

А.Н. Баранов, Т.Б. Лебедева

Северный государственный
медицинский университет;
кафедра акушерства и гинекологии

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИЧЕСКОГО И ПОЛОВОГО РАЗВИТИЯ ДЕВОЧЕК И ДЕВУШЕК

■ В настоящее время установлено, что на формирование репродуктивной системы оказывает неблагоприятное влияние экологические факторы. Среди антропогенных экологических факторов особое значение приобретают металлополлютанты. На основании проведенного нами исследования выявлено, что у девушек и девочек, проживающих на территориях загрязненных солями тяжелых металлов, формируется тенденция к интерсексуальному типу телосложения, что проявляется в увеличении ширины плеч, длины рук, уменьшением поперечных размеров таза. Развитие вторичных половых признаков сопровождается задержкой в развитии молочных желез, подмышечного оволосения и наступления менархе. Проживание девочек и девушек в районах, где определяется повышенное содержание тяжелых металлов в почве, следует отнести к неблагоприятным факторам, с возможным влиянием на физическое и половое развитие.

■ **Ключевые слова:** металлополлютанты; репродуктивная система; экологические факторы; физическое и половое развитие

В настоящее время установлено, что на формирование репродуктивной системы оказывают неблагоприятное влияние экологические факторы. Среди антропогенных экологических факторов особое значение приобретают металлополлютанты. Загрязнение почв тяжелыми металлами промышленных городов с развитой сетью транспортных магистралей происходит в результате трех основных процессов эмиссии поллютантов: нерегламентированного сброса твердых отходов производства; жидкого стока с растворенными и взвешенными токсическими соединениями и посредством атмосферной эмиссии. Второй и третий путь загрязнения экологически наиболее опасный [1, 8, 14].

В естественном виде металлы встречаются в природе, присутствуя в горных породах, почве, растениях и животных. Они могут быть также связаны в молекулах органических или неорганических веществ, сорбированы на воздушной пыли. В специальной научной литературе существует термин «тяжелые металлы», это группа химических элементов, имеющих плотность более 5 г/см³. Необходимыми для человеческого организма являются такие тяжелые металлы, как медь, цинк, молибден, кобальт, марганец, железо [1, 2, 20].

К наиболее токсичным тяжелым металлам относят ртуть, кадмий, свинец, таллий. Вместе с тем, они считаются наиболее вероятными и опасными загрязнителями окружающей среды, так как широко используются в промышленности и на транспорте [2, 3, 8].

Известно, что ртуть вызывает нейротоксическое действие на головной мозг и особенно мозг плода и новорожденного. Основные источники ртути — это сжигание ископаемого топлива, отходов, а также хлорщелочная промышленность и цветная металлургия.

Кадмий токсичен для большинства форм жизни. Поступает в организмы с водой, пищей, из воздуха; накапливаясь в растениях, особенно грибах, в организмах животных. Большие дозы кадмия приводят к повреждению почек и нарушают обмен кальция и витамина D, вызывая декальцификацию скелета. Из организма кадмий выводится очень медленно, период полураспада составляет десятки лет. Крупными источниками являются: сжигание ископаемого топлива, отходов, производство красителей, металлических покрытий, батарей электрических элементов, электронная промышленность, химические удобрения [1, 3].

Большое внимание в настоящее время уделяется изучению воздействия свинца на организм человека и путям его проникновения. Свинец накапливается в печени, почках, селезенке и скелете. При поступлении в костный скелет для выведения его потребуется до 20 лет. Свинец повреждает центральную нервную систему, желудочно-кишечный тракт, повреждает эритроциты, вызывая анемию. Свинец способен проникать через плаценту, повреждая развивающийся плод. Основной источник — этили-

рованный бензин, горнодобывающая и металлургическая промышленность, боеприпасы и сжигание мусора [1, 6, 9, 19, 20].

Если усвоение металла больше, чем способность организма выводить его, то металл аккумулирует в органах. Накопление происходит в течение всей жизни организма и является основной причиной хронической токсичности. Известно, что металлы накапливаются в белковых тканях и костях, а не жирах, как органические токсиканты [1, 20].

В отличие от природных биогеохимических систем, где влияние на человека ограничено кругом распространенных микроэлементов, осуществляется через пищевую цепь, то для городов, где широко распространены тяжелые металлы, преимущественно ингаляционный путь поступления [3, 11].

