

SOME PECULIARITIES OF THE FORMATION OF CARCINOGENIC RISK UNDER CONDITIONS OF THE AMBIENT AIR OF HABITABLE PREMISES

Zinchenko N.A., Litvichenko O.N., Chernichenko I.A., Shvager O.V.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ЗА УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА



**ЗИНЧЕНКО Н.А.,
ЛИТВИЧЕНКО О.М.,
ЧЕРНИЧЕНКО І.О.,
ШВАГЕР О.В.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеєва НАМН України", м. Київ

УДК 613.156:613.63:616-006

станнім часом багато уваги приділяється питанням якості повітряного середовища закритих приміщень. Все частіше вчені-гігієністи схиляються до думки, що повітря закритих приміщень є основним фактором, який впливає на формування здоров'я населення та може спричиняти розвиток екологізалежних захворювань. За результатами досліджень вчених різних країн концентрації хімічних сполук у повітрі житлових приміщень перевищують аналогічні показники забруднення атмосферного повітря на 25-62%, а у деяких роботах відзначається перевищення рівня токсичних хімічних сполук у повітрі закритих приміщень в 1,4-4 рази порівняно з зовнішнім повітрям [1-3]. Наприклад, 40-60% річної дози бенз/а/пірену

людина отримує саме у житлі.

Значна частина хімічних сполук, які визначаються у повітрі житлових приміщень, належить до класу канцерогенів. Тому можна передбачити відповідне зростання аерогенного канцерогенного навантаження на людину та, як наслідок, збільшення ризику формування екологізалежної частини онкологічної захворюваності, яка до цього визначалася лише за дії канцерогенів атмосферного повітря. Це підтверджується результатами епідеміологічних досліджень іноземних вчених. Вони доводять, що проживання у певних умовах (наприклад, використання лічного опалення та приготування їжі на відкритому вогні) призводить до збільшення кількості випадків раку легенів та гортані. Фахівці та-

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Зинченко Н.А., Литвиченко О.Н., Черниченко И.А., Швагер О.В.

ГУ "Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМН Украины", г. Киев

Цель: определить и сравнить уровни канцерогенного риска за счет химических канцерогенов, поступающих в организм с атмосферным воздухом и воздухом жилых и общественных помещений.

Материалы и методы. Отбор проб проводился одновременно на улице (атмосферный воздух), в жилых и общественных помещениях. Для определения канцерогенных веществ использовались низкотемпературный спектрально-элюминисцентный и газохроматографический методы. На основании полученных результатов проведен расчет суммарных аерогенных доз 8 канцерогенных веществ на организм человека, рассчитаны индивидуальный и суммарный канцерогенные риски.

Результаты. Дана сравнительная оценка загрязнения приоритетных канцерогенными веществами атмосферного воздуха и воздуха жилых и общественных помещений (бенз/а/пирен, нитрозодидиэтиламин, нитрозодиметиламин, формальдегид, бензол, кадмий, никель и хром).

На основании данных расчета индивидуальных и суммарных рисков от идентифицированных канцерогенных веществ дана сравнительная оценка опасности загрязнения воздушной среды закрытых помещений в зависимости от территориального расположения зданий по административным районам города Киева. Установлены количественные параметры вклада воздушных микросред атмосферного воздуха жилых и общественных зданий в формирование суммарного канцерогенного риска. При этом отмечается, что ведущая роль принадлежит воздушной среде жилых помещений.

Ключевые слова: воздушная среда, атмосферный воздух закрытых помещений, канцерогенные вещества, риск для населения.

© Зінченко Н.А., Литвиченко О.М., Черниченко І.О., Швагер О.В. СТАТТЯ, 2013.

кож вказують на той факт, що спалювання твердих видів палива у приміщенні зумовлює формування високого рівня забруднення повітря, який призводить до збільшення ризику виникнення раку легень, а додатково сприяє цьому низький рівень вентиляції житлових приміщень [3, 4].

Склад та концентрації хімічних сполук у повітрі житлових приміщень залежать від концентрацій їх у зовнішньому повітрі та наявності внутрішніх джерел забруднення.

Людина майже 75% часу проводить всередині приміщень, повітряне середовище яких навіть у разі невисоких концентрацій шкідливих речовин, але через більшу тривалість дії може серйозно впливати на здоров'я, самопочуття та працездатність мешканців [1, 5].

