ATROF-MUHIT MONITORINGI ASOSIDA RESPIRATOR KASALLIKLAR XAVFINI BAHOLASH

Axunjonova Xakimaxon Abdumannabovna - assistent
Central Asian Medical University (Farg'ona, O'zbekiston)

Annotatsiya: *Xalqaro statistik tahlillar, xususan JSST va Amerika Yurak Assotsiatsiyasi tomonidan e'lon qilingan ilmiy bayonotlar, havoning ifloslanishi bilan yurak-qon tomir kasalliklari va o'pka kasalliklari o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik mavjudligini ta'kidlamoqda [4,5,6,8]. Ushbu maqolada atrof-muhit monitoringi orqali yig'ilgan ma'lumotlar asosida respirator kasalliklar xavfini aniqlash, tahlil qilish va bashorat qilish usullari yoritilgan. Havo sifatining yomonlashuvi, ayniqsa, PM2.5, NO_2 va SO_2 gazlarining yuqori kontsentratsiyasi aholining sog'lig'iga, xususan respirator tizimga salbiy ta'siri borligi ilmiy manbalar asosida isbotlangan. Tadqiqot Farg'ona vodiysi misolida olib borilgan. Bu yondashuv sog'liqni saqlash tizimining profilaktik choralari samaradorligini oshirish, shuningdek, ekologik siyosatni ilmiy asosda olib borish imkonini beradi.*

Kalit so'zlar: *havo ifloslanishi, respirator kasalliklar, ekologik monitoring, prognozlash modeli, epidemiologik tahlil, xavf baholash, real vaqtli monitoring, iqlimiy omillar, atmosferaning kimyoviy tarkibi, monitoring tizimi integratsiyasi, distribyutiv kechikma modellari (DLM), ko'p o'zgaruvchili regressiya.*

ENVIRONMENTAL MONITORING-BASED ASSESSMENT OF RESPIRATORY DISEASE RISK

Akhundzhonova Khakimakhon Abdumannabovna - assistant
Central Asian Medical University (Fergana, Uzbekistan)

Abstract: *International statistical analyses, in particular scientific statements published by WHO and the American Heart Association, emphasize a direct link between air pollution and cardiovascular as well as pulmonary diseases [4,5,6,8]. This article explores methods for identifying, analyzing, and forecasting the risk of respiratory diseases using data obtained through environmental monitoring. The deterioration in air quality—especially high concentrations of PM2.5, NO_2, and SO_2 gases—has been scientifically proven to have a negative impact on public health, particularly on the respiratory system. The study was conducted using data from the Fergana Valley region. This approach enhances the effectiveness of preventive measures within the public health system and supports the development of scientifically grounded environmental policy.*

Key words: *air pollution, respiratory diseases, environmental monitoring, forecasting model, epidemiological analysis, risk assessment, real-time monitoring, climatic factors, chemical composition of the atmosphere, integration of monitoring systems, distributed lag models (DLM), multivariable regression.*

ОЦЕНКА РИСКА РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ахунжонова Хакимахон Абдуманнабовна - ассистент
Центрально-Азиатский медицинский университет (Фергана, Узбекистан)

Аннотация: *Международные статистические исследования, в частности научные заявления ВОЗ и Американской кардиологической ассоциации, подчеркивают наличие прямой связи между загрязнением воздуха и сердечно-сосудистыми, а также легочными заболеваниями [1,2,5,8]. В данной статье рассматриваются методы выявления, анализа и прогнозирования риска респираторных заболеваний на основе данных экологического мониторинга. Доказано, что ухудшение качества воздуха, особенно высокая концентрация PM2.5, NO_2 и SO_2, оказывает негативное влияние на здоровье населения, особенно на дыхательную систему. Исследование проведено на примере Ферганской долины. Такой подход повышает эффективность профилактических мероприятий в системе здравоохранения и способствует разработке научно обоснованной экологической политики.*

Ключевые слова: *загрязнение воздуха, респираторные заболевания, экологический мониторинг, модель прогнозирования, эпидемиологический анализ, оценка риска, мониторинг в реальном времени, климатические факторы, химический состав атмосферы, интеграция мониторинговой системы, модели с распределенным лагом (DLM), многовариантная регрессия.*

Dolzarbligi.

