

Марушко Ю.В.,
Таринська О.Л.,
Олефір Т.І.,
Фус С.В.

КАДМІЙ: НАКОПИЧЕННЯ ТА ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ДИТИНИ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця (м.Київ)

Резюме. При обстеженні 282 школярів встановлено, що серед токсичних металів у волоссі дітей, що мешкають в сучасному мегаполісі, переважає накопичення кадмію. Пасивне паління може бути однією з причин поступлення кадмію в організм дитини. У дітей з підвищенням вмісту кадмію у волоссі визначені більш виражені зниження рівня есенціальних елементів – цинку, селену, заліза, хрому, марганцю. В таких умовах ускладнюються обмінні процеси, що в подальшому призводить до формування хронічної патології.
Ключові слова: кадмій, мікроелементи, волосся, пасивне тютюнопаління

Вступ

За даними літератури та особистими спостереженнями у дітей сучасного мегаполісу спостерігається перевищення в організмі біологічно допустимих рівнів ряду токсичних металів, серед яких вагоме місце займає накопичення кадмію [5,7,14].

Відомо, що кадмій не є життєво необхідним хімічним елементом для організму людини. Цей елемент практично відсутній в організмі новонароджених, з віком акумулюється організмом і до 50 років його загальний вміст може досягати 20–30 мг [8]. За середнім вмістом в організмі тварин і людини кадмій відносять до мікроелементів. В природі кадмій присутній в ґрунті, рудах, морській воді, в атмосфері поступає в результаті вулканічних вивержень і вивільнення з рослин [1,3]. Суттєве джерело забруднення навколишнього середовища кадмієм – це видобуток і металургія цинку, електронна промисловість, виробництво фарб, електротехнічна промисловість та суперфосфатні добрива [1]. З розвитком сучасних технологій антропогенний вклад поступлення кадмію в атмосферу від сталеливарних заводів та заводів від спалювання відходів в 3 рази перевищує поступлення природними шляхами [8]. Кадмій відносять до токсикантів з високою здатністю акумулюватися в тканинах і органах.

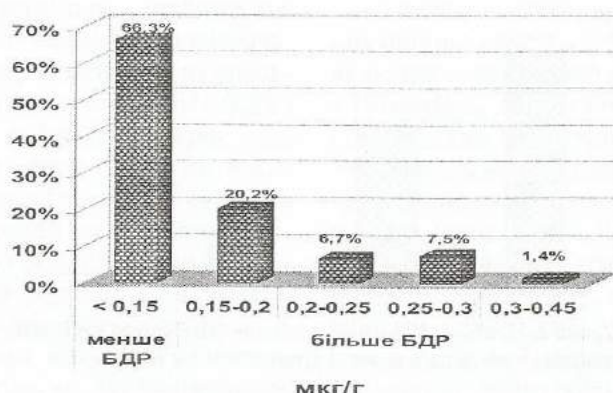
В організм людини кадмій поступає через шлунково-кишковий тракт (за добу в середньому 20–50 мкг з харчовими продуктами та 0,1 мкг з питною водою) і дихальні шляхи (0,02 мкг) [8]. Вміст кадмію в харчових продуктах підвищується при використанні в сільському господарстві добрив та стічних вод, забруднених цим металом. Забрудненню їжі

кадмієм сприяє використання ядохімікатів, що містять цей метал, посуду з полівілхлориду, стабілізованого кадмійорганічними сполуками, посуду, покритого емаллями і пігментами, в яких присутній кадмій, пакувальні матеріали на основі целюлози [9,10].

Особливістю біологічної дії кадмію є його здатність негативно впливати на здоров'я людини при тривалому впливі низьких рівнів забруднення у зв'язку з високим коефіцієнтом біологічної кумуляції (до 40 років). Відомо, що кадмій може в значній мірі змінювати метаболізм і функції таких есенціальних елементів, як цинк, залізо, мідь, марганець, кальцій, селен [2,13].

Кадмій відносять до імунотоксичних елементів. При хронічному кадміозі уражаються сечостатева, бронхолегенева системи, розвивається анемія, зв'язана зі зниженням всмоктування заліза в кишківнику і лізисом еритроцитів, підвищується артеріальний тиск, порушується сперматогенез. Токсичний вплив кадмію менш виражений, ніж у інших елементів у зв'язку з частковим зв'язуванням його білком металотіонеїном.