Після впровадження у гігієнічну практику методології оцінки ризику Ю.Д. Губернський вивчав вплив на здоров'я населення канцерогенних сполук, які містяться у повітрі закритих приміщень різного соціального призначення. Ним було досліджено хімічні сполу-

ки, які потрапляють у повітря приміщень за рахунок полімерних матеріалів, продуктів та засобів побутової хімії. За результатами цих досліджень було визначено, що сумарний внесок хімічного забруднення житлових та громадських приміщень у формування ризику для людини може сягати 80-95% [5, 6].

Метою роботи було визначення і порівняння рівня канцерогенного ризику за рахунок хімічних канцерогенів, що надходять до організму з атмосферним повітрям та повітрям житлових і громадських приміщень.

Матеріали і методи. Рівень канцерогенного навантаження на організм визначався з урахуванням восьми канцерогенних речовин, з яких 5 сполук (бенз/а/пірен, нітрозодіетиламін, нітрозодиметиламін, формальдегід і бензол) вимірювалися нами самостійно, а важкі метали (кадмій, нікель, хром) визначалися за даними Центральної геофізичної обсерваторії України.

Вибір зазначених канцерогенів був обумовлений, поперше, тим, що вони є спільними для внутрішнього та зовнішнього повітря, а по-друге, більшість з них є (за визначенням експертів ВООЗ) критеріальними показниками якості повітря житлових приміщень.

Усі дослідження виконувалися на території м. Києва з охопленням різних адміністративних районів. Відбір проб проводився паралельно і одночасно у житлових і громадських приміщеннях і ззов-

ні в атмосферному повітрі.

Визначення концентрацій речовин у пробах проводилося загальноприйнятими методами фізико-хімічного аналізу: спектрально-люмінесцентного і газохроматографічного. Розрахунок інгаляційного навантаження хімічних канцерогенів і зумовлених ними індивідуальних і сумарних канцерогенних ризиків проводився відповідно до рекомендацій вітчизняних і зарубіжних дослідників [6, 7].

Результати та їх обговорення. Узагальнені результати паралельних проб засвідчили наявність одного спектра канцерогенних речовин у замкнутих приміщеннях і атмосферному повітрі за рахунок природного повітряного обміну та штучної вентиляції (табл. 1).

На підставі отриманих даних та з урахуванням тривалості перебування людини у тому чи іншому мікросередовищі (атмосферному повітрі населених місць, житлових та громадських приміщеннях), а також середньої тривалості життя людини було визначено загальні інгаляційні дози, що надходять до організму людини, і визначено зумовлені ними індивідуальні та сумарні канцерогенні ризики [6, 7].

Проведений аналіз показав наявність певних коливань ризиків залежно від місця розташування житлового приміщення. Найбільшого рівня впливу зазнає населення Шевченківського та Дарницького районів (табл. 2). А загалом по місту канцерогенний ризик коли-

Таблиця 1

Вміст канцерогенних речовин у паралельних пробах атмосферного повітря та повітря замкнутих приміщень (середньодобові концентрації)

Сполука	Атмосферне повітря	Житлові приміщення	Громадські приміщення
БП, нг/м ³	2,1±0,9	2,81±1,1	3,96±0,34
НДМА, нг/м ³	19,7±0,2	36,36±0,9	48,42±1,77
НДЕА, нг/м ³	5,78±0,11	12,84±2,1	16,86±2,14
Бензол, мг/м ³	0,018±0,002	0,035±0,001	0,22±0,01
Формальдегід, мг/м ³	0,006±0,0012	0,0081±0,001	0,021±0,009
Кадмій, мг/м ³	0,0002	0,0002	0,0008
Нікель, мг/м ³	0,0006	0,0003	0,00006
Хром, мг/м ³	0,0006	0,00004	0,00010

вається у межах від $7,3 \times 10^4$ до $1,2 \times 10^3$. Найбільший внесок у формування ризику зумовлюють канцерогенні важкі метали, найменший — бенз/а/пірен та формальдегід, хоча саме ці дві речовини у кількісному відношенні найбільш суттєво перевищують допустимі гігієнічні стандарти. За міжнародною класифікацією ризик за рахунок бенз/а/пірену можна розцінювати як мінімальний, для нікелю та формальдегіду — як допустимий. За допустимого рівня ризику здійснюється контроль над цими сполуками, передбачається планування додаткових заходів щодо його зниження.