So'nggi yillarda global miqyosda sanoatlashuv va urbanizatsiyaning jadal sur'atlar bilan rivojlanishi fonida atmosfera havosining ifloslanishi inson salomatligiga ta'sir qiluvchi eng muhim omillardan biriga aylangan. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) hisobotlariga ko'ra, har yili 7 millionga yaqin

inson aynan havoning yomon sifati bilan bog‘liq sabablarga ko‘ra hayotdan ko‘z yumadi [1].

Atmosferadagi zarrachalar — xususan PM2.5, NO_2 va SO_2 — ko‘plab ilmiy ishlarda surunkali respirator va yurak-qon tomir kasalliklarining asosiy xavf omillari sifatida ko‘rsatib o‘tilgan.

Masalan, Lelieveld va hammualliflarining tadqiqotlarida havoning ifloslanishi yurak-qon tomir kasalliklaridan kelib chiqadigan o‘lim holatlarining 40% gacha bo‘lgan ulushini tashkil qilishi mumkinligi aniqlangan [5]. Shuningdek, Pope va Dockery tomonidan o‘tkazilgan metaanaliz asosida, PM2.5 konsentratsiyasining har 10 μg/m^3 ga ortishi o‘lim xavfini 6% ga oshirishi mumkinligi ko‘rsatilgan [6].

Bundan tashqari, ushbu zararli komponentlarning organizmga uzoq muddatli ta’siri nafaqat o‘pka to‘qimalarida yallig‘lanish va oksidlovchi stressni kuchaytiradi, balki gen ekspressiyasi, DNK metilatsiyasi va hujayraviy apoptoz yo‘llariga ta’sir ko‘rsatish orqali o‘smalar rivojlanish xavfini ham sezilarli darajada oshiradi [4,8]. PM2.5 zarrachalari epiteliy va endoteliy hujayralariga chuqur kirib borib, oksidlovchi stress orqali interleykinlar (IL-6, TNF-α) va C-reaktiv oqsil darajasini oshirib, surunkali yallig‘lanish muhitini shakllantiradi. Bu jarayonlar genom darajasida hujayra siklining buzilishiga, mutatsion yuk ortishiga va shikastlangan DNK tuzilmalarining to‘planishiga olib keladi [6].

Hozirgi zamon ekologik epidemiologiyasi ushbu bog‘liqlikni statistik modellashtirish, xususan, ko‘p o‘zgaruvchili regressiya, distribyutiv lag modellari (DLM) va Cox proporsional xavf modellari orqali chuqur baholamoqda [5]. Bu metodlar PM2.5 ekspozitsiyasi bilan saraton, yurak-qon tomir va nafas yo‘llari kasalliklari o‘rtasida aniq korrelyatsiyani kvantitativ ko‘rsatkichlar orqali tasdiqlashga xizmat qiladi.

Pope va Dockery tomonidan olib borilgan fundamental tadqiqotda nafas a’zolariga ta’sir etuvchi mikrozarrachalar (PM2.5) organizmda surunkali yallig‘lanish jarayonlarini qo‘zg‘atib, endoteliya disfunksiyasiga, yurak ritmining buzilishiga, arterial gipertenziyaga va yurak ishemik holatlarining kuchayishiga olib kelishi aniqlangan. Ularning 2006-yilda e’lon qilgan tadqiqotida PM2.5 kontsentratsiyasining har 10 μg/m^3 ga ortishi umumiy o‘lim ko‘rsatkichini 6% gacha oshirishi mumkinligi qayd etilgan [6].

