
Luftföroreningar och lungsjukdomar

MIKAELA GROTFELT-ENEGREN* OCH KATI MÄKELÄ*

Luftföroreningar är ett av de mest förbisedda hoten mot vår hälsa, fastän de globalt sett hör till de viktigaste hälsoriskfaktorerna tillsammans med högt blodtryck, tobak, ohälsosamma matvanor, högt blodsocker och övervikt. Människors hälsa påverkas också indirekt via de omfattande effekterna på miljön och klimatet. De viktigaste källorna till luftföroreningar utgörs av industrin, transportsektorn, energiproduktionen och jordbruket.

Luftföroreningar har kunnat kopplas till en mängd olika sjukdomar. I den här artikeln ligger fokus på konsekvenserna för lunghälsan orsakade av föroreningar i utomhusluften. Exponering för luftföroreningar försämrar hälsan hos såväl friska individer som hos personer med kroniska lungsjukdomar. I Finland beräknas dödligheten på grund av luftföroreningar vara minst 2 000 personer per år. Men ny forskning visar att negativa hälsoeffekter både är kraftigare och ses vid lägre luftföroreningshalter än vad som tidigare beräknats. Än så länge har det inte varit möjligt att ange en säker gräns, under vilken skadliga effekter inte inträffar. Särskilt vid behandling av patienter med lungsjukdomar bör luftföroreningar beaktas som en riskfaktor liknande rökning, som både läkaren och patienten kan påverka. Patienterna kan till viss mån minska sin exponering och läkarna kan öka medvetenheten kring luftföroreningarnas hälsoeffekter. Därtill har vi alla en möjlighet att påverka och kräva beslut som minskar utsläppsmängderna i vårt samhälle.

Inledning

Luftföroreningar är ett av de största och mest omedelbara hoten mot människors hälsa och mot miljön. Enligt den internationella studien Global Burden of Disease hör luftföroreningar till de viktigaste hälsoriskfaktorerna tillsammans med högt blodtryck, tobak, ohälsosamma matvanor, högt blodsocker och övervikt (1). Luftföroreningar skadar de flesta organ-system och har kunnat kopplas till många sjukdomar, såsom hjärt- och kärlsjukdomar, diabetes och demens samt lungsjukdomar som astma, kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL), lunginflammation och lungcancer. Globalt sett har luftföroreningar beräknats orsaka 20 procent av dödsfallen i ischemisk hjärtsjukdom, 26 procent av dödsfallen i stroke och 19 procent av dödsfallen i lungcancer (1). Totalt sett har luftföroreningar i utomhusluften beräknats stå för cirka 4,5 miljoner och luftföroreningar i inomhusluften för omkring 2,3 miljoner dödsfall (1). Enligt europeiska

SKRIBENTERNA

Mikaela Grotenfelt-Enegren, ML, är specialist i hälsovård och verkar som överläkare på enheten för miljöhälsa inom Institutet för hälsa och välfärd.

Kati Mäkelä, MD, läkare under specialistutbildning i lungsjukdomar och allergologi, HUS Hjärt- och lungcentrum.

miljöbyrån (European Environmental Agency, EEA) orsakade luftföroreningar 300 000 förtida dödsfall i EU år 2021 (2). Utöver dödsfall leder luftföroreningar till en förlust av hundratals miljoner friska levnadsår (1).

Värst drabbar luftföroreningar individer med kroniska hjärt- och lungsjukdomar. Vidare hör äldre, barn och gravida till dem som är mest utsatta för de negativa hälsoeffekterna (3). Även personer med övervikt och

* Båda skribenterna har bidragit likvärdigt till artikeln.

låginkomsttagare räknas till riskgrupperna (4, 5). Också friska personer kan få lindriga symtom, såsom snuva och hosta, exempelvis när det finns mycket gatudamm i luften.

De mest betydande hälsoeffekterna orsakas av fina partiklar (PM_{2,5}, d.v.s. partiklar med en genomskärning på 2,5 mikrometer eller mindre) och grova partiklar (PM₁₀, d.v.s. partiklar med en genomskärning på 10 mikrometer eller mindre), kvävedioxid, samt marknära ozon. Dessa uppstår vid mänskliga aktiviteter, såsom vid förbränning av fossila bränslen i trafiken, inom industrin och i kraftverk. Små luftburna partiklar uppstår också vid bergshantering och vid naturfenomen såsom sandstormar och bränder.

