УДК 616.594.1-053.2:621.311:669.018.674

В.М. Куляс,
О.Б. Єрмаченко,
В.В. Жданов,
І.Б. Пономарьова,
Д.Р. Садеков,
В.С. Котов,
О.А. Дмитренко

Донецький національний медичний університет ім. М. Горького
кафедра гігієни ФІПО

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИКИДІВ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ВМІСТ МЕТАЛІВ У ВОЛОССІ ДІТЕЙ

Ключові слова: *навколишнє середовище, важкі метали, волосся, дитяче населення*
Key words: *environment, heavy metals, hair, children's population*

Резюме. *Проведены исследования по изучению распространения вредных выбросов в воздушном бассейне в районе размещения Луганской ТЭС. Установлено, что более 50 % компонентов в выбросах приходится на взвешенные вещества, в состав которых входит значительное количество металлов. Определены количественные зависимости между содержанием металлов в атмосферном воздухе и волосах детей, что подтверждается коэффициентами корреляции. Полученные результаты исследований будут использованы для моделирования и прогнозирования возможных рисков влияния на здоровье детских контингентов.*
Summary. *Researches on the study of distribution of the harmful emissions into to the air in the district of Lugansk PES placing are conducted. It is set, that more than 50 % of components in the emissions compose suspended substances in the content of which there is a great number of metals. Quantitative dependences between content of metals in atmospheric air and in the hair of children are definited; this is confirmed by the correlation coefficients. The obtained results will be used for modeling and prediction of possible risks of impact on the health of children's contingents.*

Отримання електроенергії пов'язано з процесами дезінтеграції і спалювання твердого палива – вугілля, що сприяє значному забрудненню атмосферного повітря населених пунктів пилом возгоночного характеру. Іншою особливістю даного пилу є вміст в ньому великої кількості металів, у тому числі і важких.

У міському пилу можуть виявлятися різні елементи: кремній, алюміній, залізо, титан, кальцій, барій, натрій, свинець, цинк, мідь, ванадій, марганець, нікель, олово, стронцій, бор, хром, вісмут, кобальт та ін. [3]. Присутність у пилу домішок у вигляді як заліза і алюмінію, так і лужних елементів, змінює його властивості, наприклад, зменшує фіброгенність.

У промислових викидах теплоелектростанцій міститься понад 60 металів. Основну кількість забруднювачів, що надходять в атмосферу при спалюванні вугілля, складають тверді частки – оксид сірки і оксиди азоту.

Кількість хімічних елементів залежить від їх вмісту у вихідній сировині, а також від ступеня сорбції золою і шлаком. Ступінь переходу, наприклад, фтору і ртуті в повітря у процесі горіння досягає 80-90 % від їх вмісту в паливі. Ступінь переходу в повітря летючих форм свинцю, кадмію і хлору перевищує 50 %. Для миш'яку і нікелю ця величина становить близько 20 %.

Динаміка здоров'я дітей – один із найчутливіших показників, що відбиває зміни якості навколишнього середовища. Із збільшенням рівня забруднення селітебних зон спостерігається підвищення як загальної захворюваності, так і захворюваності дітей на хвороби органів дихання, серцево-судинної і нервової систем, шкіри, порушення статевого розвитку [1,9,11].

У літературі наводяться численні дослідження концентрації важких металів у біосубстратах дітей [10]. Відзначається підвищення у дітей, які проживають поблизу техногенних центрів, концентрації деяких із них [2,5,7]. Важкі метали, що входять до складу міського пилу, можуть бути причиною зниження імунітету дитячого населення.

Мета дослідження – встановити закономірності розповсюдження забруднень теплоелектростанцій в атмосферному повітрі і визначити рівні накопичення металів у волоссі дітей.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінка стану повітряного середовища проводилася по кількісному вмісту витаючого пилу відповідно до рекомендацій, висловлених у РД 52.04.186-89. Проби відбиралися на віддаленні

3,0; 5,0 і 10,0 км від Луганської ТЕС. Визначення металів в атмосферному повітрі виконано із застосуванням атомно- абсорбційної спектрофотометрії [6].

