

УДК 616.31:613.1].001.57

*О.І. Остапко*

## МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЧИННИКІВ ДОВКІЛЛЯ НА СТАН ТКАНИН ПАРОДОНТА В ДІТЕЙ У РІЗНИХ ЗА ЕКОЛОГІЧНОЮ СИТУАЦІЄЮ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

*Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, м. Київ*

### Актуальність

Збереження і зміцнення здоров'я дітей - це пріоритет діяльності будь-якого суспільства [1]. Тому охорона здоров'я дітей і навколишнього середовища є ключовою передумовою для забезпечення стійкого розвитку [2]. Однак у світі та Європі зростає техногенне навантаження на екосистему, що зумовлює високі рівні екологічно залежної патології серед дитячого населення [3]. Найбільш повно проблеми стану довкілля і здоров'я дітей розкрито в Європейському плані дій "Навколишнє середовище і здоров'я дітей", який прийнято ІУ Європейською конвенцією з навколишнього середовища і здоров'я, що відбулася у 2004 р. у Будапешті. У ньому сформульовано 4 пріоритетні завдання, одне з яких передбачає скорочення захворюваності внаслідок впливу шкідливих хімічних, фізичних, біологічних та виробничих чинників [4].

Натепер характер і ступінь впливу на організм чинників навколишнього середовища залишаються до кінця не з'ясованими, що стає однією з головних перешкод у вирішенні питань управління якістю як навколишнього середовища, так і здоров'я.

Викладені вище положення повною мірою стосуються стоматологічного здоров'я дитячого населення, оскільки воно формується під впливом тих самих чинників навколишнього середовища, що й загальносоматичне [5]. Тому аналіз і поглиблення знань про несприятливий вплив чинників довкілля на формування стоматологічного здоров'я дітей необхідні для оцінки ризиків, прогнозування змін захворюваності, розробки спрямованих профілактичних заходів із урахуванням регіональних особливостей, своєчасної профілактики і корекції початкових змін [6].

**Мета дослідження** – дослідити причинно-наслідкові зв'язки впливу чинників довкілля на стан тканин пародонта в дітей у різних за екологічною ситуацією регіонах України шляхом кореляційно-регресійного аналізу та побудови математичних моделей, що характеризують інтенсивність ураження пародонта залежно від умісту іонів важких металів у ротовій рідині.

### Матеріали і методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань щодо вивчення впливу природних та антропогенних екологічних чинників на виникнення і перебіг захворювань тканин пародонта в дітей, які постійно

проживають у різних за екологічними умовами регіонах України, були використані відомості, що характеризують природні особливості обраних нами регіонів дослідження (вміст основних форм макро- і мікроелементів у ґрунті, мінералізація та загальна жорсткість поверхневих вод тощо) та рівень забруднення атмосферного повітря, води, ґрунту шкідливими речовинами.

За інтегральним показником забруднення довкілля зазначені регіони характеризуються таким чином [7]:

- умовно-сприятливої екологічної ситуації (помірно забруднений) – м. Волочиськ Хмельницької області;

- задовільної екологічної ситуації (забруднений) – смт Білозірка, м. Каховка, м. Новокаховка, м. Чаплинка Херсонської області та м. Херсон;

- погіршеної екологічної ситуації (дуже забруднений) – м. Київ;

- напруженої екологічної ситуації (надзвичайно забруднений) – м. Маріуполь Донецької області.

Нами проведено стоматологічне обстеження 840 дітей віком 15 років, які постійно проживають у зазначених регіонах. Стан тканин пародонта оцінювали на підставі клінічних даних і комунального пародонтального індексу CPI, рекомендованого ВООЗ (1998).

