

Allt fler sjukdomar kan kopplas till luftföroreningar

Indikationer finns för att även ateroskleros och negativt graviditetsutfall är effekter av luftföroreningar – förutom hjärt-kärlsjukdom, lungsjukdom och cancer – möjligen också diabetes, demens och reumatoid artrit.

LARS BARREGÅRD, professor, överläkare
lars.barregard@amm.gu.se
GERD SÄLLSTEN, adjungerad professor, yrkes- och miljöhygieniker; båda Arbets- och mil-

jömedicin, institutionen för medicin, Sahlgrenska akademien, Göteborgs universitet; Sahlgrenska universitetssjukhuset, Göteborg

Smutsig luft är en betydande orsak till ohälsa globalt och i Sverige [1, 2]. Sambandet är särskilt tydligt för små partiklar såsom PM_{2,5} (particulate matter; partiklar mindre än 2,5 µm), men samband har påvisats även när något grövre partikel-fraktioner (PM₁₀) har inkluderats eller när kväveoxider (NO_x eller NO₂) har använts som mått på luftföroreningshalt.

Luftföroreningar har flera källor, där vägtrafik och eldning med ved och kol hör till de viktigaste. Orsakssambandet med hjärt-kärlsjukdom är numera allmänt accepterat, exempelvis av American Heart Association [3] på basen av stora epidemiologiska studier samt mekanistiskt från bl a kammarstudier. De senare har påvisat flera rimliga mekanismer, såsom lågradig inflammation, påverkan på hjärtmuskeln syresättning, trombos/fibrinolys och påverkan på hjärtats retledningssystem [3, 4]. Unika svenska kammarstudier har t ex visat en klart mer uttalad ST-sänkning hos personer med kranskärlssjukdom om dessa genomförde ergometercykling i en kammare med diesellavgaser än i en med ren luft [4].

Kort- och långtidsstudier

Det har gjorts ett tusental korttidsstudier (tidsserieanalyser) i olika delar av världen, och de flesta visar att något fler människor avlider de dagar då luften är smutsig än de dagar då luften är ren, även efter att hänsyn tagits till temperatur, influensaepidemier och veckodag. Kraftiga effekter på dödligheten av förorenad luft påvisades redan på 1950-talet vid en uttalad smogepisod i London [5]. Större vikt vid riskbedömning har longitudinella studier, i allmänhet kohortstudier, där man följt personer under lång tid, beräknat deras genomsnittliga exponering för luftföroreningar och tagit hänsyn till klassiska riskfaktorer på individnivå. Det var för de flesta oväntat när några kohortstudier i USA i början av 1990-talet visade samband mellan genomsnittshalter av luftföroreningar och dödlighet, inte bara i lungsjukdom utan också i hjärt-kärlsjukdom [6, 7]. Resultaten har därefter replikerats i andra delar av världen i ett 20-tal longitudinella studier.

Ny europeisk studie

De kvantitativa modeller som brukar användas för att uppskatta luftföroreningars effekt på dödlighet har baserats framför allt på de första amerikanska studierna, där man beräknade en ökad dödlighet på ca 6 procent vid en ökning av

PM_{2,5} med 10 µg/m³. För hjärt-kärlsjukdomar är riskskattningen något högre. Det skulle innebära flera tusen förtida dödsfall per år i Sverige till följd av antropogena luftföroreningar och en förkortning av medellivslängden med några månader [8]. Man har övervägt om det finns en tröskel så att luftföroreningshalter under en viss nivå är riskfria. Så tycks det dock inte vara.

I EU-projektet ESCAPE, där de första resultaten nyligen har publicerats, undersöktes effekter av luftföroreningar i 22 kohorter från 13 länder i Europa [2]. Observationerna gjordes på 1990- och 2000-talet. I ett sammanvägt estimat fann man en ökad dödlighet på 7 procent vid en ökning av PM_{2,5} med 5 µg/m³, dvs ungefär dubbelt så hög risk som i studierna från USA. En liknande riskökning (6 procent per 5 µg/m³) sågs även om endast studier från de minst förorenade områdena (Norden, England och Österrike) inkluderades – genomsnittshalterna för PM_{2,5} i dessa kohorter var 7–14 µg/m³.