Адекватна оцінка забезпеченості мікроелементами і рівня навантаження токсичними елементами потребує застосування сучасних ефективних аналітичних методів, які можуть бути використані для масових обстеженнях населення [13]. Порівняно з аналізом крові або сечі елементний аналіз волосся має ряд переваг, серед яких відносно високий вміст хімічних елементів в волоссі, неінвазивність відбору проб, переваги при транспортуванні та зберіганні. Вміст мікроелементів в волоссі відбиває мікроелементний статус лю-



Діаграма 1. Частота (в %) різних рівнів вмісту кадмію у волоссі школярів

дини в цілому [6]. Індикатором вмісту кадмію в організмі також є волосся.

Мета роботи – вивчення вмісту кадмію у волоссі та можливих шляхів його поступлення в організм дітей шкільного віку, визначення впливу кадмію на організм для розробки рекомендацій щодо профілактичних заходів цим дітям.

Матеріали та методи

Нами обстежено 282 віком 11-14 років однієї з шкіл Святошинського району м. Києва, 142 хлопця і 140 дівчат. Діти проходили комплексне клініко-інструментальне обстеження в дитячій клінічній лікарні №5 м. Києва. Для деталізації скарг проводилося анкетування батьків дитини, що включало також питання щодо вивчення мікросередовища дитини стосовно тютюнопаління. Діти були оглянуті педіатром, невропатологом і ЛОР-лікарем. Проводились клінічні аналізи крові, сечі, калу. Інструментальне обстеження включало електрокардіографію, ультразвукове обстеження органів черевної порожнини, при необхідності гастрофіброскопію та рН-метрію, реографію судин головного мозку.

У спостережуваних дітей проведений аналіз прикореневої зони волосся на вміст 7 хімічних елементів (Cd, Ni, Zn, Se, Fe, Cr, Mn). Вміст мікроелементів в волоссі вивчався за допомогою рентген-флюоресцентного спектрометра "ElvaX".

Відхилення індивідуального мікроелементного профілю дитини фіксували використовуючи визначені М.Г.Скальною (2009) біологічно допустимі рівні (БДР) токсичних і межі нормального вмісту есенціальних хімічних елементів в волоссі дітей. Так біологічно допустимий рівень для кадмію у волоссі дітей не повинен перевищувати 0,15 мкг/г [11]. Референтні значення концентрації кад-

мію в волоссі за А.В.Скальним (2003) 0,03-0,18 мкг/г [12].

Дослідження були відкритими, контрольованими, рандомізованими. Статистична обробка даних проводилась з використанням програмних пакетів MS Excel та SPSS for Windows.

Результати дослідження та їх обговорення

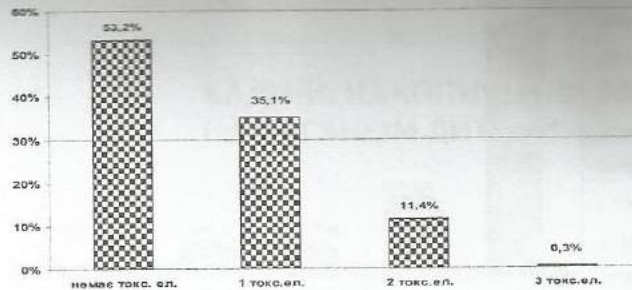
Проведеними дослідженнями визначено, що перевищення біологічно допустимого рівня кадмію у волоссі мали 33,7% дітей (95 з 282 обстежених). Проте накопичення кадмію в волоссі мало різний рівень. На діаграмі 1 представлений розподіл рівнів вмісту кадмію у волоссі школярів.

Встановлено, що вміст кадмію, який перевищував БДР, у 20,2% дітей був в межах 0,15-0,2 мкг/г, тобто на третину перевищував БДР. Практично вдвічі перевищували БДР (0,25-0,45 мкг/г) визначені показники у 8,9% школярів.

Середній рівень кадмію у волоссі обстежених школярів склав $0,1 \pm 0,01$ мкг/г. У 95 дітей з перевищенням БДР кадмію середній вміст його сягав $0,21 \pm 0,01$ мкг/г, а у дітей, у яких рівні кадмію не перевищували БДР, середні значення його вмісту були в 5 разів меншими - $0,04 \pm 0,001$ мкг/г ($p < 0,01$).

Більша частота перевишень БДР кадмію у волоссі мала місце у дівчат - 38,57% (у 54 з 140), ніж у хлопців - 28,87% (41 з 142), проте, серед цих дітей вищі показники вмісту кадмію мали саме хлопці - 0,23 мкг/г, в порівнянні з дівчатами, у яких вміст цього елементу дорівнював 0,19 мкг/г ($p < 0,05$). Вважається, що організм дівчат має більшу стійкість до накопичення кадмію. Це пояснюється тим, що естрогени посилюють виведення кадмію [14].