Інтенсивність ураження тканин пародонта оцінювали відповідно до рекомендацій ВООЗ за середньою кількістю секстантів із кровоточивістю, зубним каменем і пародонтальними кишнями на одного обстеженого. Якщо середня кількість секстантів із кровоточивістю дорівнювала 0,0-0,5, то інтенсивність ураження тканин пародонта вважали низькою; 0,6-1,5 – середньою; понад 1,6 – високою. Середню кількість секстантів із зубним каменем розцінювали як низьку, якщо вона дорівнювала 0,0 – 1,5 секстанта; середню – 1,6 – 2,5 секстанта; високу – понад 2,6 секстанта.

Дослідження вмісту іонів 9-ти важких металів (свинцю, цинку, міді, заліза, кадмію, нікелю, кобальту, марганцю та хрому) в ротовій рідині проведено в 40 дітей віком 15 років з обраних нами для обстеження регіонів України [8, 9].

Концентрацію важких металів у ротовій рідині визначали методом атомно-адсорбційної спектроскопії з електротермічною атомізацією на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115-М-1 (ВО "Електронмаш", м.Суми, Україна). За основу атомно-адсорбційного визначення металів була покладена методика екстракційного концен-

трування за ГОСТ 30178-96 „Сировина і продукти харчові. Атомно-адсорбційне визначення токсичних елементів” [10].

Вплив природних і антропогенних факторів на виникнення та розвиток захворювань тканин пародонта у дітей оцінювали за допомогою комп'ютерної обробки даних із застосуванням методу множинного кореляційно-регресійного аналізу [11, 12]. Усі розрахунки проводили на ПК «Intel Pentium» за допомогою спеціальних програм статистичного аналізу “STATISTICA” («Microsoft», 2003), “SPSS” (2006) та ін.

Математичні та статистичні дослідження виконано в Інституті кібернетики імені Глушкова НАН України за участі к. техн. н. Т.Я.Грачової і консультативної підтримки д. фіз.-мат. н., член-кор. НАН України, проф. А.М. Гупала.

### Результати дослідження та їх обговорення

Результати проведених нами стоматологічних обстежень свідчать про високу поширеність та інтенсивність захворювань тканин пародонта у дітей у різних за екологічною ситуацією регіонах

України. При цьому встановлено, що діти з екологічно несприятливих регіонів мають значно більшу кількість уражених секстантів пародонта (в середньому 5,4-5,6), ніж діти з екологічно сприятливого регіону (3,6,  $p < 0,01$ ).

Це спонукало нас до пошуку причинно-наслідкових зв'язків можливого впливу несприятливих чинників довкілля на стан тканин пародонта в дітей. Відомо, що несприятливі чинники довкілля можуть впливати на тканини пародонта як безпосереднім чином, так і опосередковано за рахунок змін мікроелементного статусу крові, ротової рідини, змін у стані системного і місцевого імунітету.

У зв'язку з цим нами проведено кореляційно-регресійний аналіз та побудовано математичні моделі можливого впливу кількості іонів важких металів у ротовій рідині на стан тканин пародонта в дітей у різних за екологічною ситуацією регіонах України. Результати кореляційного аналізу наведено в табл.1.

Таблиця 1  
Кореляційні зв'язки між інтенсивністю ураження в дітей тканин пародонта за індексом CPI та вмістом іонів важких металів у ротовій рідині

Хімічний елемент	м. Київ	м. Маріуполь	м.Херсон	м.Хмельницький
Pb	+ 0,695	+ 0,476	+ 0,250	+ 0,877
Cd	- 0,239	+ 0,552	- 0,150	+ 0,450
Cu	+ 0,652	+ 0,500	+ 0,553	- 0,328
Zn	+ 0,539	- 0,512	- 0,140	- 0,821
Mn	+ 0,629	+ 0,554	+ 0,280	- 0,850
Fe	+ 0,392	+ 0,060	+ 0,561	+ 0,302
Cr	+ 0,604	- 0,350	- 0,100	+ 0,287
Ni	+ 0,598	+ 0,291	+ 0,240	- 0,823
Co	+ 0,660	+ 0,700	- 0,280	- 0,500

Як свідчать дані табл.1, для більшості досліджуваних хімічних елементів встановлено середньої сили, в окремих випадках – сильні кореляційні зв'язки між їх умістом у ротовій рідині та станом тканин пародонта в дітей у різних за екологічною ситуацією регіонах України.