Визначення металів в індикаторних середовищах дозволяє не тільки встановити кількісні зв'язки між рівнями забруднення навколишнього середовища металами і їх вмістом в організмі, але й створити математичні моделі прогнозу для різних ситуацій. Визначення вмісту металів у волоссі дітей, що проживають у зоні впливу теплоелектростанції (ТЕС), проводили відповідно до методичних вказівок [4].

Обстежено 202 дитини у віці 4 – 6 років, відвідуючих дитячі дошкільні установи в м. Щастя, розташовані на відстані до 3,0 км (І група - 118 осіб) і на віддаленні від 3,0 до 10,0 км (ІІ група -84 осіб) від ТЕС. Контрольна група (92 особи) складалася з дітей того ж віку, що проживають у населеному пункті, де немає джерел забруднення атмосферного повітря.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На підставі детального вивчення Луганської теплоелектростанції (ТЕС) нами було встановлено, що в повітряний басейн надходить велика кількість зважених речовин у вигляді пилу вугільної золи, до складу якого входять метали, у тому числі і важкі.

Питома вага твердих речовин у загальному обсязі викидів Луганської ТЕС в атмосферу становить 61023,01 - 76895,57 т/год. Пил вугільної золи містить такі метали, як кадмій, хром, мідь, марганець, нікель, свинець, цинк та ін.

Аналіз стану повітряного басейну в районі розміщення великої теплоелектростанції показав, що рівень забруднення пилом вугільної золи на віддаленні 3,0 км складав 1,063 мг/м^3, що в 2,1 разу перевищує максимально разову ГДК, і на віддаленні до 10,0 км – 0,786 мг/м^3 (в 1,7 разу). Середньодобові концентрації на цих же видаленнях від джерела викиду визначалися в межах 0,84 мг/м^3 і 0,58 мг/м^3, що в 5,6 і 3,9 разу вище ГДКс.с. (табл. 1).

Таблиця 1

Середньорічні концентрації шкідливих речовин у повітряному басейні м.Щастя за показниками стаціонарних постів (мг/м^3)

Відстань від джерела (км)	Перевищення ГДК (%)	M±m	ΣПЗ (%)	Індекс небезпеки
≤ 30,0	32,0	0,84±0,009	560	5,6
3,0 - 10,0	29,5	0,58±0,008	386	3,9

Відсоток позитивних проб пилу на віддаленні до 3,0 км досягав 32,0 % і на відстані від 3,0 до 10,0 км – 29,5 %.

Високий рівень вмісту проб пилу, що перевищують ГДК, у другій зоні, імовірно, зумовлений, перш за все, висотою викиду шкідливих речовин в атмосферу (3,0 км) і особливостями розповсюдження забруднювачів на території населеного пункту.

Основний внесок у формування сумарного числа несприятливих результатів (понад 50 %) вносять зважені речовини [9]. Важливе гігієнічне значення має фракційний склад пилових часток, присутніх в атмосферному повітрі, оскільки він багато в чому визначає біологічну дію на організм людини. Аналіз зразків вугільного пилу золи, відібраної в районі впливу викидів Луганської ТЕС, показав, що дисперсійний склад пилу був поліморфним (табл. 2).

Таблиця 2

Відстань від джерела (км)	Діаметр пилових частинок %		
	до 2 мкм	2 - 5 мкм	>5 мкм
0,5 - 1,0	57,6	28,3	14,2
1,0 - 3,0	65,2	23,8	11,0
3,0 - 10,0	72,6	18,4	9,0

Як видно з таблиці 2, розміри часток вугільної золи мали виражену динаміку зменшення в розмірах із збільшенням відстані від джерела викиду. На віддаленні 10,0 км кількість пилових часток з розміром до 2,0 мкм зросла до 72,6 %, тоді як на межі санітарної зони вона складала 57,6 %.

З урахуванням того, що пил вугільної золи

містить метали в значних кількостях, нами був вивчений їх вміст у повітряному басейні м. Щастя (табл. 3). Відзначено, що найвищі концентрації металів були характерні для нікелю і марганцю, при цьому перевищення середньорічної ГДК для нікелю, марганцю і хрому складало відповідно 2,7; 2,1 і 1,8 разу. Практично для всіх речовин, що вивчалися, також спостерігалось перевищення гігієнічних нормативів.