За результатами наших досліджень, у дітей з підвищенням вмісту кадмію у волоссі



Діаграма 2. Частота (в %) накопичення одночасно декількох токсичних елементів в волоссі дітей

мало місце більш виражені зниження рівня есенціальних елементів. Так, 91,6% дітей з перевищенням кадмію мали зниження рівня заліза у волоссі, що сягали показників $6,16 \pm 0,48$ мкг/г. При нормальних рівнях кадмію 82,4% дітей теж мали низькі показники заліза, проте, середні значення не падали так низько і складали $8,48$ мкг/г ($p < 0,05$). Вдвічі частіше у дітей з перевищенням вмісту кадмію, в порівнянні з іншими дітьми, мало місце зниження рівня марганцю (у 76,8% та 39% обстежених відповідно, $p < 0,01$). Дефіцит хрому серед школярів з підвищеним кадмієм був у 55,8% дітей, а при нормальному рівня кадмію - у 34,8%. Показники селену в волоссі в обох групах були в межах норми, проте у дітей з перевищенням кадмію вдвічі нижчими (таблиця 1).

Залежність між есенціальними і токсичними елементами характеризується значенням їх співвідношення. Антагоністичні зв'язки між цинком і кадмієм визначають високу інформативність співвідношення цинк/кадмій. Умовно допустимим рівнем вважається 500 [15]. Низькі показники коефіцієнту (менше 500) свідчать про порушення вмісту цинку, вказують на негативний вплив токсичного елемента, навіть тоді, коли його показники не

виходять за межі допустимих. В наших дослідженнях співвідношення цинк/кадмій нижче 500 встановлено у 41 дитини (14,54%). Всі ці діти мали підвищений вміст кадмію. Таким чином, негативний вплив кадмію на обмін цинку, серед 95 школярів з надлишком кадмію, мали 43,16% дітей. Саме кадмій здатний витіснити цинк з організму, призводячи до ряду порушень обмінних процесів. Важлива роль цинку в переробці алкоголю, і формування схильності до алкоголізму при дефіциті цинку в зв'язку з надлишком кадмію [4].

В умовах дефіциту есенціальних елементів відмічено накопичення токсичних елементів. Встановлено, що перевищення біологічно допустимої межі токсичних металів у волоссі мали 132 дитини (46,8% обстежених). Підвищення одного з них виявлено у 35,1% школярів (кадмію у 22%, нікелю у 12,8%, стронцію у 0,4% дітей) (діаграма 2). Перевищення біологічно допустимого рівня двох токсичних металів одночасно мали 11,4% дітей (кадмію та нікелю - 10,6%, кадмію та стронцію - 0,8% обстежених), трьох токсичних металів мала 1 дитина (0,4%).

При підрахунку перевищень біологічно допустимого рівня окремих токсичних елементів встановлено, що накопичення кадмію

ТАБЛИЦЯ 1

ВМІСТ ЕСЕНЦІАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ДІТЕЙ З РІЗНИМИ РІВНЯМИ КАДМІЮ У ВОЛОССІ

	Діти з перевищенням БДР кадмію		Діти з допустимим вмістом кадмію	
	%, що мають дефіцит	$M \pm m$, мкг/г	%, що мають дефіцит	$M \pm m$, мкг/г
Fe	91,58%*	$6,16 \pm 0,48^{**}$	82,35%*	$8,48 \pm 0,46^{**}$
Mn	76,84%*	$0,12 \pm 0,01^{**}$	39,04%*	$0,27 \pm 0,02^{**}$
Cr	55,79%*	$0,21 \pm 0,02^{**}$	34,8%*	$0,32 \pm 0,02^{**}$
Se	6,32%*	$0,34 \pm 0,05^{**}$	10,7%*	$0,61 \pm 0,2^{**}$
Zn	23,16%	$138,71 \pm 8,37$	24,6%	$127,51 \pm 5,03$

, **** розбіжності в рядках достовірні ($p < 0,05$)

серед обстежених зустрічалося найчастіше. Так, підвищений вміст кадмію було визначено у 95 (33,7%) школярів. Дещо рідше визначався підвищений вміст нікелю - у 67 (23,8%) дітей та стронцію - у 4 (1,4%) школярів.

Для визначення однієї з причин накопичення кадмію в організмі дітей проведено обстеження 282 школярів на предмет тютюнопаління людей, що безпосередньо проживають разом з ними в родині. Самі школярі заперечували активне тютюнопаління, їх батьки також вказували, що їх діти не палять. Тютюновий дим містить високі концентрації кадмію, викурювання однієї сигарети збільшує поступлення кадмію в організм на 0,1 мкг [13]. При тютюнопалінні 70-80% тютюнового диму та його інгредієнтів виходить в оточуюче курильщика мікросередовище та діє в безпосередній близькості до дітей, що самі не палять, проте є пасивними курцями.