Для кадмію, хрому, НДМА та НДЕА канцерогенний ризик впливу класифікується як насторожуючий, що потребує постійного контролю рівнів цієї сполуки у повітрі житла, визначення джерел його надходження в атмосферне повітря і, зрештою, у закриті приміщення, розробки і проведення планових оздоровчих заходів.

Матеріали таблиці 2 дозволяють за величиною показника канцерогенного ризику за рахунок сполук, присутніх у повітряному середовищі будинків, провести їх ранжування, встановити найбільш небезпечні у канцерогенному відношенні.

Визначення джерел їх надходження у повітря житла дасть змогу обґрунтувати заходи зі зменшення їхнього



КАНЦЕРОГЕННІ ФАКТОРИ ДОВКІЛЛЯ

шкідливого навантаження на організм.

Якщо оцінити сумарний канцерогенний ризик для здоров'я населення, що створюється досліджуваними сполуками всередині житла (табл. 2), можна констатувати, що рівень його у більшості квартир розглядається як насторожуючий ($7,3^{\circ}, 1 \times 10^{-4}$), наближаючись до високого.

Тобто існуючий рівень забруднення повітряного середовища житла канцерогенними сполуками не може вважатися безпечним для здоров'я мешканців.

Для порівняння виконано розрахунки канцерогенного ризику за рахунок забруднення атмосферного повітря та повітря громадських приміщень, дані яких в узагальненому вигляді наведено у таблиці 3.

З урахуванням часу перебування у тому чи іншому мікросередовищі наведені дані свідчать про більш високий ризик для населення впливу канцерогенних речовин у гро-

мадських приміщеннях порівняно з ризиком атмосферного повітря. Щодо оцінки небезпеки кожної з речовин, то зберігаються ті саме закономірності, які було описано при дослідженні забруднення житла.

Розглядаючи дані щодо канцерогенних ризиків окремо для атмосферного повітря та повітря громадських і житлових приміщень, необхідно підкреслити, що усі вони є складовими загального аерогенного навантаження. Зважаючи на це важливо дати порівняльну оцінку небезпеки кожного середовища перебування людини (табл. 4).

Згідно з проведеними розрахунками, найбільший внесок у формування загального аерогенного канцерогенного ризику створює повітря житлових приміщень, питома вага якого становить понад 55,0% від внеску усіх мікросередовищ, а загальний внесок закритих приміщень сягає 83,0%.

Отже, наведені матеріали свідчать про необхідність роз-

Таблиця 2

Канцерогенний ризик повітряного середовища житлових приміщень

Район досліджень	Канцерогенний ризик впливу сполук								
	БП	НДМА	НДЕА	бензол	формальдегід	кадмій	нікель	хром	сумарно
Шевченківський	$1,5 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,5 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-4}$	$4,5 \times 10^{-5}$	$3,6 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-3}$
Солом'янський	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,7 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-5}$	$0,7 \times 10^{-4}$	$5,4 \times 10^{-5}$	$3,1 \times 10^{-4}$	$9,1 \times 10^{-4}$
Святошинський	$0,9 \times 10^{-6}$	$1,9 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-5}$	$0,7 \times 10^{-4}$	$4,1 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-4}$
Дарницький	$1,6 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$3,3 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$4,5 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$2,7 \times 10^{-5}$	$0,9 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-3}$
Дніпровський	$0,9 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$5,4 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-4}$	$7,6 \times 10^{-4}$
Оболонський	$0,9 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$0,8 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$0,7 \times 10^{-4}$	$0,9 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-4}$	$7,3 \times 10^{-4}$
За концентрації на рівні ГДК	$0,4 \times 10^{-6}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-4}$	$9,0 \times 10^{-5}$	$6,8 \times 10^{-3}$	$7,8 \times 10^{-3}$

SOME PECULIARITIES OF THE FORMATION OF CARCINOGENIC RISK UNDER CONDITIONS OF THE AMBIENT AIR OF HABITABLE PREMISES

Zinchenko N.A., Litvichenko O.N., Chernichenko I.A., Shvager O.V.,
SI "A.N.Marzeiev Institute for Hygiene and Medical Ecology, NAMSU", Kiev

Objective: to determine and to compare a carcinogenic risk due to chemical carcinogens entering into the organism with atmospheric air and air of habitable and public premises.