Антропогенные процессы, определяющие экологию городов, сопровождаются комплексной полиэлементной химизацией и металлизацией. Выбросы отходов содержащих тяжелые металлы в атмосферу приводят к формированию загрязненных потоков, которые выпадают на земную поверхность. Поверхностный сток с почв приводит к смыву загрязнений и включению их в водно-миграционную цепь. Почва, которая находится на пересечении всех транспортных путей миграции ксенобиотиков, — наиболее чувствительный индикатор геохимической обстановки в регионе [3, 14].

Влияние антропогенных факторов на организм зависит не только от количества, но и от трансформации химических веществ в атмосферном воздухе под воздействием температуры, влажности, ультрафиолетового излучения, озона и других факторов [5, 16, 19].

Опасное воздействие тяжелых металлов из окружающей среды проявляется прежде всего на детях. Это связано с рядом физиологических особенностей детского организма: незрелостью ферментных систем, низкой величиной клубочковой фильтрации почек, повышенной проницаемостью кожи, слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей, гематоэнцефалического барьера, низкой кислотностью желудочного сока, незрелостью системного и местного иммунитета [5, 12, 19].

Загрязнение окружающей среды достигло к настоящему времени существенных, а в некоторых регионах страны катастрофических размеров. Международный регистр содержит уже сотни потенциально токсических и экологически вредных веществ, оказывающих сенсибилизирующее, токсическое, раздражающее, имму-

нопатологическое, тератогенное и мутагенное действие [11, 13, 21].

Многие исследования, изучающие влияние загрязнения почвы и воздуха тяжелыми металлами на здоровье детей, показали, что общая заболеваемость в 1,5–5,3% выше, чем в относительно чистых районах. В структуре заболеваемости детей преобладают болезни органов дыхания, нервной системы, органов чувств, аллергические и инфекционные заболевания. Широко распространены заболевания ЛОР-органов, эндокринные нарушения, болезни желудочно-кишечного тракта, карисес [7, 12, 19].

Архангельская область относится к регионам с неудовлетворительным качеством питьевой воды, где 15% проб не соответствуют гигиеническим нормам и микробиологическим показателям, до 10% проб пищевых продуктов содержат токсические элементы, антибиотики, микотоксины, нитрозамины [6]. Город Архангельск также вошел в список 40 городов бывшего СССР с наибольшим уровнем загрязнения воздушного бассейна [4].

Основными источниками загрязнения в городе являются целлюлозно-бумажные комбинаты, лесопильно-деревообрабатывающие предприятия, гидролизный завод, предприятия теплоэнергетики и автотранспорта [18].

Ежегодно увеличиваются выбросы свинца и его неорганических соединений, метилмеркаптана, сероводорода, диоксида серы, оксида углерода и др. Выбросы загрязняющих веществ в г. Архангельске в 2000 году увеличилось более чем на 3,3 тыс. тонн, чем в 1999 году [18].

По данным исследований проб почвы на содержание тяжелых металлов, проведенных Институтом экологических проблем Севера УРО РАН, установлено загрязнение почв сельскохозяйственных, лесных угодий и населенных пунктов в различных концентрациях на территории Архангельской области. Вместе с тем, в основном результаты анализа исследованных проб почвы свидетельствуют о том, что в основном содержание тяжелых металлов в указанных выше почвах не превышает ПДК. Установлено, что более сильному техногенному воздействию подвержена почва населенных пунктов, особенно в местах расположения промышленных и транспортных узлов [17].

Нами проведено изучение 2609 школьников г. Архангельска в возрасте от 10 до 17 лет в целях изучения особенностей в физическом и половом развитии у девочек в зависимости от наличия металлополлютантов в почве.

В зависимости от района места жительства по наличию металлополлютантов в почве обследуемые были разделены на 2 группы:

1) без загрязнения почвы (1-я группа) проживали 727 (27,9%) девочек-подростков;

2) с загрязнением (2-я группа) — 1882 (72,1%).

На территории г. Архангельска проведено 917 проб почв (0–5 см), по сети 200 × 200 метров с некоторым сгущением в потенциально загрязненных участках. Все пробы проанализированы в аналитическом центре Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (Москва) полуколичественным спектральным методом на 40 элементов.