Таблиця 3

Середньорічні рівні вмісту металів в атмосферному повітрі м.Щастя (мг/м^3)

Найменування металів	Кількість проб	Межі коливань концентрацій	M±m	Кратність перевищення середньодобової ПДК
Кадмій	120	0,0007-0,0001	0,00045±0,00005	1,5
Хром	120	0,04-0,015	0,018±0,0002	1,8
Мідь	120	0,0048-0,001	0,003±0,000013	1,5
Марганець	120	0,0035-0,0009	0,0021±0,00002	2,1
Нікель	120	0,0032-0,00085	0,0027±0,00001	2,7
Свинець	120	0,00045-0,00025	0,00039±0,000001	1,3
Цинк	120	0,09-0,01	0,072±0,0007	1,4

Техногенне забруднення навколишнього середовища призводить до надмірного надходження хімічних елементів в організм людини, що може впливати на розвиток екологозалежних захворювань.

Показано, що мікроелементний склад волосся об'єктивно відображає ступінь накопичення хімічних елементів в організмі людини [10,11]. Встановлено, що середні рівні накопичення важких металів у волоссі дітей контрольної групи співпадали з рівнями рекомендованих фізіологічних норм [8]. З наближенням до ТЕС більш ніж у 2 рази зріс вміст у волоссі дітей кадмію, міді, марганцю, свинцю і цинку, і більш ніж у 10 разів збільшилася концентрація нікелю. Виняток становили лише рівні хрому, які істотно не відрізнялися в порівнюваних групах (табл. 4).

Таблиця 4

Показники вмісту металів у волоссі дітей різних груп (M±m)

Найменування металів	Вміст металів у волоссі, мкг/г		
	I група	II група	контроль
Cd	0,80±0,12**	0,52±0,04*	0,18±0,03
Cr	0,89±0,14	0,63±0,05	0,60±0,05
Cu	9,17±0,77*	10,40±0,65*	3,75±0,39
Mn	1,37±0,18*	1,25±0,15*	0,40±0,04
Ni	3,98±0,42**#	1,04±0,08*	0,35±0,04
Pb	1,49±0,17*#	0,69±0,12	0,48±0,09
Zn	235,87±29,14*	200,26±26,40*	109,0±9,25

Примітка: достовірність відмінностей щодо контролю: * - p<0,05; ** - p<0,01; достовірність відмінностей між основними групами: # - p<0,05; ## - p<0,01

При порівнянні складу важких металів у волоссі дітей різних груп із контрольною групою визначалося достовірне збільшення в I групі концентрацій: кадмію в 4,4 разу ($p < 0,01$), міді в 2,4 разу ($p < 0,05$), марганцю в 3,4 разу ($p < 0,05$), нікелю в 11,4 разу ($p < 0,01$) і цинку в 2,2 разу ($p < 0,05$). Вміст свинцю перевищував контрольне значення в 3,1 разу ($p < 0,05$) і в 2,2 разу ($p < 0,05$) аналогічний показник в II групі. Рівень цих металів у волоссі дітей II групи порівняно з контролем був також достовірно вищим: кадмію в 2,9 разу, ($p < 0,05$), міді в 2,8 разу ($p < 0,05$), марганцю в 3,1 разу ($p < 0,05$), нікелю в 3 рази і цинку в 1,8 разу.

Таким чином, найбільше у волоссі дітей, що проживають в зоні впливу викидів ТЕС, накопичуються нікель, кадмій, марганець і свинець. Середні концентрації цих металів у дітей, що

проживають в м. Щастя, перевищують рекомендовані норми, що може бути підтвердженням їх техногенного походження і викликати зміни адаптаційних процесів в організмі.

Проведений кореляційний аналіз взаємозв'язку між вмістом важких металів у волоссі і їх концентрацією в атмосферному повітрі підтверджує наявність прямого сильного зв'язку концентрації цинку (r = 0,76) і прямої середньої кореляційної залежності рівнів хрому (r = 0,69), марганцю (r = 0,62), кадмію (r = 0,55), міді (r = 0,48), нікелю (r = 0,36) і свинцю (r = 0,30) від ступеня наближення до ТЕС у всіх групах дітей (табл. 5).