Exponeringen i Sverige har minskat något de senaste decennierna, och större delen av Sveriges befolkning har nu årsmedelvärden för PM_{2,5} under 10 µg/m³. I ESCAPE, liksom i tidigare studier från USA, har man i analyserna tagit hänsyn till ett antal traditionella riskfaktorer på individnivå, såsom rökvanor, BMI, socioekonomi och i de flesta fall även intag av frukt och alkohol. Som alltid i epidemiologiska studier finns det viss osäkerhet när det gäller eventuell kvarvarande inverkan av förväxlingsfaktorer (confounding), men det råder stor enighet bland internationella expertgrupper om luftföroreningars negativa hälsoeffekter, särskilt som man även påvisat rimliga biologiska mekanismer. Det behövs dock ytterligare forskning om den relativa betydelsen av olika föroreningskällor, t ex i Norden med vårt kalla klimat, dubbdäck och en inte obetydlig förekomst av småskalig vedeldning. Sådan forskning pågår för närvarande.

Effekter på luftvägar

Luftföroreningspartiklar från diesellavgaser och ved- och kolförbränning ökar även risken för lungcancer och KOL [9-11]. Rök från eldning inomhus med fasta bränslen (i huvudsak ved) beräknas vara den tredje viktigaste riskfaktorn efter hypertoni och rökning när det gäller förlust av funktionsjusterade levnadsår (DALY) och orsakar ca 3,5 miljoner förtida dödsfall per år (med detta mått på fjärde plats bland riskfaktorer, Figur 1) [1]. Man bör dock komma ihåg att detta till största delen baseras på eldning inomhus för matlagning eller uppvärmning i utvecklingsländer utan välfungerande skorsten. Partikelhalten kan då ofta vara flera hundra µg/m³ som dygnsmedelvärde. I Sverige beräknas visserligen vedeldning stå för merparten av vissa partikulära luftföroreningar, men

SAMMANFATTAT

Luftföroreningar, särskilt små partiklar, är en betydande orsak till ohälsa globalt – på tredje plats efter hypertoni och rökning när det gäller förlorade levnadsår.

Mest välbelagda är de negativa effekterna på hjärta-kärl och luftvägar, men ny forskning talar för att luftföroreningar även kan

öka risken för ateroskleros och gynnsamma graviditetsutfall. **Även de** jämförelsevis låga föroreningshalter som finns i Sverige tycks påverka barns lungfunktion.

Fortsatta åtgärder mot luftföroreningar från vägtrafik, sjöfart och smutsig vedeldning är motiverade.

»Även i Sverige, som jämfört med de flesta länder har 'ren' luft, tycks luftföroreningar utomhus öka risken för luftvägspåverkan hos barn.«

eftersom utsläppen ofta sker i glest bebyggda områden blir bidraget till befolkningens exponering mindre än från vägtrafiken.

I en uppdatering av kunskapsläget har expertgrupper inom WHO noterat att bevisen för »klassiska« effekter i form av hjärt-kärlsjukdom, lungsjukdom och cancer stärkts ytterligare men att det på senare år även framkommit starka indikationer om fler negativa hälsoeffekter, såsom ateroskleros och ogynnsamt graviditetsutfall [12].

Barn och foster

Även i Sverige, som jämfört med de flesta länder har »ren« luft, tycks luftföroreningar utomhus öka risken för luftvägs- påverkan hos barn. Nyligen har BAMSE-studien visat att tillväxten av lungvolym var sämre hos de barn som under spädbarnsåret på 1990-talet bodde i Stockholm i områden med smutsig luft, här mätt som PM_{10} [13] (Figur 2). Minskad maximal lungvolym märks knappast hos barn och ungdomar, men tillsammans med andra riskfaktorer kan den öka risken för KOL i vuxen ålder, även om riskbidraget är betydligt lägre än av rökning [9]. Effekter på barns lungor rapporterades först från USA, där barn som växte upp i förorenade områden kring Los Angeles hade sämre lungtillväxt än barn som växte upp i renare områden [14]. En metaanalys baserad på tio europeiska födelsekohorter från 1990- och 2000-talen talar för att luftföroreningar ökar risken för luftvägsinfektioner, framför allt pneumoni, hos barn upp till 2 års ålder [15].