Ny forskning visar att de negativa hälsoeffekterna både är allvarligare och ses vid lägre halter än vad som tidigare kunnat påvisas. Detta har bland annat lett till att Världshälsoorganisationen (World Health Organisation, WHO) år 2021 slog fast klart strängare gränsvärden (6). För närvarande diskuterar EU ambitionsnivån för sina riktlinjer. De riktlinjer som kommissionen har föreslagit har varit klart mer tillåtande än WHO:s rekommendationer, vilket har väckt omfattande kritik bland experter och gett upphov till ställningstaganden från bland andra European Respiratory Society (ERS) och European Lung Foundation (ELF) (7).

Förutom de direkta hälsoeffekterna orsakar luftföroreningarna också omfattande följder för människors och miljöns hälsa bland annat genom nedsmutsning, övergödning, försurning och genom att påskynda klimatförändringen. I den här artikeln ligger fokus på luftföroreningarna i utomhusluften och deras direkta konsekvenser för lunghälsan i den vuxna befolkningen.

Luftföroreningar är speciellt skadliga för lungorna

Lungorna är de inre organ som är mest i kontakt med yttervärlden, och de är därför särskilt känsliga för effekterna av luftföroreningar. Luftföroreningar är en betydande riskfaktor för att utveckla akuta och kroniska lungsjukdomar med tillhörande dödlighet (1). Både kortvarig och långvarig exponering för partiklar försämrar också friska människors lungfunktion redan vid relativt låga koncentrationer (4).

Luftföroreningar skadar lungorna både direkt och indirekt, till exempel genom att de

stärker effekten av allergener och mikrober. Dessutom orsakar de låggradig systemisk inflammation (8). De skadliga effekterna varierar också beroende på exempelvis temperatur och partiklarnas storlek, struktur och sammansättning. Barn är mer känsliga än vuxna för de skadliga effekterna av luftföroreningar på lungorna, eftersom barnens organ är under utveckling, deras andningsfrekvens är högre och de ofta tillbringar mer tid utomhus än vuxna (3). Äldre å andra sidan har minskad reserv för att motstå de negativa effekterna av luftföroreningar (9).

I utvecklingen av obstruktiva lungsjukdomar är inflammation en nyckelmekanism. Luftföroreningar utlöser produktion av proinflammatoriska kemokiner i luftvägarnas epitelceller. Detta lockar inflammatoriska celler till luftvägarna (10). Inflammationen orsakar bronkiolit och bronkial hyperreaktivitet, hosta, slemproduktion och emfysem (10). Dessutom orsakar luftföroreningar oxidativ stress: neutrofiler som attraheras till luftvägarna frigör syreradikaler (reactive oxygen species, ROS), som skadar lungepitelet (11). Oxidativ stress kan orsaka störningar i immunförsvaret och därmed predisponera för infektioner (10). Luftföroreningar stör också den mukociliära och makrofagmedierade reningen (10).

Luftföroreningar är en riskfaktor för lungcancer eftersom de innehåller mutagener och karcinogener, såsom benzo(a)pyren som tillhör de polycykliska aromatiska föreningarna (PAH) (8). Det finns tre gånger så många mutationer i lungcancerprover från patienter som exponerats för mycket luftföroreningar som hos kontrollpersoner (12). Dessutom verkar epigenetiska mutationer, såsom DNA-metylering, spela en stor roll (8).

Luftföroreningar utlöser också mekanismer som tros vara centrala i patogenesen för lungfibros. De orsakar kromosomförändringar, såsom telomerförkortning och accelererat åldrande, vilket stör den alveolära re-epitelialiseringen (13). Partiklarna påskyndar också omvandlingen av pneumocyter till mesenky-mala celler (14).

Astma

Sambandet mellan luftföroreningar och utveckling av astma i barndomen är tydligt, medan evidensen för sambandet vid astmadebut i vuxen ålder inte är lika stark (15, 16). Exponering för trafikrelaterade luftföroreningar förefaller öka risken att utveckla astma (17).

Omfattande exponering för partiklar ökar risken för att astmapatienter utvecklar KOL (18). Vid både barndoms- och vuxenastma har luftföroreningar visat sig försämra behandlingsbalansen, till exempel så att behovet av luftförsvidgande läkemedel ökar och vårdkontaktarna och exacerbationerna blir fler (11). Skadliga effekter av luftföroreningar hos astmatiker uppträder med olika intensitet under olika årstider: partiklar på våren och svaveldioxid på hösten och vintern försämrar lungfunktionen hos astmapatienter (19). Hög exponering för fina partiklar försämrar behandlingsbalansen i högre grad hos patienter med allergisk än hos patienter med icke-allergisk astma (20). I Kina har man funnit att hög korttidsexponering för luftföroreningar också ökar den astmarelaterade mortaliteten (21).

Kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL)

Tidigare trodde man att KOL främst orsakas av tobaksrökning. I Finland är tobaksrökning fortfarande den viktigaste bakomliggande riskfaktorn, men på det globala planet är också luftföroreningar av stor betydelse. En färsk rapport från arbetsgruppen The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) uppskattar att luftföroreningar kan stå för upp till 50 procent av riskfaktorerna för KOL, särskilt i låginkomstländer (10). I ljuset av vår nuvarande kunskap förefaller gasformiga luftföroreningar inverka framför allt på utvecklingen av emfysem, medan fina och ultrafina partiklar är mer benägna att orsaka kronisk bronkit (10). Långtidsexponering för förhöjda koncentrationer av fina partiklar och kvävedioxid har således visat sig öka incidensen (16) och prevalensen (5) av KOL. Förhöjda koncentrationer av luftföroreningar har samband med en ökning av kroniska luftvägssymtom och akuta exacerbationer hos KOL-patienter (22, 23) samt med en snabbare försämring av lungfunktionen (24). Särskilt KOL-patienter som är rökare, kvinnor, över 65 år eller låginkomsttagare är benägna att få andningsproblem när luftföroreningskoncentrationerna är högre (22, 25). Hos KOL-patienter ökar både kortvarig och långvarig exponering för partiklar risken för dödlighet både i själva sjukdomen och i hjärt- och kärlsjukdomar (10).

Lungcancer

Cancerforskningscentret International Agency for Research on Cancer (IARC) har klassificerat luftföroreningar som ett karcinogen

i grupp 1. Av de modifierbara riskfaktorerna för dödsfall i lungcancer står fina partiklar i utomhusluften för 15 procent, medan rökning står för 62 procent och passiv rökning för 5,8 procent (1). Långvarig exponering för luftföroreningar ökar risken för lungcancer, särskilt hos patienter med hög genetisk risk (26). Luftföroreningar förefaller också öka risken för att utveckla adenokarcinom, särskilt hos kvinnor (27). Speciellt hos män ökar långvarig exponering för höga partikelkoncentrationer risken för lungcancerdöd, oavsett rökning (28). Hos patienter med icke-småcellig lungcancer som diagnostiserats i ett tidigt stadium är medianöverlevnaden klart längre, när exponeringen för fina partiklar har varit lägre än hos patienter med hög exponering (5,7 år respektive 2,4 år) (29).

Interstitiella lungsjukdomar

Sambandet mellan luftföroreningar och interstitiell lungsjukdom (interstitial lung disease, ILD) har studerats, särskilt sambandet med idiopatisk lungfibros (idiopathic pulmonary fibrosis, IPF) (13). I lungvävnadsprover från det finska IPF-registret har större partikel-mängder påvisats hos patienter från de södra delarna av landet än hos patienter från de norra delarna (30). Enligt nuvarande uppfattning finns en genetisk predisposition för IPF, och utlösande faktorer, såsom luftföroreningar, orsakar alveolära skador. Skadorna läks på ett onormalt sätt genom ärrbildning. Genetiskt predisponerade individer löper ökad risk att utveckla IPF om de utsätts för höga nivåer av luftföroreningar (31). Höga luftföroreningskoncentrationer höjer incidensen (31) och prevalensen (32) av IPF, försämrar lungfunktionen (33), påskyndar minskningen av diffusionskapaciteten (34), ökar antalet perioder på sjukhus och särskilt antalet ödesdigra akuta exacerbationer (35). Luftföroreningar ökar också den IPF-relaterade mortaliteten (35).

Effekten av luftföroreningar på andra ILD har studerats mindre. Det finns evidens för att luftföroreningar är skadliga, åtminstone vid kronisk hypersensitivitetspneumonit och andra fibrotiserande ILD (36, 37).

Lunginfektioner

Kortvarigt förhöjda koncentrationer av fina partiklar ökar risken för att influensapatienter tas in på sjukhus (38). I en färsk, stor dansk studie ökade långvarig exponering för luft-

Tabell 1. Olika typer av luftföroeningar samt deras effekter och gränsvärden.