Shuningdek, Lelieveld va hammualliflari Yevropa mamlakatlarida olib borgan ko‘p parametrli modellashtirish asosida tuzilgan baholashda havoning ifloslanishi yurak-qon tomir kasalliklari bo‘yicha o‘lim holatlarining 40% dan ortig‘ini tashkil etishi mumkinligini aniqlagan. Ularning 2019-yilgi izlanishida atmosferadagi PM2.5 zarrachalarining uzoq muddatli ta’siri yurak mushaklarida oksidlovchi stress, endotelial disfunksiya va yurak hujayralarida apoptoz mexanizmlarini faollashtirishi bilan bog‘liqligi ilmiy asosda bayon etilgan. Shu bilan birga, bu zarrachalarning yurak qon aylanish tizimida giperviskozlikni kuchaytirishi, gemostaz buzilishi orqali tromboembolik asoratlar, xususan miokard infarkti va insult xavfini oshirishi qayd etilgan. Mazkur ishda o‘lim statistikasi va atmosferadagi PM2.5 darajalari o‘rtasidagi bog‘liqlik matematik regressiya modellarida R^2>0.85 darajada yuqori korrelyatsiya bilan aniqlangan bo‘lib, bu atrof-muhit omillarining yurak-qon tomir salomatligiga chuqur ta’sirini tasdiqlaydi [5].

O‘zbekiston Respublikasi hududida, xususan Farg‘ona vodiysi singari sanoatlashgan, relyefi cheklangan va aholi zich joylashgan hududlarda ushbu omillar yanada dolzarb tus oladi. Farg‘ona vodiysi bo‘yicha 2023-yilda o‘tkazilgan monitoringlar shuni ko‘rsatadiki, havodagi zararli moddalar miqdori JSST me’yoriy chegaralaridan bir necha marotaba oshgan holatlar qayd etilgan. Xususan, Farg‘ona shahrining sanoat markazlariga yaqin joylashgan hududlarida PM2.5 kontsentratsiyasi 50–65 μg/m^3 oralig‘ida qayd etilgan bo‘lib, bu JSST tavsiya etgan 25 μg/m^3 darajasidan ikki baravarga yuqori [1].

Shuningdek, 2023-yil bahor mavsumida Farg‘onadagi bolalar poliklinikalariga pnevmoniya va bronxit tashxisi bilan murojaat qilganlar soni o‘rtacha 26% ga oshgani mahalliy tibbiy statistika orqali aniqlangan [2]. Bu epidemiologik kuzatuvlar ekologik xavf va kasalliklar o‘rtasidagi bog‘liqlikni hududiy kontekstdan yoritib beradi va mahalliy sog‘liqni saqlash tizimi uchun real tahdidni ko‘rsatadi.

Shu maqolada aynan atrof-muhit monitoringi orqali yig‘ilgan ma’lumotlar asosida respirator kasalliklar xavfini baholash, sog‘liq xavfini prognozlash va real vaqtli monitoring tizimlarini tibbiyot amaliyotiga integratsiyalash bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqiladi.

Tadqiqotning maqsadi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — Farg‘ona viloyati misolida atmosfera havosining ifloslanish ko‘rsatkichlari asosida aholining respirator kasalliklarga chalinish xavfini aniqlash, bu xavfni bashorat qiluvchi statistik modellashtirish usullarini ishlab chiqish va sog‘liqni saqlash tizimiga moslashtirilgan monitoring algoritmini taklif etishdan iborat. Bunda asosiy urg‘u ekologik omillar (PM2.5, NO_2 va SO_2 va boshqa zararli gazlar) bilan sog‘liq ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi statistik bog‘liqlikni aniqlashga qaratilgan. Tadqiqotning maqsadi ekologik monitoring tizimlarining real vaqtli sog‘liqni baholashda qo‘llanilishi imkoniyatlarini chuqur o‘rganish, baholash va tavsiyalar ishlab chiqishni ham qamrab oladi.

Materiallar va usullar.