Materials and methods: Sampling was performed simultaneously in the street (ambient air), in the habitable and public premises. For the determination of carcinogenic substances we used the following methods: low temperature spectral-luminescent and gas chromatographic ones. On the basis of the obtained findings we have performed a calculation of the total aerogenic doses of 8 carcinogenic substances on the man's organism, individual

and total carcinogenic risks have been calculated.

Results: There is a comparative assessment of atmospheric air pollution and indoor air of the public and habitable premises with the prior carcinogenic substances (benz/a/pyrene, nitrosodiethylamine, nitrosodimethylamine, formaldehyde, benzene, cadmium, nickel, and chromium). On the basis of the calculation data of individual and total risks from the identified carcinogenic substances we have performed a comparative assessment of the danger of indoor air pollution depending on territorial location of the buildings in the administrative areas of the city of Kiev. We have identified the qualitative parameters of the contribution of air micromediums of the indoor air of habitable and public buildings in the formation of total carcinogenic risk. We show that a leading role belongs to the indoor air of habitable premises.

Keywords: ambient air, indoor air, carcinogenic substances, risk for population.

робки і вживання різноманітних профілактичних (конструктивних, планувальних) заходів, спрямованих на зменшення рівня забруднення повітряного середовища житлових приміщень. У роботі акцент зроблено на вплив зовнішнього повітря на якість повітряного середовища закритих приміщень, однак суттєве значення у цьому процесі відіграє і спосіб поведінки та життя мешканців. До цього, зокрема, слід віднести характер експлуатації газових плит, де спалюється побутовий газ, та паління у

приміщенні. Кількісну характеристику цих процесів буде подано у наступних публікаціях. Не можна не ураховувати, що провідним чинником, який впливає на стан забруднення повітря, є ефективність припливно-витяжної вентиляції.

Ще один аспект, на якому слід зупинитися, виходячи з матеріалів роботи, полягає у наступному. Концентрації низьки канцерогенів (зокрема хрому, кадмію, бензолу) у повітряному середовищі житла виявилися нижчими за їхні ГДК. Але при цьому канцерогенний

ризик їхнього впливу, як свідчать відповідні показники, розглядається як насторожуючий. Ця обставина засвічує, що ГДК деяких канцерогенів, установлених за токсикологічними ознаками шкідливості, не відповідають прийнятому рівню безпеки для людини і не враховують віддалені наслідки. Виникає необхідність перегляду існуючої нормативної бази з урахуванням вірогідних ризиків.

Висновки

1. Ступінь небезпечності складових аерогенного канце-

Таблиця 3

Канцерогенний ризик забруднення атмосферного повітря та повітря громадських приміщень

Канцерогенні речовини	Громадські приміщення		Атмосферне повітря міста	
	концентрація, мг/м ³	канцерогенний ризик	концентрація, мг/м ³	Канцерогенний ризик
БП	3,96x10 ⁻⁶	0,4x10 ⁻⁶	3,7x10 ⁻⁶	1,2x10 ⁻⁶
НДМА	32,42x10 ⁻⁶	5,2x10 ⁻⁵	5,9x10 ⁻⁶	2,3x10 ⁻⁵
НДЕА	14,86x10 ⁻⁶	7,3x10 ⁻⁵	3,2x10 ⁻⁶	3,8x10 ⁻⁵
Бензол	0,092	8,1x10 ⁻⁵	0,01	2,1x10 ⁻⁵
Формальдегід	0,011	1,7x10 ⁻⁵	0,004	1,5x10 ⁻⁵
Кадмій	0,00017	3,5x10 ⁻⁵	0,00010	5,0x10 ⁻⁵
Нікель	0,00050	1,4x10 ⁻⁵	0,00010	0,7x10 ⁻⁵
Хром	0,00007	9,6x10 ⁻⁵	0,00002	6,7x10 ⁻⁵
Сумарно		3,7x10 ⁻⁴		2,2x10 ⁻⁴

рогенного ризику можна представити у такому вигляді: повітря житлових приміщень > повітря громадських приміщень > атмосферного повітря населених місць.

2. Найнебезпечнішими речовинами у процесі формування канцерогенного ризику є бензол, хром VI та нітрозаміни, які є продуктами екзогенного синтезу з азотвмісних сполук, де провідну роль відіграють оксиди азоту.

3. Профілактика аерогенно-канцерогенного навантаження на населення потребує розробки і впровадження заходів з оздоровлення мікроклімату замкнених приміщень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губернский Ю.Д. Актуальные вопросы гигиены жилой среды и пути их решения / Ю.Д. Губернский, Н.В. Калинина // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды / под ред. Ю.А. Рахманина. — М., 2006. — С. 232-243.