Typ av luftföroening	Uppkomst och viktigaste källor	Hälsoeffekter	Miljöeffekter	WHO:s riktvärden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gränsvärden i EU:s gällande luftkvalitetsdirektiv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Fina partiklar (PM _{2,5}), dvs. partiklar med en diameter på 2,5 mikrometer eller mindre	Bildas vid förbränning av fossila bränslen och förbränning av biomassa, såsom torv och ved. Uppkommer i trafiken också genom slitage på vägytan, bromsar och bildäck.	Transporteras med inandningsluften långt ner i lungorna och kan därifrån komma ut i blodet via alveolerna. Kan bl.a. innehålla tungmetaller och karcinogena ämnen. Ökar också bl.a. risken för hjärt- och kärlsjukdomar.	Bidrar till nedsmutsning och upplagring av tungmetaller och organiska miljögifter i mark och sediment. Påverkar klimatet genom inverkan på molnbildning och atmosfärens strålningsbalans.	5 (årsriktvärde)	25 (årsgränsvärde)
Grova partiklar (PM ₁₀), dvs. partiklar med en diameter på 10 mikrometer eller mindre	Bildas vid förbränning av fossila bränslen och förbränning av biomassa, såsom torv och ved. Uppkommer i trafiken också genom slitage på vägytan, bromsar och bildäck. Till dessa hör också pollen och partiklar från sandstormar.	Transporteras med inandningsluften in i lungorna. Kan innehålla tungmetaller och karcinogena ämnen. Ökar bl.a. risken för hjärt- och kärlsjukdomar.	Detsamma som ovan	15 (årsriktvärde) 45 (dygnsriktvärde)	40 (årsgränsvärde) 50 (dygnsgränsvärde)
Kvävedioxid (NO ₂)	Bildas vid förbränning bl.a. i trafiken och inom energiproduktionen.	Mest betydande påverkan på andningsorganen.	Övergödning och försurning av skog, mark och vatten. Bidrar också till uppkomsten av marknära ozon.	10 (årsriktvärde) 25 (dygnsriktvärde)	40 (årsgränsvärde)
Ozon (O ₃)	Genereras vid fotokemiska reaktioner i atmosfären. Bildas främst från kväveoxider (NO _x) och flyktiga organiska föreningar (VOC) under inverkan av solljus. Finns även naturligt i luften som resultat av naturliga processer.	Irritation och effekter på lungfunktionen, särskilt hos astmatiker. Har också inverkan på dödligheten.	Har skadliga effekter på vilda växter, jordbruksgrödor och skog. Ökar också korrosionen av material. Bidrar till växthuseffekten dels indirekt genom att minska skogens upptag av koldioxid (med ca 10 procent), dels direkt då ozon i sig är en växthusgas.	100 (8 timmars medelvärde)	120 (8 timmars medelvärde)
Flyktiga organiska ämnen, exklusive metan (NMVOC) Till gruppen hör bl.a. bensen (C ₆ H ₆).	Bildas vid ofullständig förbränning, speciellt vid småskalig vedeldning, i trafiken och vid industriella förbränningsprocesser, t.ex. från el- och fjärrvärmeproduktion.	Kan vid höga halter orsaka irritation av luftvägarna. Exempelvis bensen kan vara cancerframkallande (leukemi) och även orsaka skador på arvsmassan.	Bidrar till bildningen av marknära ozon.	Gränsvärde för bensen: 5	NA
Svaveldioxid (SO ₂)	Bildas vid förbränning, främst av svavelhaltiga bränslen och i smältverk.	Orsakar irritation i luftvägarna.	Orsakar försurning av skog, mark och vatten samt korrosion av material. Svavelpartiklar ger upphov till dis och dålig sikt.	40 (dygnsriktvärde)	125 (dygnsgränsvärde)
Kolmonoxid (CO)	Bildas vid förbränning inom transportsektorn och vid el- och värmeproduktion.	Absorberas i lungorna och hämmar kroppens syreupptagning.	Påverkar syreupptagningen förutom hos människor också hos andra djur. Förvandlas till koldioxid och är därmed en indirekt växthusgas.	7 000 (dygnsriktvärde)	10 000 (8 timmars gränsvärde)
Ammoniak (NH ₃)	Uppkommer främst inom jordbruket, speciellt vid hantering av gödsel från nötkreatur.	Orsakar kraftig irritation på ögon och slemhinnor. Vid inandning av höga koncentrationer finns risk för andningsbesvär och lungskador.	Orsakar försurning och övergödning av mark och vatten, som i sin tur skadar växt- och djurlivet både på land och i vatten. Hotar på så sätt den biologiska mångfalden.	NA	NA

föroreningar risken för sjukhusintagning till följd av luftvägsinfektion (39). Långvarig exponering för luftföroreningar ökar risken för dödlighet på grund av nedre luftvägsinfektion, särskilt hos överviktiga och rökande patienter (40). De patienter med covid-19-infektion som hade högre långtidsexponering för fina partiklar än kontrollpersoner lades oftare in på intensivvårdsavdelning eller dog (41). Stora mängder luftföroreningar förefaller också öka incidensen av tuberkulos (42) och dessutom risken för återfall av tuberkulos (43).