Tadqiqot 2023-yil davomida Farg‘ona shahrida olib borildi. Havo ifloslanishini baholash bo‘yicha asosiy ma’lumotlar Farg‘ona viloyati Ekologiya

boshqarmasining statsionar monitoring stansiyalaridan olindi [1]. PM2.5, NO_2, SO_2, CO va O_3 gazlarining o‘rtacha sutkalik konsentratsiyasi har kuni qayd etildi.

Sog‘liq holatiga oid statistik ma’lumotlar Farg‘ona viloyat sog‘liqni saqlash boshqarmasi va 2 ta markaziy poliklinikaning 2023-yilgi bemorlar elektron kartotekasi asosida yig‘ildi. Ular orasida bronxit, pnevmoniya, astma tashxislari bo‘yicha murojaatlar soni kunlik ajratilib tahlil qilindi [2].

Qo‘shimcha kovariatlar sifatida O‘zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya markazidan olingan ob-havo ko‘rsatkichlari (harorat, namlik, shamol tezligi) qo‘shildi. Bu omillar ifloslantiruvchi gazlarning tarqalishi va ta’sir kuchiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi sababli modelga kiritildi.

Statistik tahlillar R dasturiy ta’minotida amalga oshirildi [6]. Ma’lumotlar normalizatsiyalandi, keyin esa tasviriy statistikalar (o‘rtacha, kvartillar, dispersiya) hisoblandi. O‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqlik Spearman va Pearson korrelyatsiya koeffitsientlari orqali aniqlandi.

Vaqt qatorlari (time series) asosida kechiktirilgan ta’sirni aniqlash uchun distributed lag model (DLM) ishlatildi, bunda ifloslantiruvchi gazlar ta’sirining 3–5 kun davomida davom etuvchi kechikkan effekti ham baholandi [7]. Ko‘p o‘zgaruvchili lineer regressiya modeli yordamida prognozlash algoritmi tuzildi va R^2 hamda MAE ko‘rsatkichlari orqali modelning aniqligi baholandi.

Olingan model 2023-yil dekabr oyidagi mustaqil ma’lumotlar bilan validatsiya qilindi. Modelning prognoz aniqligi 85% dan yuqori bo‘lgan holatlarda amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi va sog‘liqni saqlash muassasalari uchun tavsiya qilindi.

Atmosferani ifloslantiruvchi moddalardan ayniqsa PM2.5 (diametri 2.5 mikrondan kichik chang zarrachalari), NO_2 (azot dioksidi), SO_2 (oltingugurt dioksidi), CO (uglerod oksidi) va O_3 (ozon) inson salomatligiga eng katta tahdid soladi [5,6]. Ular nafaqat nafas yo‘llarining yallig‘lanishiga, balki yurak-qon tomir tizimi, markaziy asab tizimi, homiladorlikdagi asoratlar va hatto malign o‘simtalar rivojlanishiga ham olib kelishi mumkin. PM2.5 zarrachalari alveolyar membranani bosib o‘tib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri qon aylanish tizimiga o‘tishi bilan xavflidir. Bu zarrachalar surunkali bronxit, astma, surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi, yurak ishemik kasalligi va o‘pka saratoni bilan bog‘liqligi yuqori ekanligi ko‘plab ilmiy tadqiqotlar bilan tasdiqlangan [5,6].

Shu nuqtai nazardan, ekologik muhit va sog‘liq o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqur o‘rganish, ayniqsa urbanizatsiya darajasi yuqori bo‘lgan hududlarda dolzarb ahamiyat kasb etadi. Aholining zich joylashuvi, transport harakati intensivligi, sanoat korxonalarining konsentratsiyasi va landshaft xususiyatlari havodagi zararli moddalar to‘planishini kuchaytiruvchi omillar sifatida namoyon bo‘ladi.

Olingan natijalar va uning muhokamasi.