Так, у дітей, які постійно проживають в умовах мегаполіса (м. Київ), значною мірою впливає на стан тканин пародонта вміст у ротовій рідині свинцю ( $r=+0,695$ ), кобальту ( $r=+0,660$ ), міді ( $r=+0,652$ ), марганцю ( $r=+0,629$ ), хрому ( $r=+0,604$ ). Деяко нижчі значення коефіцієнта кореляції встановлено для нікелю ( $r=+0,598$ ), цинку ( $r=+0,539$ ) і заліза ( $r=+0,392$ ).

У Донецькому регіоні стан тканин пародонта в дітей залежить від умісту таких хімічних елементів у ротовій рідині: кобальту ( $r=-0,700$ ), міді ( $r=+0,553$ ), марганцю ( $r=+0,554$ ), свинцю ( $r=+0,476$ ). Меншою мірою впливає на стан тканин пародонта вміст хрому ( $r=-0,350$ ) та нікелю ( $r=+0,291$ ).

У Херсонській області та м. Херсоні середньої сили прямий кореляційний зв'язок було встановлено тільки між умістом міді в ротовій рідині та

ступнем ураження тканин пародонта ( $r=+0,553$ ). Для інших важких металів сила кореляційних зв'язків була слабкою, проте прямою, як, наприклад, для марганцю ( $r=+0,280$ ), кобальту ( $r=+0,280$ ), свинцю ( $r=+0,553$ ) і нікелю ( $r=+0,240$ ).

В екологічно сприятливому регіоні (м. Волочиск Хмельницької області), де на клінічному обстеженні було виявлено відносно низький рівень ураження тканин пародонта в дітей, встановлено сильні кореляційні зв'язки різної спрямованості між станом ясен та вмістом у ротовій рідині таких хімічних елементів як свинець ( $r=+0,877$ ), марганець ( $r=-0,850$ ), цинк ( $r=-0,821$ ) і нікель ( $r=-0,823$ ). Середньої сили та різної спрямованості кореляційні зв'язки було встановлено для таких хімічних елементів як кадмій ( $r=+0,450$ ), кобальт ( $r=-0,500$ ), залізо ( $r=+0,302$ ) та мідь ( $r=-0,328$ ).

Отже, в усіх досліджуваних регіонах України на стан тканин пародонта в дітей впливає вміст у ротовій рідині в першу чергу таких важких металів як свинець, кобальт, мідь і марганець. На нашу думку, це пов'язано з фізіологічною роллю в організмі есенціальних мікроелементів, до яких належать кобальт, мідь, марганець, цинк і нікель. Вони бе-

руть участь у багатьох обмінних процесах у організмі, є кофакторами великої кількості ферментів, виконують у зв'язку з цим важливі біологічні функції в організмі [13, 14, 15].

Так, суть біологічного впливу свинцю на організм зумовлена його властивістю з'єднуватися з ферментами, після чого вони втрачають свої біологічні функції. Свинець здатен ініціювати утворення реактивних форм кисню в клітинах, активуючи таким чином процеси перекисного окиснення ліпідів, що призводить до ушкодження внутрішньоклітинних мембранних структур мітохондрій, мікосом та інших органел. В експериментальних дослідженнях було підтверджено, що свинець може ініціювати особливий вид загибелі клітин – апоптоз, одним із механізмів якого може бути активація свинцем магнієво-залежної ендонуклеази.

Кобальт належить до групи незамінних есенціальних мікроелементів, у ролі кофактора входить до складу вітаміну В<sub>12</sub>. За умови підвищеного вмісту кобальту він може пригнічувати тканинне дихання за рахунок впливу на такі ферменти як сукцинатдегідрогеназа, лактатдегідрогеназа, цитохромоксидаза і каталази.