Sömnapné

Långvarig exponering för luftföroreningar förefaller öka risken för obstruktiv sömnapné, och kortare exponering kan förvärra sjukdomen (44).

Utsläppsmängderna har minskat, men klimatförändringen förvärrar läget

Av hela jordens befolkning beräknas för tillfället 99 procent leva i områden, där WHO:s gränsvärden för luftföroreningar överskrids. Motsvarande siffra för Europa är 97 procent (2). Enligt EEA får vi i Finland njuta av den renaste luften i Europa, men också hos oss överskrids WHO:s gränsvärden för kvävedioxid och fina partiklar (2). I Finland beräknas luftföroreningar årligen orsaka minst omkring 2 000 förtida dödsfall (45). De främsta orsakerna är fina partiklar (74 %), grova partiklar (11 %) och kvävedioxid (13 %) (45).

Totalt sett har koncentrationerna av luftföroreningar minskat i höginkomstländer, men utgör fortfarande en viktig riskfaktor, speciellt i tätbefolkade områden. På grund av den åldrande befolkningen och den försämrade allmänhälsan har nedgången i dödlighetstalen för luftföroreningar inte minskat i samma grad som utsläppsmängderna och de uppmätta koncentrationerna. Klimatförändringen väntas ytterligare försämra den globala lunghälsan genom ökade mängder luftföroreningar till följd av extremväder och bränder. Den tilltagande förekomsten av värmeböljor medför i sin tur ökad produktion av marknära ozon, som ytterligare förstärker de negativa effekterna av luftföroreningarna (3). Hälsoproblem orsakade av luftföroreningar väntas vara av tilltagande art, speciellt hos personer med redan försämrad lungfunktion. Också pollensäsongen förväntas bli längre och pollenmängderna större till följd av klimatförändringen, vilket antas ytterligare förvärra och öka förekomsten av symtom (3).

Globalt sett är förbränningen av fossila bränslen en av de viktigaste källorna till luftföroreningar. Samtidigt är den också den främsta orsaken till den skenande klimatförändringen. En snabb nedtrappning av användningen av fossila bränslen skulle därför på många sätt bidra till en förbättring av den globala hälsan.

Även om gränsvärdena för luftkvalitet sällan överskrids i Finland, är det viktigt att notera att redan halter under de nuvarande gränsvärdena har visats ha effekter på människors hälsa. En striktare klimatpolitik kunde bidra till minskade halter av luftföroreningar och direkta positiva effekter för folkhälsan även i Finland.

Fortfarande behövs betydande åtgärder för att minska utsläppen från energi- och värmeproduktion samt för att minska användningen av fossila bränslen inom transportsektorn. Trots de omfattande negativa följderna för vår hälsa och för miljön får fossilindustrin fortfarande miljardbelopp i stöd från offentliga medel (46). Också i Finland är subventionerna till fossila bränslen betydande och ökade rentav mellan 2015 och 2022 (47).

I stället för subventioner som upprätthåller den fossila ekonomin skulle det behövas tillräckliga stöd för en snabb övergång till renare bränslen och till en elektrifiering av vår fordonsflotta. Viktigt att notera är för övrigt det faktum att, trots att en övergång till eldrivna fordon kan minska utsläppen från fossila bränslen, innebär en sådan omställning inte någon minskning av luftföroreningar som härstammar från vägunderlag, bildäck eller bromsar. Det krävs följaktligen också åtgärder för att minska det totala antalet körda kilometer. Åtgärderna kunde inkludera förbättrad kollektivtrafik och andra sätt att främja aktiv transport, som samtidigt medför många andra positiva hälsoeffekter.

Åtgärder för att förbättra luftkvaliteten har bevisligen medfört stora besparingar i relation till de kostnader som de innebär (48), och det är svårt att förstå varför vi inte skulle välja att bättre värna om den luft vi andas och är beroende av.