2. Характеристика сучасних полімерних матеріалів та вимоги до їх гігієнічного регламентування / О.І. Волощенко, В.І. Ляшенко, І.А. Козлова та ін. // Гігієна населених місць. — 2004. — Вип. 43. — С. 215-222.

3. Оценка рисков здоровью, связанных с воздухом жилых помещений / С.М. Новиков, Ю.Д. Губернский, Н.В. Калинина, А.В. Мацюк // Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды / Под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. — М., 2004. — С. 150-153.

4. Indoor air pollution from solid fuels and risk of hypopharyngeal/laryngeal and lung cancers: a multicentric case-control study from India / A. Spakota, V. Gajalakshmi, D.H. Jetly et al. // Oxford Journals Medicine International Journal of Epidemiology. — V. 37, Is. 2. — P. 321-328.

5. Оценка риска воздействия на здоровье населения химических веществ, загрязняющих воздух жилой среды / Ю.Д. Губернский, С.М. Новиков, Н.В. Калинина, А.В. Мацюк // Гигиена и санитария. — 2006. — № 6. — С. 27-37.

6. Оценка риска воздействия на здоровье населения химических веществ, загрязняющих воздух жилой среды / Ю.Д. Губернский, С.М. Новиков, Н.В. Калинина, А.В. Мацюк // Гиг. и сан. — 2002. — № 6. — С. 27-30.

7. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Метод. рек. МР 2.2.12-142-2007. — Офіц. вид. — Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2007. — 27с.

8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Руководство Р 2.1.10.1920-04. — М., 2004. — 143 с.

REFERENCES

1. Gubernskii Ju.D., Kalinina N.V. In : Itogi i perspektivy nauchnyh issledovaniy po probleme ekologii cheloveka i gigieny okruzhaiushchei sredy [Results and Perspectives of the Scientific Research on the Problem of Human Ecology and Environmental Health]. Moscow, 2006 : 232-243 (in Russian).

2. Voloshchenko O.I., Lishashenko V.I., Kozlova I.A., Pastushenko S.H., Chekal V.M., Holichenkov O.M. et al. In : Hihien-na naselenykh misty : zb. nauk. pr. [Hygiene of Settlements]. Kyiv, 2004 ; 43 : 215-222 (in Ukrainian).

3. Novikov S.M., Gubernskii Ju.D., Kalinina N.V., Matsiuk A.V. In : Problemy ocenki riska zdoroviu naseleniia ot vozdeistviia faktorov okruzhaiushchei sredy [Problems of the Assessment of the Risk for Population's Health from the Effect of Environmental Factors]. Moscow, 2004 : 150-153 (in Russian).

4. Amir Sapkota, Vendhan Gajalakshmi, Dhaval H. Jetly, Soma Roychowdhury, Rajesh P. Dikshit. International Journal of Epidemiology. 2008 ; 37 (2) : 321-328.

5. Gubernskii Ju.D., Novikov S.M., Kalinina N.V., Matsiuk A.V. Gig. i san. 2002 ; 6 : 27-30 (in Russian).

6. Otsinka ryzyku dlia zdorovia naselennia vid zabrudnennia atmosfernoho povitria : metodychni rekomendatsii MR 2.2.12-142-2007 [Assessment of the Risk for the Population from the Atmospheric Air Pollution; Methodical Recommendations MR 2.2.12 — 142-2007]. Kyiv : Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy, 2007 : 27 p. (in Ukrainian).

7. Rukovodstvo po ocenke riska dlia zdorovia naseleniia pri vozdeistvii himicheskikh veshhestv, zagriazniaiushchih okruzhaiushchuiu srediu : Rukovodstvo R 2.1.10.1920-04 [Manual on the Assessment of the Risk for the Population's Health under Effect of Chemical Substances Contaminating Environment: Manual R 2.1.10.1920-04]. Moscow, 2004 : 143 p. (in Russian).

Надійшла до редакції 27.09.2013

Таблиця 4 Питома вага внеску окремих мікросередовищ перебування людини у формування канцерогенного ризику

Середовище перебування людини	Канцерогенний ризик	
	ризик $\times 10^{-4}$	питома вага внеску, %
Житлові приміщення	7,3	55,3
Громадські приміщення	3,7	28,0
Атмосферне повітря	2,2	16,7