Мідь - важливий есенціальний мікроелемент для організму людини. Вона бере участь у ферментативних реакціях, процесах кровотворення, імунних реакціях, входить до складу порфіринів. Але мідь - високотоксичний елемент, за підвищеного вмісту вона здатна блокувати СН-групи білків, особливо ферментів, має здатність підвищувати проникність мембран мітохондрій, за рахунок чого реалізується її цитотоксичність.

Марганець - необхідний елемент для організму людини, бо входить до складу ферментів або активує інші ферменти, є окисником пероксидних радикалів. Він бере участь у формуванні сполучної тканини і кісток, у процесах росту організму, в діяльності центральної нервової системи та залоз внутрішньої секреції.

Результати кореляційно-регресійного аналізу вмісту іонів важких металів у ротовій рідині та інтенсивності ураження тканин пародонта в дітей у різних за екологічною ситуацією регіонах України стали підставою створення математичних моделей для прогнозування можливих змін показника індексу СРІ від змін хімічного складу ротової рідини, який формується під впливом комплексу чинників довкілля.

*Для дітей м. Києва* рівняння регресії має такий вигляд:

$$CPI = 119,1 + 3614,1 \cdot Pb - 208,8 \cdot Cu - 9,46 \cdot Zn + 478,28 \cdot Mn - 304,19 \cdot Fe - 528,31 \cdot Co,$$

де СРІ- кількість уражених секстантів пародонта, Pb -свинець, Cu- мідь, Zn- цинк, Mn - марганець, Fe - залізо, Co – кобальт.

*Для дітей м. Маріуполя Донецької області:*

$$CPI = - 36,28 + 2303,9 \cdot Pb - 670,23 \cdot Cd - 57,419 \cdot Cu - 8,36 \cdot Zn - 47,87 \cdot Mn + 430,16 \cdot Fe - 42,388 \cdot Co, \text{ де СРІ- кількість уражених секстантів пародонта, Pb -свинець, Cd – кадмій, Cu- мідь, Zn-}$$

цинк, Mn - марганець, Fe - залізо, Co – кобальт.

*Для дітей Херсонської області та м. Херсона* рівняння регресії виглядає так:

$$CPI = -0,9 + 96,08 \cdot Cu,$$

де СРІ- кількість уражених секстантів пародонта, Cu- мідь.

*Для дітей Хмельницької області:*

$$CPI = 24,71 - 4486,02 \cdot Pb - 3489,6 \cdot Cd - 3,85 \cdot Zn + 40,28 \cdot Mn + 12,81 \cdot Ni - 20,56 \cdot Co,$$

де СРІ - кількість уражених секстантів пародонта, Pb -свинець, Cd – кадмій, Zn- цинк, Mn - марганець, Ni – нікель, Co – кобальт.

Отже, отримані нами за допомогою математичного аналізу результати підтверджують результати клініко-лабораторних досліджень про наявність регіональних відмінностей у показниках поширеності й інтенсивності захворювань тканин пародонта в дітей.

### Висновки

На стан тканин пародонта в дітей у різних регіонах України впливає вміст у ротовій рідині таких важких металів як свинець, мідь, марганець, залізо і нікель. Їхній вміст у ротовій рідині нестабільний, він може змінюватися під впливом чинників навколишнього середовища, з яким ротова порожнина контактує постійно.

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу та інших математичних методів дослідження підтверджено причинно-наслідкові зв'язки інтенсивності ураження тканин пародонта в дітей від впливу комплексу факторів навколишнього природного середовища, зокрема важких металів, що можуть реалізуватися через зміни мікроелементного складу ротової рідини.