Som läkare har vi många möjligheter att påverka

Precis som med rökning är det viktigt för oss läkare att föra luftföroreningar på tal och öka allmänhetens medvetenhet om hälsoriskerna. Det är nödvändigt att värden blir bättre på att identifiera de patientgrupper som är särskilt

utsatta för luftföroreningarnas skadliga effekter, bland andra de lungpatienter som står i fokus för denna artikel. Särskilt de som tillhör riskgrupper bör instrueras att hålla ett öga på halterna av luftföroreningar, undvika att röra sig på livligt trafikerade gator under dagar med mycket föroreningar och vid behov använda FFP2-andningsskydd (10). Det finns evidens för att luftkvalitetsvarningar minskar sjukhusbesöken i samband med astma och KOL (49).

Hälso- och sjukvården måste också minska sina egna utsläpp. Den finländska vårdsektorns andel av det nationella koldioxidavtrycket är 4,5 procent, det vill säga 3,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år (50). Läkemedel står för en stor del av utsläppen, vid sidan av utsläpp från uppvärmning, service och byggande av fastigheter samt från logistik och kosttjänster.

Av läkemedlen har speciellt anestesigaser och astma- och KOL-mediciner med drivgas ett stort klimatavtryck. En konkret åtgärd för läkaren är därför att tänka på klimateffekten vid valet av inhalator. Att byta en sprayinhalator till torrpulverinhalator minskar koldioxidavtrycket för lungmedicinering med mer än 50 procent utan att astmabehandlingen försämras (51). Om ett astmaläkemedel som doseras två gånger om dagen byts ut till en torrpulverinhalator är minskningen av koldioxidavtrycket jämförbar med att övergå från blandad kost till vegetarisk kost (52). Läkarnas behandlingsrutiner kan alltså vara av stor betydelse och därför är det viktigt att vi ser över våra rutiner också ur ett hållbarhetsperspektiv. Den senaste rekommendationen för God medicinsk praxis vid astma rekommenderar pulverinhalatorer framför sprayinhalatorer alltid när de är ett möjligt alternativ för patienten och är därför ett gott exempel på hur vi som läkare i praktiken kan påverka vår omgivning i en mer hållbar riktning.

Som läkare har vi också möjligheten att sporra våra patienter att följa hållbara och klimatsmarta levnadsvanor, såsom aktiv mobilitet och en huvudsakligen växtbaserad kost. Sådana förändringar i våra levnadsvanor gynnar samtidigt vår egen hälsa och minskar utsläppen av växthusgaser och uppkomsten av luftföroreningar.

Det allra viktigaste sättet att påverka det framtida välmåendet på vår planet är ändå att påverka beslutsfattandet och att få till stånd en betydande minskning av luftföroreningarna och en snabb inbromsning av klimatförändringen.

Vi vill tacka docent Otto Hänninen vid Institutet för hälsa och välfärd för värdefulla kommentarer och hjälp under arbetet med artikeln.