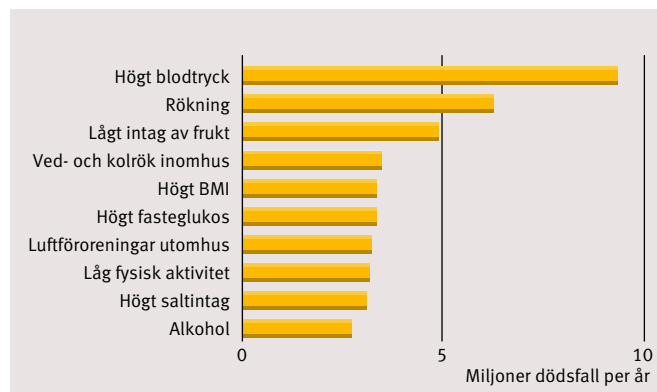
Det finns stark misstanke om att moderns exponering för luftföroreningar under graviditet skulle kunna öka risken för förtida födsel och låg födelsevikt, även vid nivåer som är vanliga i svenska städer [16, 17]. I en avhandling redovisades en intressant studie från Skåne om ökad risk för preeklampsi och graviditetsdiabetes vid hög exponering (ca 50 procent ökad risk vid boende i högsta luftföroreningskvartilen under tredje trimestern) för luftföroreningar under graviditet [18].

Sjukdomspanoramata har således breddats med avseende på tillstånd där effekter av luftföroreningar påvisats eller misstänks. En möjlig effekt av luftföroreningar har även diskuterats för diabetes [19], demens [20, 21] och reumatoid artrit [22]. Förutom de direkta negativa hälsoeffekterna bör nämnas att sot från förbränning även ökar de negativa klimateffekterna genom ökad absorption av solljus [23].

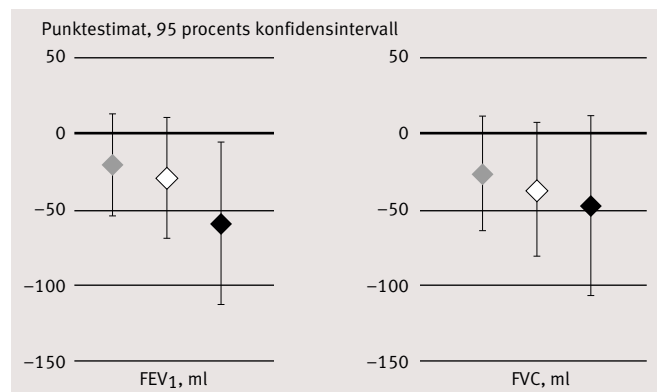
Framtidsscenario och rekommendationer

Katalytisk avgasrening och partikelfilter på dieselfordon har inneburit en betydande sänkning av utsläppen av avgaspartiklar, men dessa åtgärder har delvis motverkats genom en samtidig ökning av antalet fordon och har inte någon effekt på de slitagepartiklar som genereras från däck och vägbanor. Minskningen av smutsig kolförbränning i Europa är en annan positiv åtgärd som varit gynnsam under de senaste 20 åren, men å andra sidan visar prognoserna ökade utsläpp av partiklar från småskalig vedeldning [24], något som i Sverige utgör en betydande källa till utsläpp av förbränningspartiklar.

För att minska de oönskade hälsoeffekterna av luftföroreningar krävs samhälleliga åtgärder. Exempel är minskade utsläpp från vägtrafik genom färre och renare fordon, åtgärder som minskar partiklarna från vägdamm, bättre rening av avgaser från arbetsmaskiner och sjöfart samt restriktioner av vedeldning som inte sker i optimala eldstäder. Förutom åtgär-



Figur 1. Sjukdomsburda uttryckt i miljoner dödsfall per år för de tio ledande riskfaktorerna, enligt projektet Global burden of disease. Uttryckt som funktionsjusterade levnadsår (DALY) kommer ved- och kolrök inomhus på tredje plats och luftföroreningar utomhus på nionde plats [11].