Побудовані нами математичні моделі можливих змін стану тканин пародонта залежно від змін у ротовій рідині вмісту іонів важких металів можна використовувати для прогнозування інтенсивності ураження тканин пародонта, а відтак – для планування необхідних лікувально-профілактичних заходів на регіональному рівні та розробки регіонально орієнтованого комплексу профілактичних заходів.

### Література

1. Хунов Ю.А. Здоров'я і навколишнє середовище: оцінка впливу і обґрунтування управлінських рішень / Ю.А.Хунов // Український медичний альманах.- 2003. – Т.6, №4. – С.167-170.
2. Сердюк А.М. Медична екологія і проблеми здоров'я дітей / А.М.Сердюк // Журнал АМН України.- 2001.- № 3. – С. 437-449.
3. Антипкін Ю.Г. Стан здоров'я дітей в умовах дії різних екологічних чинників / Ю.Г.Антипкін // Мистецтво лікування.- 2005. - № 2. – С. 16-23.
4. Грузева О.В. Європейська стратегія з охорони довкілля і здоров'я дітей / О.В.Грузева // Науковий вісник НМУ імені О.О. Богомольця. – 2006.- № 4. - С. 95-100.
5. Хоменко Л.О. Стоматологічне здоров'я дітей України: реальність та перспектива / Л.О. Хоменко // Науковий вісник НМУ імені О.О. Богомольця. – 2007. – Спецвипуск. – С. 11-14.

6. Безвушко Е.В. Математичне моделювання значимості впливу чинників довкілля на рівень стоматологічного здоров'я (на прикладі 12-річних дітей Львівської області) / Е.В. Безвушко, Т.Г. Гутор // Український стоматологічний альманах. - 2008. - № 4. - С.56-60.
7. Барановський В.А. Екологічний атлас України / В.А.Барановський. - К., 2003. - 230 с.
8. Оценка состояния пародонта по химическому составу слюны / А.И. Воложин, Е.С. Филатова, Ю.А. Петрович [и др.] // Стоматология. - 2000. - №1. - С.13-16.
9. Элементный состав временных зубов и смешанной слюны у детей / И.В. Радыш, Г.З. Орджоникидзе, А.Р. Грабеклис [и др.] // Вестник ОГУ. - 2006. - № 12. - С.204-207.
10. Методические рекомендации по спектральному определению тяжелых металлов в биологических материалах и объектах окружающей среды ; под ред. Дмитриевой М.М., Грановского Э.М. - Алмата, 1986. - 56 с.
11. Варакин А.Н. Статистические модели регрессионного типа в экологии и медицине ; под ред. В.Н. Чуканова. - Екатеринбург, 2006.- 158 с.
12. Дрейлер Н. Прикладной регрессионный анализ; пер. с англ. / Н. Дрейлер, Г.Смей. - М., 1987. - 386 с.
13. Біологічна роль макро- та мікроелементів в організмі дитини. Діагностика, корекція та профілактика диселементозів : метод. реком.; уклад.: Н.В. Нагорна, О.В. Бордюгова, Г.В. Дубова та ін. - К., 2010. - 36 с.
14. Особливості мікроелементного статусу дітей на сучасному етапі / Ю.В.Марушко, О.О. Шевченко, О.Д.Московенко [та ін.] // Науковий вісник НМУ імені О.О.Богомольця. - 2007. - Спецвипуск. - С.144-146.
15. Биомониторинг тяжелых металлов в слюне /М.И.Чубирко, Г.М.Басова, Н.Н.Степанова [и др.] // Гигиена и санитария. - 2005. - № 2. - С.66-67.

**Стаття надійшла  
2.02.2015 р.**

### Резюме

За допомогою множинного кореляційно-регресійного аналізу проаналізовано причинно-наслідкові зв'язки між умістом у ротовій рідині іонів важких металів та інтенсивністю ураження тканин пародонта в дітей у різних за екологічною ситуацією регіонах України. Побудовано математичні моделі, що відображають цю залежність.