Mikaela Grotenfelt-Enegren
mikaela.grotenfelt@thl.fi

Inga bindningar

Kati Mäkelä
kati.makela@helsinki.fi

Inga bindningar

Referenser

1. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet* 2020;396(10258):1223–49.
2. Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease 2023. EEA Briefing no. 23/2023.
3. Vicedo-Cabrera AM, Melén E, Forastiere F et al. Climate change and respiratory health: a European Respiratory Society position statement. *Eur Respir J* 2023;62(2):2201960.
4. Adam M, Schikowski T, Carsin AE et al. Adult lung function and long-term air pollution exposure. ESCAPE: a multicentre cohort study and meta-analysis. *Eur Respir J* 2015;45(1):38–50.
5. Doiron D, de Hoogh K, Probst-Hensch N et al. Air pollution, lung function and COPD: results from the population-based UK Biobank study. *Eur Respir J* 2019;54(1):1802140.
6. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021.
7. Boogaard H, Andersen ZJ, Brunekreef B et al. Clean air in Europe for all - A call for more ambitious action. *Environmental Epidemiology* 2023;7:e245.
8. Turner MC, Andersen ZJ, Baccarelli A, et al. Outdoor air pollution and cancer: An overview of the current evidence and public health recommendations. *CA Cancer J Clin* 2020;70:460–79.
9. Wang X, Chen L, Cai M et al. Air pollution associated with incidence and progression trajectory of chronic lung diseases: a population-based cohort study. *Thorax* 2023;78:698–705.
10. Sin DD, Doiron D, Agusti A et al; GOLD Scientific Committee. Air pollution and COPD: GOLD 2023 committee report. *Eur Respir J* 2023;61(5):2202469.
11. Tiofiu AI, Novakova P, Nedeva D et al. Impact of Air Pollution on Asthma Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020;17(17):6212.
12. Yu XJ, Yang MJ, Zhou B, et al. Characterization of somatic mutations in air pollution-related lung cancer. *EBioMedicine* 2015;2:583–90.
13. Harari S, Raghu G, Caminati A et al. Fibrotic interstitial lung diseases and air pollution: a systematic literature review. *European Respiratory Review* 2020;29:200093.
14. Zhang J, Xu X, Liang Y et al. Particulate matter promotes the epithelial to mesenchymal transition in human lung epithelial cells via the ROS pathway. *Am J Transl Res* 2023;15(8):5159–67.
15. Liu S, Jørgensen JT, Ljungman P et al. Long-term exposure to low-level air pollution and incidence of asthma: the elapse project. *Eur Respir J* 2021;57:2003099.
16. Shin S, Bai L, Burnett RT et al. Air Pollution as a Risk Factor for Incident Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Asthma. A 15-Year Population-based Cohort Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2021;203(9):1138–48.
17. Bowatte G, Erbas B, Lodge CJ et al. Traffic-related air pollution exposure over a 5-year period is associated with increased risk of asthma and poor lung function in middle age. *Eur Respir J* 2017;50(4):1602357.
18. To T, Zhu J, Larsen K et al. Progression from Asthma to Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Is Air Pollution a Risk Factor? *Am J Respir Crit Care Med* 2016;194:429–38.
19. Yu S, Park S, Park CS och Kim S. Association between the Ratio of FEV₁ to FVC and the Exposure Level to Air Pollution in Never-smoking Adult Refractory Asthmatics Using Data Clustered by Patient in the Soonchunhyang Asthma Cohort Database. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(11):2349.