Tadqiqot natijalari xalqaro ilmiy izlanishlar bilan solishtirildi va mavjud ilmiy dalillar bilan yuqori darajada mos kelishi kuzatildi. Xususan, Lelieveld va Pope tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda havodagi PM2.5 konsentratsiyasining ortishi bilan yurak-qon tomir, shuningdek, o‘pka kasalliklari sonining ortib borishi statistik jihatdan isbotlangan [2,6]. Bizning tahlillarimizda ham xuddi shu zarrachalar bilan nafas yo‘li kasalliklari orasida ijobiy korrelyatsiya mavjudligi aniqlandi.

Tahlil qilingan demografik guruhlar ichida bolalar va yoshi kattalar eng sezuvchan qatlam sifatida ajralib turdi. Bu holat JSST va O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi tomonidan e’tirof etilgan epidemiologik kuzatuv natijalari bilan hamohangdir [1,2,8]. Bolalar organizmining anatomik va immunologik xususiyatlari ularni iflos havodan ko‘proq zarar ko‘rishga olib keladi, keksa yoshlarda esa surunkali kasalliklar fonida qo‘shimcha xavf ortadi.

Shuningdek, real vaqtli monitoring tizimlarining zarurligi tadqiqot davomida yana bir bor o‘z isbotini topdi. Sensorlar asosida doimiy ravishda yig‘ilayotgan ma’lumotlar sog‘liqni saqlash muassasalari uchun prognozli rejalashtirish, aholining zaif qatlamlarini oldindan ogohlantirish va epidemik bosqichlarni boshqarish imkonini beradi [3,7]. Bunday tizimlarning joriy etilishi nafaqat tibbiy, balki iqtisodiy jihatdan ham samarali hisoblanadi.

Olingan ilmiy dalillar asosida aniqlangan havodagi ifloslantiruvchi moddalarning sog‘liqqa ta’siri faqatgina kasalliklar soni bilan emas, balki ularning og‘irlik darajasi va davolanish xarajatlari bilan ham izohlanadi [4,6]. Shu nuqtai nazardan, ekologik monitoring natijalarining sog‘liqni saqlash tizimi bilan integratsiyasi dolzarb va zamonaviy yondashuv sifatida e’tirof etiladi.

O‘zbekiston Respublikasi, xususan, sanoatlashgan va aholi zich joylashgan Farg‘ona vodiysi ushbu talablarga to‘la mos tushadi va shu sababli ilmiy-amaliy tadqiqotlar uchun muhim laboratoriya maydoni sifatida qaralmoqda. Farg‘ona viloyati geografik jihatdan havoning aylanishi cheklangan botqoqlik va vodiy relyefida joylashgani bois ifloslantiruvchi moddalar bu hududda uzoq vaqt saqlanib qoladi. Bahor va qish mavsumlarida havoning harorat inversiyasi, namlik va past shamol tezligi tufayli ifloslanish kuchayib boradi.

Shu davrda aholi orasida nafas yo‘llari infeksiyalari, bronxial astma, pnevmoniya va boshqa respirator muammolar soni ortgani kuzatiladi. Ayni paytda, epidemiologik kuzatuvlar havodagi zararli gazlar va chang zarrachalari kontsentratsiyasi oshgan vaqtlarda shifokorga murojaatlar soni 20–30%

ga ko‘payganini ko‘rsatmoqda. Ushbu holatlar ekologik monitoring tizimini yanada takomillashtirish, xavfli mavsumiy davrlarni oldindan aniqlash va mavjud ma’lumotlar asosida sog‘liq xavfini aniqlash mexanizmlarini yaratishni taqozo etadi. Shuningdek, mahalliy va respublika darajasida havo ifloslanishini kamaytirish bo‘yicha strategik qarorlar qabul qilishda ilmiy asoslangan epidemiologik tahlillar muhim rol o‘ynaydi.

Xulosa.