Їх можна використовувати для прогнозування інтенсивності ураження тканин пародонта і для розробки регіонально орієнтованого комплексу лікувально-профілактичних заходів.

**Ключові слова:** діти, пародонт, ротова рідина, важкі метали, кореляційний аналіз, математичні моделі.

### Резюме

С помощью множественного корреляционно-регрессионного анализа изучены причинно-следственные связи между содержанием в смешанной слюне ионов тяжелых металлов и интенсивностью поражения тканей пародонта у детей в разных по экологической ситуации регионах Украины. Построены математические модели, отражающие эту зависимость. Они могут использоваться для прогнозирования интенсивности поражения тканей пародонта и для разработки регионально ориентированного комплекса лечебно-профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** дети, пародонт, смешанная слюна, тяжелые металлы, корреляционный анализ, математические модели.

UDC 616.31:613.1].001.57

## **MATHEMATICAL AND STATISTICAL ANALYSIS OF INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE PERIODONTAL STATUS IN CHILDREN FROM DIFFERENT ECOLOGICAL REGIONS OF UKRAINE**

*O.I. Ostapko*

*Bogomolets National Medical University, department of pediatric and preventive dentistry*

### Summary

**Actuality.** Technogenic impact to the ecosystem increases in Europe and world, which causes high levels of ecologically dependent pathology among children. Dental and general somatic health is formed under the influence of the same environmental factors. Therefore, analyzing and improving knowledge about the adverse effects of environmental factors on the formation of the dental health of children is necessary for risk assessment, forecasting changes in the morbidity and development of preventive measures designed taking into account regional peculiarities, timely prevention and correction of initial changes.

**Aim of the research** – to investigate the influence of environmental factors on periodontal tissues of children in regions of Ukraine with different environmental situation using correlation and regression analysis and construction of mathematical models describing the intensity of periodontal pathology depending on the content of heavy metals in oral fluid.

**Materials and methods of the research.** We conducted stomatological examination of 840 15-years old children who are residents in regions of Ukraine with different environmental situation. Assessment of periodon-

tal status was performed on the basis of clinical data and community periodontal index CPI recommended by WHO (1998).

We measured content of ions of 9 heavy metals (lead, zinc, copper, iron, cadmium, nickel, cobalt, manganese and chromium) in oral fluid of 40 children from these regions using the method of atomic adsorption spectrophotometry with electrothermal atomization at atomic absorption spectrophotometer C-115-M-1 (Ukraine).

Effect of heavy metals' concentrations in oral fluid on the formation and development of periodontal diseases in children was assessed using computer data assesment using the method of multiple correlation and regression analysis. Calculations were performed on Intel Pentium PC using special software for statistical analysis "STATISTICA" (Microsoft, 2003), "SPSS" (2006) and others.

**Results of the research.** The results of stomatological examination indicate a high prevalence and intensity of periodontal diseases in children in regions of Ukraine with different environmental situation. We found that children from environmentally unfavorable regions have a much higher number of affected periodontal sextants than children from environmentally friendly region.

For most of studied chemical elements we found moderate and in some cases strong correlations between their content in oral fluid and periodontal condition. In all studied regions of Ukraine oral fluid content of heavy metals such as lead, cobalt, copper and manganese affects the periodontal status in children.

The results of correlation and regression analysis of the content of heavy metals in the oral fluid and intensity of periodontal pathology in children in regions of Ukraine with different environmental situation were the basis for creation of mathematical models to predict possible changes in CPI index depending on changes in trace-element composition of oral fluid, which is influenced by complex of environmental factors.

**Conclusions.** Created mathematical models of possible changes in the intensity of periodontal pathology based on changes in the oral fluid content of heavy metal ions can be used to predict the intensity of destruction of periodontal tissues, and therefore - for planning the treatment and preventive measures at the regional level and for the development of regionally focused complex of preventive measures.

**Key words:** children, periodontium, saliva, heavy metals, correlation analysis, mathematical models.