В найближчому оточенні у 61 % школярів встановлені найближчі рідні, що палять. Так, батько палив в родині 71,5% дітей, мати - 16,8%, дід або баба - 18,6%, брат або сестра - 11,6%, дядько або тітка - 33,14% школярів (діаграма 3).

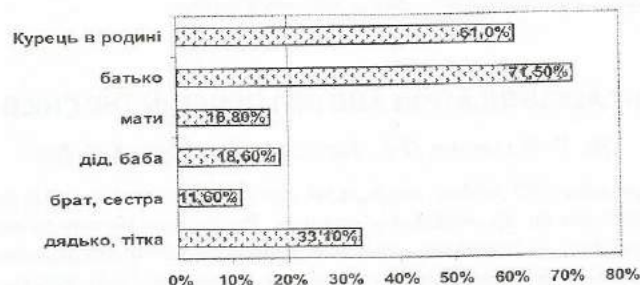
В безпосередньому оточенні, разом з дитиною проживає велика кількість курців, що створюють значне пасивне тютюнове навантаження. Так, з дитиною в родині проживали: по одному курцю - у 62,8% дітей, по два курця - у 26,2%, по три курця - у 8,1%, по 4 курця - у 2,9% дітей (діаграма 4). В середньому на одну дитину припадало в їх безпосередньому оточенні по 1,5 курця.

Серед обстежених 282 школярів перевищення біологічно допустимої межі кадмію мали 95 (33,7%) дітей. В їх безпосередньому оточенні в 1,5 рази частіше зустрічалися рідні, що палять. Таким чином, пасивне паління може бути однією з причин поступлення кадмію в організм дитини і розвитку інтоксикації кадмієм.

Проаналізована наявність патології різних органів і систем у 95 дітей, що мали підвищений вміст кадмію в волоссі в порівнянні з 187 дітьми, вміст кадмію у волоссі яких не перевищував біологічно допустимого рівня. Так захворювання серцево-судинної системи зустрічалися при підвищеному рівні кадмію в 41,1% дітей, а це в 1,7 рази частіше, ніж у дітей з нормальним рівнем кадмію (в 23,5%) ($p \leq 0,01$). Патологічні зміни сечовидільної системи мали 22,1% дітей з перевищенням рівню кадмію, і тільки 12,3% дітей в групі порівнянні, тобто збільшення частоти патології нирок зустрічалися в 1,8 рази частіше ($p \leq 0,05$). Значної різниці в частоті хронічної патології органів травлення, ЛОР-органів, ендокринної системи не встановлено ($p \geq 0,05$). Діти з підвищеним рівнем кадмію частіше хворіли на ГРЗ (в 1,4 рази). Таким чином, у дітей з перевищенням біологічно-допустимого рівню кадмію у волоссі має місце збільшення патологічних станів серцево-судинної і сечовидільної систем, діти частіше хворіли на респіраторні інфекції.

При детальному вивченні самопочуття дітей в вищезазначених групах встановлено, що тільки 4,2% - 6,4% дітей не мали скарг на його погіршення. Діти з перевищенням рівня кадмію в організмі частіше скаржилися на головний біль - у 84,2% обстежених, дратливість - у 48,4%, плаксивість - у 35,8% ($p \leq 0,05$) дітей. Такі симптоми, як слабкість (23,2%), швидка втомлюваність (23,2%), зниження пам'яті (9,5%) зустрічалися практично однаково в обох групах ($p \geq 0,05$).

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що негативна екологічна ситуація сучасного індустріального міста суттєво впливає на внутрішнє мікросередовище дитини, змінюючи мікроелементний склад організму. Вагоме значення має накопичення в організмі дитини кадмію. В таких умовах ускладнюються обмінні процеси, що в подальшому



Діаграма 3. Частота куріння (в %) серед найближчого оточення в родині



Діаграма 4. Кількість курців на одну дитину в родині

призводить до формування хронічної патології. Оздоровлення мікросередовища, а саме відмова від тютюнопаління в оточенні дитини, сприятиме зменшенню поступлення і негативного впливу кадмію на її організм.

Висновки:

1. Серед токсичних металів у волоссі дітей, що мешкають в сучасному мегаполісі, переважає накопичення кадмію. Визначено, що перевищення біологічно допустимого рівня кадмію у волоссі мали 33,7% школярів 11-14 років.

2. У дітей з підвищенням вмісту кадмію у волоссі визначені більш виражені зниження рівня есенціальних елементів – цинку, селену, заліза, хрому, марганцю.

