медицинская газета. 29 ноября 1989 г.
- Тимошкова Е.Н. 1984. Обмен цинка и меди у больных гнездной плешивостью // Вести, дерм. № 9. С.57–59.
- Тимошкова Е.Н., Левин М.М., Лосева Б.А. 1986. Комплексное лечение больных алопецией препаратами меди и цинка // Вест. дерм. Вып.3. С.56–58.
- Ходюков О.Я., Шалькевич В.Б. 1988. Динамика биоэлектрической активности коры головного мозга у больных гнездной алопецией // Вестник венерол. дерматол. № 7. С.40.
- Этлин С.Н. 1990. Гигиенические основы охраны атмосферного воздуха в районе размещения предприятий сланцевой химии и энергетики. Дисс. на соиск. уч. степ. доктора мед. наук. Таллинн. 412 с.