20. Rosenquist NA, Metcalf WJ, Ryu SY et al. Acute associations between PM_{2.5} and ozone concentrations and asthma exacerbations among patients with and without allergic comorbidities. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2020;30(5):795–804.
21. Liu Y, Pan J, Zhang H et al. Short-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Asthma Mortality. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;200(1):24–32.
22. Liang L, Cai Y, Barratt B et al. Associations between daily air quality and hospitalisations for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Beijing, 2013–7: an ecological analysis. *Lancet Planet Health* 2019;3(6):e270–e279.
23. Evangelopoulos D, Chatzidiakou L, Walton H et al. Personal exposure to air pollution and respiratory health of COPD patients in London. *Eur Respir J* 2021;58(1):2003432.
24. Kariisa M, Foraker R, Pennell M et al. Short- and long-term effects of ambient ozone and fine particulate matter on the respiratory health of chronic obstructive pulmonary disease subjects. *Arch Environ Occup Health* 2015;70(1):56–62.
25. Belz DC, Woo H, Putcha N et al; SPIROMICS Investigators. Ambient ozone effects on respiratory outcomes among smokers modified by neighborhood poverty: An analysis of SPIROMICS AIR. *Sci Total Environ* 2022;829:154694.
26. Huang Y, Zhu M, Ji M et al. Air Pollution, Genetic Factors, and the Risk of Lung Cancer: A Prospective Study in the UK Biobank. *Am J Respir Crit Care Med* 2021;204(7):817–25.
27. Liaw Y-P, Ting T-F, Ho K-K and Yang C-F. Cell type specificity of lung cancer associated with air pollution. *Science of The Total Environment* 2008;39:523–7.
28. Berg CD, Schiller JH, Boffetta P et al; International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC) Early Detection and Screening Committee. Air Pollution and Lung Cancer: A Review by International Association for the Study of Lung Cancer Early Detection and Screening Committee. *J Thorac Oncol* 2023;18(10):1277–89.
29. Eckel SP, Cockburn M, Shu Y et al. Air pollution affects lung cancer survival. *Thorax* 2016;71:891–8.
30. Mäkelä K, Ollila H, Sutinen E et al. Inorganic particulate matter in the lung tissue of idiopathic pulmonary fibrosis patients reflects population density and fine particle levels. *Ann Diagn Pathol* 2019;40:136–42.
31. Cui F, Sun Y, Xie J et al. Air pollutants, genetic susceptibility and risk of incident idiopathic pulmonary fibrosis. *Eur Respir J* 2023;61(2):2200777.
32. Shull JG, Pay MT, Lara Compte C et al. Mapping IPF helps identify geographic regions at higher risk for disease development and potential triggers. *Respirology*. 2021;26(4):352–9.
33. Winterbottom CJ, Shah RJ, Patterson KC et al. Exposure to Ambient Particulate Matter Is Associated With Accelerated Functional Decline in Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *Chest* 2018;153(5):1221–8.
34. Zheng Q, Cox IA, Leigh L et al. Long-term exposure to low concentrations of air pollution and decline in lung function in people with idiopathic pulmonary fibrosis: evidence from Australia. *Respirology* 2023;28(10):917–25.
35. Sesé L, Nunes H, Cottin V et al. Role of atmospheric pollution on the natural history of idiopathic pulmonary fibrosis. *Thorax* 2018;73(2):145–50.
36. Singh S, Collins BF, Bairwa M et al. Hypersensitivity pneumonitis and its correlation with ambient air pollution in urban India. *Eur Respir J* 2019;53(2):1801563.
37. Goobie GC, Carlsten C, Johansson KA et al. Association of Particulate Matter Exposure With Lung Function and Mortality Among Patients With Fibrotic Interstitial Lung Disease. *JAMA Intern Med* 2022;182(12):1248–59.
38. Croft D, Zhang W, Lin S et al. Associations between Source-Specific Particulate Matter and Respiratory Infections in New York State Adults. *Environmental Science & Technology* 2020;54(2):975–84.
39. Kaspersen KA, Antonsen S, Horsdal HT et al. Exposure to air pollution and risk of respiratory tract infections in the adult Danish population - a nationwide study. *Clin Microbiol Infect* 2023:S1198-743X(23)00521-9. Epub ahead of print.
40. Liu S, Lim YH, Chen J et al. Long-term Air Pollution Exposure and Pneumonia-related Mortality in a Large Pooled European Cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2022;205(12):1429–39.
41. Bozack A, Pierre S, DeFelice N et al. Long-Term Air Pollution Exposure and COVID-19 Mortality: A Patient-Level Analysis from New York City. *Am J Respir Crit Care Med*. 2022;205(6):651–62.
42. Wang J, Li W, Huang W et al. The associations of ambient fine particles with tuberculosis incidence and the modification effects of ambient temperature: A nationwide time-series study in China. *J Hazard Mater*. 2023;460:132448. Epub ahead of print.
43. Min KD, Kim SY och Cho SI. Ambient PM_{2.5} exposures could increase risk of tuberculosis recurrence. *Environ Health Prev Med*. 2023;28:48.
44. Clark DPQ, Son DB, Bowatte G et al. The association between traffic-related air pollution and obstructive sleep apnea: A systematic review. *Sleep Med Rev*. 2020;54:101360.
45. Lehtomäki H, Korhonen A, Asikainen A et al. Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (IJERPH) 15:736.
46. Parry IWH, Black S, Vernon N. IMF Working Paper: Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies. Working Paper No. 2021/236. September 24, 2021. 9781513595405/1018-5941.
47. Bon-Mardion J, Casteleyn M, Queenan J et al. Final report: Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union – 2023 edition
48. European Commission, Directorate-General for Environment, Study to support the impact assessment for a revision of the EU Ambient Air Quality Directives – Final report, Publications Office of the European Union. 2022. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/327850>.
49. Chen H, Li Q, Kaufman JS, et al. Effect of air quality alerts on human health: a regression discontinuity analysis in Toronto, Canada. *Lancet Planet Health* 2018; 2(1):e19–e26.
50. Pulkki J, Wulff P, Iivonen S et al. Ekologisesti kestävä sosiaali- ja terveydenhuolto. Selvitys kansallisesta tavoitteesta ja ohjausmekanismeista. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:49.
51. Woodcock A, Janson C, Rees J et al. Effects of switching from a metered dose inhaler to a dry powder inhaler on climate emissions and asthma control: post-hoc analysis. *Thorax* 2022;77:1187–92.
52. Janson C, Henderson R, Löfdahl M et al. Carbon footprint impact of the choice of inhalers for asthma and COPD. *Thorax* 2020;75:82–4.

Summary

Air pollution and respiratory diseases

Air pollution is the fourth biggest health risk factor. It has both direct and indirect negative health effects. We will review the effects of air pollution in the lungs. Air pollution affects both healthy individuals and patients with chronic respiratory diseases. It seems to be a risk factor for the development of several lung diseases. There is no safe threshold for air pollution concentrations as even low pollution levels can cause negative health effects. Air pollution should be considered as a risk factor comparable to tobacco smoking. The negative impacts should foremost be reduced by rapidly cutting emissions.