3. Пасивне паління може бути однією з причин поступлення кадмію в організм ди-

тини. Встановлено, що в безпосередньому оточенні дітей з перевищенням рівня кадмію в волоссі 1,5 рази частіше зустрічалися рідні, що палять. При реалізації програм оздоровлення дитячого населення необхідно враховувати роль пасивного тютюнопаління в накопиченні токсичних елементів в організмі дитини.

4. У дітей з перевищенням біологічно допустимого рівня кадмію у волоссі в 1,7 разів частіше зустрічаються захворювання серцево-судинної системи і в 1,8 разів частіше патологія сечовидільної систем. Діти в 1,4 рази частіше хворіли респіраторними інфекціями.

КАДМИЙ: НАКОПЛЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ РЕБЕНКА

Ю.В. Марушко, О.Л. Таринская, Т.И. Олефир, С. В. Фус

Резюме. При обследовании 282 школьников установлено, что среди токсичных металлов в волосах детей, проживающих в современном мегаполисе, преобладает накопления кадмия. Пассивное курение может быть одной из причин избыточного поступления кадмия в организм ребенка. У детей с повышением содержания кадмия в волосах более выражено снижение уровня эссенциальных элементов - цинка, селена, железа, хрома, марганца. В таких условиях осложняются обменные процессы, что в дальнейшем приводит к формированию хронической патологии.

Ключевые слова: кадмий, микроэлементы, волосы, пассивное курение

CADMIUM: THE ACCUMULATION AND INFLUENCE IN THE CHILD ORGANISM

Yu. V. Marushko, O.L. Tarynska, T.I. Olefir, S.V. Fus

Summary. In the examination 282 children was founded, that among the toxic metals in hair of children, living in the modern city, dominates the accumulation of cadmium. Passive smoking may be one reason of earning cadmium in the body of a child. In children with increased content of cadmium in hair determined more pronounced reduction of essential elements - zinc, selenium, iron, chromium, manganese. Under these conditions, complicated metabolic processes that further leads to the formation of chronic disease.

Keywords: cadmium, microelement, hair, passive smoking.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беспалько Л.Е., Лифлянд Л.М. Гигиеническая оценка соединений кадмия в окружающей среде // Гигиена и санитария.-1979.-№5.-С.66-69.
2. Берестенко С.В., Стусь В.П. Взаимодействие цинка и кадмия при заболеваниях мочеполовых путей // Микроэлементы в медицине.- 2007.-вып.3.-С.3-12.
3. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Кадмий:экологические аспекты. – ВОЗ: Женева,1994.-М.:Медицина, 1994.-160 с.
4. Гресь Н.А., Хулуп Г.Я., Шарыхина Т.В., Гиндюк Н.Т., Сахович В.В. Кадмиоз и проблема «школьного курения» //Микроэлементы в медицине.- 2004.-вып.4.-С.40-42.
5. Залавина С.В., Скальный А.В., Ефимов С.В., Васькина Е.А. Многоэлементный портрет детей дошкольного возраста в условиях накопления кадмия // Микроэлементы в медицине.-2007.-вып.4.-С.25-28.
6. Луковенко В.П., Подрушник А.С. Содержание свинца и кадмия как показатель воздействия их на организм // Гигиена и санитария.-1991.-№11.-С.56-58.
7. Марушко Ю.В., Таринська О.Л., Фус С.В. Характеристика мікроелементного статусу дітей шкільного віку різних регіонів екологічного неблагополуччя.- 3б. наукових праць співроб. НМАПО ім. П.Л.Шупика.- Київ, 2009.-В.18.-Кн.2.- С.604-609.
8. Михалева Л.М. Кадмийзависимая патология человека //Архив патологии.-1988.-№9.-с.81-85.
9. Мудрый И.В. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы кадмием // Гигиена и санитария.-2003.-№1.-С.32-35.
10. Нестерин М.Ф., Кобышев В.А. Кадмий в пище (распространенность, токсикология, санитарно-гигиенический надзор // Вопросы питания.-1979. - №2.- С.3-10.
11. Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса. Автор. дисс. д.мн.н..-М, 2009.-36 с.
12. Скальный А.В. Референтные значения концентраций химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине.- 2003.-вып.4(1).-С.55-56.
13. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине.- М.:Оникс, 2004.-272 с.
14. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека.- М.:ОНИКС 21 век, 2004. 216 с.
15. Krupka K., Puczkowski S. Badanie pierwiastkow wlosow. Laboratorium pierwiastkow nieznachney ilosci. –Lodz, 2004.- 23 p.