Таблиця 5

Показники кореляційної залежності між вмістом металів у волоссі дітей і їх кількістю в повітряному басейні м. Щастя

Метали	Коефіцієнти кореляції (r)		
	I група	II група	контроль
Cd	0,55	0,50	0,33
Cr	0,69	0,63	0,25
Cu	0,48	0,50	0,36
Mn	0,62	0,62	0,21
Ni	0,36	0,32	-0,31
Pb	0,30	-0,38	-0,20
Zn	0,76	0,70	0,30

Таким чином, підвищений вміст металів у волоссі дітей, що проживають в зоні впливу викидів Луганської ТЕС, вказує на їх техногенне походження. Встановлена залежність між концентраціями металів в атмосферному повітрі і вмістом їх у волоссі дітей. Із збільшенням відстані від джерела атмосферного забруднення концентрації металів у волоссі дітей знижувалися, проте при цьому їх рівень залишався достатньо високим і перевищував контрольні показники. Можна стверджувати, що діти, які проживають у зоні впливу викидів теплоелектростанції, отримують додаткове техногенне навантаження і становлять групу підвищеного ризику розвитку екологозалежних захворювань. Отримані дані свідчать про необхідність проведення профілактичних заходів у дитячих колективах, що розташовані на забруднених територіях, направлених на підвищення адаптаційних можливостей організму.

ВИСНОВКИ

1. Сучасні теплоелектростанції залишаються значними джерелами забруднення повітряного басейну населених пунктів твердими і газоподібними речовинами в кількостях від 130000,0 до 167000,0 т/рік.
2. При спалюванні вугілля в атмосферу надходить пил комплексного хімічного складу, одними з компонентів якого є метали. Вміст металів перевищує встановлені нормативи в 1,1 - 2,7 разу.
3. Мешкання дітей в умовах викидів Луганської ТЕС призводить до накопичення металів у волоссі в концентраціях, які значно перевищують контрольні показники.
4. Отримані результати можуть бути використані для розробки профілактичних заходів, направлених на запобігання негативній дії викидів теплоелектростанції на здоров'я дітей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Больбот Ю.К., Бордій Т.А., Ковтуненко Р.В. Роль накопичення важких металів в генезі рецидивуючого бронхіту у дітей // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2002. – № 3. – С. 10.
2. Бурак И.И., Радишевич А.А., Садиков Б.М. Состояние здоровья дошкольных учреждений промышленного города в зависимости от сферы обитания // Современная паразитология: проблемы и перспективы. – Витебск, 1999. – С. 22-27.
3. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публ. ВОЗ, Европ. Серия, № 85. – Копенгаген: 2001. – 293с.
4. Определение химических соединений в биологических средах. Методы контроля. Химические факторы: Сборник методических указаний МУК 4.1.763 – 4.1.779 – 99. – М., 2000.
5. Ревич Б.А., Быков А.А., Ляпунов С.М. Свинец и здоровье детей – опыт изучения воздействия свинца на здоровье детей в некоторых городах России // 1-й съезд токсикологов России: сб.тез.докладов.–М., 1999.-С.97.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД № 52.04.186-89.
7. Собирова З.Ф. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха и здоровье детского населения // Гигиена и санитария. – 2001. – № 2. – С. 9-11.
8. Содержание микро- и макроэлементов в волосах здоровых людей / С.В. Синяченко, Е.П. Стефаненко, В.Н. Петрова и др. // Вестник гигиены и эпидемиологии.– 2007. – Т.11, № 1. – С. 120-126.
9. Тіщенко В.А. Сучасні проблеми фармакотерапії новонароджених дітей // ПАГ. – 2002. – № 2. – С. 47.
10. Черняева Т.К. Содержание тяжелых металлов в волосах детей в промышленном городе // Гигиена и санитария. – 1997. – № 3. – С. 26-28.
11. Counter S.A. Elevated blood mercury and neuro-otological observations in children of the Ecuadorian gold mines // J.Toxicol Environ Health. – 2002. – Vol. 65, N 2. – P. 149 - 163.