Для г. Архангельска основными металлополлютантами явились *Pb, Zn, Ag, Ba, Ni*; подчиненными — *Sc, Sn, Cu, Co, W, Sr, Mo*. Токсичными для г. Архангельска определены почвенные субстраты, включающие *Ag, Pb, Cu, Ni, Sc, Cr, Co, Ba*.

Городу Архангельску соответствовало 9 ассоциаций (типов) загрязнений почвы тяжелыми металлами. В соответствии с этим городу соответствовало 84 основных очага загрязнения почвенных субстратов по типам экогеохимических ассоциаций.

Нами проведено изучение физического и полового развития у 2609 школьников г. Архангельска, в возрасте от 10 до 17 лет. В зависимости от района места жительства по наличию металлополлютантов в почве обследуемые были разделены на две группы:

1) без загрязнения почвы (1-я группа) проживали 727 (27,9%) девочек-подростков;

2) с загрязнением (2-я группа) — 1882 (72,1%).

При сравнительном изучении физического и полового развития девочек и девушек в зависимости от района места жительства, проживающих без загрязнения и в условиях загрязнения почвы металлополлютантами выявлены их некоторые особенности. Так, масса тела у девочек и девушек в возрасте от 10 до 11 лет и от 14 до 16 лет, проживающих в районах с загрязнением почвы металлополлютантами, была больше, чем в экологически благополучных условия проживания (табл. 1). В данной группе максимальное увеличение массы тела школьниц соответствовало активному приросту длины тела в возрасте 10–14 лет, тогда как в 1-й группе увеличения массы тела происходило за счет двух скачков в 10–12 и 16–17 лет.

Динамика длины тела школьниц с 10 до 17 лет, проживающих в различных районах, представлена в табл. 2. Девочки из экологически неблагополучных районов были выше сверстниц 1-й группы сравнения на 5–7 см в возрасте 10 лет ($p < 0,01$), а у 12 и 13-летних школьниц выявлено отставание в росте ($p < 0,001$). После 14 лет межгрупповых отличий длины тела среди девочек и девушек не выявлено.

Окружность грудной клетки (ОГК) у девочек, проживающих в районах с загрязнением почвы, развивалась равномерно без выраженных скачков, но к окончанию полового развития данный показатель был меньше, чем у девушек из районов без загрязнения почвы (табл. 3). Девочки, проживающие в районах загрязнения почвы, имели ОГК меньше (за исключением 11 лет), чем в 1-й группе, значимые показатели регистрировались в 12 и 13 лет ($p < 0,001–0,05$).

Таблица 1

Масса тела (кг) девочек и девушек в зависимости от района проживания ($M \pm m$)

Возраст, лет	Средние значения	Без загрязнения, 1-я группа	С загрязнением почвы, 2-я группа	P
10	33,9 ± 0,6	31,3 ± 0,6	34,8 ± 0,8	$P_{2-3} < 0,01$ $P_{1-2} < 0,01$
11	38,2 ± 0,4	37,2 ± 0,8	38,6 ± 0,5	
12	43,2 ± 0,5	45,2 ± 0,9	42,1 ± 0,6	$P_{2-3} < 0,01$
13	47,0 ± 0,4	47,3 ± 0,7	46,9 ± 0,4	
14	51,2 ± 0,3	49,9 ± 0,6	51,6 ± 0,4	$P_{2-3} < 0,05$
15	53,4 ± 0,4	52,7 ± 0,6	53,6 ± 0,5	
16	54,6 ± 0,4	53,2 ± 0,8	55,1 ± 0,5	$P_{2-3} < 0,05$
17	56,4 ± 0,6	57,9 ± 1,4	55,9 ± 0,6	

* — P только для достоверных различий:

P_{1-2} — достоверность различий между средними значениями и 1-й группой;

P_{1-3} — достоверность различий между средними значениями и 2-й группой;

P_{2-3} — достоверность различий между 1-й и 2-й группами.