Figur 2. Resultat från BAMSE-studien i Stockholm. Diagrammet visar sänkningen av lungvolym (FEV₁ och FVC) i ml hos 8-åriga barn som funktion av partikelhalt (PM_{10}) från vägtrafik vid bostad, förskola och skola. Den högra linjen visar punktestimatet (med svart symbol) och 95 procents konfidensintervall för sänkningen av FEV₁ vid en ökning av halten PM_{10} med $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (från 5:e till 95:e percentilen) vid 0-1 års ålder. Den mittersta linjen (med ofylld symbol) visar effekten vid ökning av PM_{10} med $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid 1-4 års ålder och den vänstra linjen (med grå symbol) motsvarande ökning av PM_{10} vid 4-8 års ålder. Effekten visas även för forcerad vitalkapacitet (FVC) [13].

der mot källorna bör hälsoriskerna av luftföroreningar beaktas i samhällsplaneringen så att bostäder och förskolor/skolor inte placeras alltför nära högtrafikerade vägar.

■ *Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.*

REFERENSER

1. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380:2224–60.
2. Beelen R, Raaschou-Nielsen O, Stafoggia M, et al. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*. Epub 6 dec 2013.
3. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA 3rd, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121:2331–78.
4. Mills NL, Törnqvist H, Gonzalez MC, et al. Ischemic and thrombotic effects of dilute diesel-exhaust inhalation in men with coronary heart disease. *N Engl J Med*. 2007; 357:1075–82.
5. Logan WP. Mortality in the London fog incident, 1952. *Lancet*. 1953;1(6755):336–8.
6. Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. *N Engl J Med*. 1993;329:1753–9.
7. Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;151:669–74.
8. Forsberg B, Hansson HC, Johansson C, et al. Comparative health impact assessment of local and regional particulate air pollutants in Scandinavia. *Ambio*. 2005;34:11–9.
9. Straif K, Baan R, Grosse Y, et al. WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of household solid fuel combustion and of high-temperature frying. *Lancet Oncol*. 2006;7:977–8.
10. Benbrahim-Tallaa L, Baan RA, Grosse Y, et al; International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of diesel-engine and gasoline-engine exhausts and some nitroarenes. *Lancet Oncol*. 2012;13:663–4.
11. Eisner MD, Anthonisen N, Coultas D, et al. Committee on Nonsmoking COPD, Environmental and Occupational Health Assembly. An official American Thoracic Society public policy statement: Novel risk factors and the global burden of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182:693–718.
12. WHO. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project. Technical report [citerat 3 feb 2014]. WHO Regional Office for Europe; 2013. http://www.euro.who.int/...data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf
13. Schultz ES, Gruziova O, Bellander T, et al. Traffic-related air pollution and lung function in children at 8 years of age: a birth cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;186:1286–91.
14. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med*. 2004; 351:1057–67.
15. Macintyre EA, Gehring U, Mölter A, et al. Air pollution and respiratory infections during early childhood: an analysis of 10 European birth cohorts within the ESCAPE project. *Environ Health Perspect*. 2013;122(1):107–13.
16. Sapkota A, Chelikowsky AP, Nachman KF, et al. Exposure to particulate matter and adverse birth outcomes: a comprehensive review and metaanalysis. *Air Qual Atmos Health*. 2012;5:369–81.
17. Pedersen M, Giorgis-Allemand L, Bernard C, et al. Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). *Lancet Respir Med*. 2013;1:695–704.
18. Malmqvist E, Jakobsson K, Tinnerberg H, et al. Gestational diabetes and preeclampsia in association with air pollution at levels below current air quality guidelines. *Environ Health Perspect*. 2013;121:488–93.
19. Rajagopalan S, Brook RD. Air pollution and type 2 diabetes: mechanistic insights. *Diabetes*. 2012;61: 3037–45.
20. Moulton PV, Yang W. Air pollution, oxidative stress, and Alzheimer's disease. *J Environ Public Health*. 2012;2012:472751.
21. Chen R. Association of environmental tobacco smoke with dementia and Alzheimer's disease among never smokers. *Alzheimers Dement*. 2012;8:590–5.
22. Hart JE, Källberg H, Laden F, et al. Ambient air pollution exposures and risk of rheumatoid arthritis: results from the Swedish EIRA case-control study. *Ann Rheum Dis*. 2013;72:888–94.
23. Meinrat O, Andreae V, Ramanathan. Climate's dark forcings. *Science*. 2013;340:280–1.
24. IIASA; Amann M (editor). Future emissions of air pollutants in Europe – Current legislation baseline and the scope for further reductions. TSAP report #1 [citerat 3 feb 2014]. International Institute for Applied Systems Analysis/European Commission; 2012. http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/tsap_impacts.pdf