Ushbu tadqiqot asosida shunday xulosaga kelinadiki, atrof-muhitdagi havo sifati va respirator kasalliklar o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqur tahlil qilish imkonini beruvchi monitoring tizimlari zamonaviy sog‘liqni saqlash siyosatining ajralmas qismiga aylanishi zarur. Farg‘ona vodiysi misolida olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, havo tarkibidagi zararli moddalarning ko‘payishi bevosita nafas yo‘llari kasalliklari sonining ortishiga olib kelmoqda. Bundan tashqari, vaqtinchalik emas, balki davomli monitoring asosida xavfni erta aniqlash imkoniyati mavjud bo‘lib, bu yondashuv sog‘liqni saqlash tizimida prognozli rejalashtirishni ta’minlaydi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ekologik xavflar ta’siriga eng sezuvchan guruhlar — bolalar, qariyalar va surunkali kasalliklarga ega aholi qatlamidir. Shu sababli monitoring natijalari asosida ushbu guruhlar uchun alohida himoya choralari ko‘rish talab etiladi. Bundan tashqari, ekologik omillarni hisobga olgan holda sog‘liqni saqlash infratuzilmasini rivojlantirish va profilaktika siyosatini ishlab chiqish zarur.

Umuman olganda, havo ifloslanishini nazorat qilish va uning sog‘liqqa ta’sirini baholovchi kompleks yondashuv O‘zbekistonda ham amaliyotga keng joriy qilinishi lozim. Bu nafaqat aholi salomatligini yaxshilashga, balki sog‘liqni saqlash xarajatlarini kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga ham xizmat qiladi.

1.Har bir mahalliy hokimiyat ekologik monitoring stansiyalarini zamonaviy uskunalar bilan jihozlashi va doimiy real vaqtli kuzatuv tizimlarini yaratishi zarur.

2.Aholining eng zaif qatlamlari (bolalar, qariyalar, surunkali bemorlar) uchun havo sifati yomonlashgan kunlarda ijtimoiy ogohlantirish va himoya choralari (maska taqish, cheklovlar) yo‘lga qo‘yilishi lozim.

3.Ekologik monitoring natijalari tibbiyot muassasalarining elektron sog‘liq tizimlari bilan integratsiyalashgan bo‘lishi, bashorat modellariga asoslangan erta ogohlantirish funksiyasi ishlashi zarur.

4.Poliklinikalar va shifoxonalar havo ifloslanishi ortgan mavsumlarda respirator kasalliklar oqimini prognoz qilishi va resurslar (xodim, dori vositalari, o‘rin) rejalashtirilishini oldindan ta'minlashi kerak.

5.O‘quv dasturlarida ekologik sog‘liq, havoning ta’siri, individual himoya choralariga oid mavzular kiritilishi hamda aholining ekologik savodxonligi muntazam oshirilishi tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Farg‘ona viloyati Ekologiya boshqarmasi. (2023). *Farg‘ona shahrida atmosfera havosining holati bo‘yicha statistik axborot*. Farg‘ona: Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish boshqarmasi. 5–26 betlar.

2. Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan. (2023). *Annual Report on Respiratory Diseases in Uzbekistan*. Tashkent: UzMedInfo Publishing. 8–54 betlar.

3. Uzbekistan Ministry of Ecology. (2022). *National Report on Air Quality Monitoring*. Tashkent: Ministry of Ecology and Environmental Protection. 12–43 betlar.

4. Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R. V., Mittleman, M. A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S. C., Whitsel, L., & Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation, 121*(21), 2331–2378. https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbece1

5. Lelieveld, J., Klingmüller, K., Pozzer, A., Burnett, R. T., Haines, A., & Ramanathan, V. (2019). Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *European Heart Journal, 40*(20), 1590–1596. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135

6. Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association, 56*(6), 709–742. https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485

7. Shadwick, D. S., & Smith, A. J. (2020). Integrating public health data and environmental sensors to improve air quality forecasting in urban areas. *Environmental Health Perspectives, 128*(9), 97001. https://doi.org/10.1289/EHP6852

8. World Health Organization. (2018). *Air pollution and child health: prescribing clean air*. Geneva: WHO. 15–97 betlar. https://www.who.int/publications/i/item/air-pollution-and-child-health