Таблица 2

Длина тела (см) девочек и девушек в зависимости от района проживания ($M \pm m$)

Возраст, лет	Средние значения	Без загрязнения, 1-я группа	С загрязнением почвы, 2-я группа	P
10	33,9 ± 0,6	31,3 ± 0,6	34,8 ± 0,8	P ₂₋₃ < 0,01 P ₁₋₂ < 0,01
11	38,2 ± 0,4	37,2 ± 0,8	38,6 ± 0,5	
12	43,2 ± 0,5	45,2 ± 0,9	42,1 ± 0,6	P ₂₋₃ < 0,01
13	47,0 ± 0,4	47,3 ± 0,7	46,9 ± 0,4	
14	51,2 ± 0,3	49,9 ± 0,6	51,6 ± 0,4	P ₂₋₃ < 0,05
15	53,4 ± 0,4	52,7 ± 0,6	53,6 ± 0,5	
16	54,6 ± 0,4	53,2 ± 0,8	55,1 ± 0,5	P ₂₋₃ < 0,05
17	56,4 ± 0,6	57,9 ± 1,4	55,9 ± 0,6	

Таблица 3

Окружность грудной клетки (см) девочек и девушек в зависимости от района проживания ($M \pm m$)

Возраст, лет	Средние значения	Без загрязнения, 1-я группа	С загрязнением почвы, 2-я группа	P
	1			
10	64,2 ± 0,5	64,5 ± 0,8	64,1 ± 0,7	
11	66,1 ± 0,3	64,9 ± 0,4	66,6 ± 0,3	P ₂₋₃ < 0,01 P ₁₋₃ < 0,05
12	69,0 ± 0,3	70,7 ± 0,5	68,1 ± 0,4	P ₂₋₃ < 0,001 P ₁₋₃ < 0,01
13	71,5 ± 0,2	72,2 ± 0,3	71,3 ± 0,2	P ₂₋₃ < 0,05
14	73,5 ± 0,2	73,2 ± 0,3	73,6 ± 0,2	
15	75,9 ± 0,2	76,3 ± 0,4	75,8 ± 0,2	
16	77,4 ± 0,2	77,6 ± 0,3	77,3 ± 0,3	
17	77,7 ± 0,2	78,4 ± 0,5	77,5 ± 0,3	

Поперечные размеры таза у школьниц, проживающих в районах с загрязнением почвы металлоплютантами, в большинстве случаев были больше, по сравнению с другой группой ($p < 0,001$). К окончанию периода полового созревания у девушек обеих групп поперечные размеры таза приближались к величинам взрослой женщины. Прямые размеры не имели достоверных межгрупповых различий и не заканчивали своего развития к 17 годам.

У девочек из районов с загрязнением почвы чаще регистрировалось отставание в развитии молочных желез соответственно возрасту. Вместе с тем, начальные стадии пубархе и аксилархе у девочек этой группы регистрировались, начиная с 10 лет, что на год раньше, чем у девочек, проживающих в районах без загрязнения почвы.

В возрасте 10 лет в обеих группах девочек менархе отсутствовали. Достоверные отличия установления менархе выявлены только в 11 лет, когда девушки, проживающие в районах с загрязнением почвы, уже имели 1 и 2 стадии формирования менструального цикла ($p < 0,05$).

Таким образом, у девушек и девочек, проживающих на территориях загрязненных солями тяжелых металлов, формируется тенденция к интерсексуальному типу телосложения, что проявляется в увеличении ширины плеч, длины рук, уменьшением поперечных размеров таза. Развитие вторичных половых признаков сопровождается задержкой в развитии молочных желез, подмышечного оволосения и наступления менархе. Проживание девочек и девушек в районах, где определяется повышенное содержание тяжелых

металлов в почве, следует относить к неблагоприятным факторам, с возможным влиянием на физическое и половое развитие.

Регистрация загрязнения почв тяжелыми металлами г. Архангельска свидетельствует о необходимости проведения лабораторного мониторинга проб почвы в местах транспортных узлов и промышленных предприятий, являющихся основными источниками загрязнения окружающей среды металлополлютантами.

Литература

1. Авцин А.П., Жворонков А.А., Рим М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. — М.; Медицина, 1991. — 496 с.
2. Агаджанян Н.А. Экология и здоровье человека // Вестников мед. технологий. — 1996. — Т. 3, № 2. — С. 52–56.
3. Бабенко О.В., Агалов В.И., Авхименко М.М. Экстремальное химическое воздействие соединениями тяжелых металлов: первыми страдают дети // Мед. помощь. — 2000. — № 6. — С. 35–39.
4. Борисов Б.М., Примаков В.И., Мартирова Т.А. Экологические подходы в оценке состояния здоровья подростков // Военно-мед. журн. — 1996. — № 2. — С. 51–55.
5. Вельтищев Ю.Е. Экологически детерминированная патология детского возраста // Рос. вестник перинатологии и педиатрии. — 1996. — № 2. — С. 5–12.
6. Герасименко Т.И., Домнин С.Г., Рослый О.Ф., Федорук А.А. Оценка комбинированного действия бинарных смесей свинец-медь и свинец-цинк // Медицина труда и промышленная экология. — 2000. — № 8. — С. 36–39.
7. Демин В.Ф., Ключников С.О., Покидкина Г.Н. Значение неблагоприятных экологических факторов в формировании детской патологии // Педиатрия. — 1995. — № 3. — С. 98–102.
8. Длин В.В., Османов И.М. Роль тяжелых металлов в формировании заболеваний у детей // Рос. мед. журн. — 1997. — № 6. — С. 48–51.
9. Дубровский В.А. и др. Влияние некоторых загрязнений атмосферного воздуха на заболеваемость органов дыхания детей // Здравоохран. Рос. Фед. — 1996. — № 3. — С. 35–38.
10. Кучма В.Р., Минибаев Т.Ш., Башкирова М.А. и др. Динамические наблюдения за состоянием здоровья детей в городе с развитой химической промышленностью // Гиг. и сан. — 1994. — № 2. — С. 37–40.
11. Машаева Л.Л. Экологические факторы и беременность // Вест. акуш.-гин. — 1994. — № 4. — С. 3–9.
12. Нарзулаев С.Б., Филиппов Г.П., Савченков М.Ф., Рихванов Л.П. Связь загрязнения почв тяжелыми металлами и здоровья детей Томска // Гиг. и сан. — 1995. — № 4. — С. 16–19.
13. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологической обстановке в России // Гиг. и сан. — 1997. — № 6. — С. 4–10.
14. Петров Е.Ю., Зорин А.Д., Минеев Б.А. и др. Анализ причин загрязнения тяжелыми металлами атмосферного воздуха г. Костово Нижегородской области // Гиг. и сан. — 1999. — № 5. — С. 12–15.
15. Рослый О.Ф., Домнин С.Г., Герасименко Т.И., Федорук А.А. Особенности комбинированного действия свинца, меди и цинка // Медицина труда и промышленная экология. — 2000. — № 10. — С. 28–30.
16. Сидоренко Г.И., Новиков С.М. Экология человека и гигиена окружающей среды на пороге XXI века // Гиг. и сан. — 1999. — № 5. — С. 3–6.
17. Соколова Л.А. Здоровье населения Европейского Севера России на рубеже XXI века, 2002. — Архангельск: Изд. Центр. СГМУ. — С. 75–77.
18. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области в 2000 году. Доклад. — 2001. — 195 с.
19. Филатов Н.Н., Аксенова О.И., Волкова И.Ф. и др. Нjm отдельных факторов среды обитания в изменении здоровья детского и подросткового населения Москвы // Здравоохран. Рос. Фед. — 1998. — № 5. — С. 27–29.
20. Aggett P.J. Physiology and metabolism of essential trace elements: An out line // Clin. Endocr. Metab. — 1985. — Vol. 14, N 3. — P. 513–543.
21. Immunotoxicology / Ed Derlin A. — New York, 1987.

MEDICO-ECOLOGICAL ASPECTS OF PHYSICAL AND SEXUAL DEVELOPMENT OF THE ADOLESCENT GIRLS

Baranov A.N., Lebedeva T.B.

■ **Summary:** It has been established that ecologic factors could badly influence on the development of the reproductive system. Among anthropogenic ecologic factors, metal pollutants are of special interest.

In our survey, we have revealed that adolescent girls, living in the territories polluted by the salts of heavy metals, tend to have intersexual type of body build, which has manifested in enlarged shoulder width, enlarged length of the arms and decreased transverse pelvic distances. The development of the secondary sexual signs was accompanied by the retardation in development of mammas, arm-pits pilosis and onset of the first menstrual period. The fact that adolescent girls live in the areas with elevated soil concentration of the salts of heavy metals should be considered as unfavorable, with feasible influence on the physical and sexual development.

■ **Key words:** metal pollutants; reproductive system; ecologic factors; physical and sexual development