Gezondheidseffecten van fijn stof

Dr. J. M. Rooyackers, longarts
Nederlands Kenniscentrum Arbeid en Longaandoeningen (NKAL)

Milieuverontreiniging is in Nederland actueel. Milieubewust handelen, milieurampen en wie daarvoor moeten betalen zijn onderwerpen die gemakkelijk tot discussies leiden. Maar wat als het dichterbij komt en het onze eigen gezondheid raakt, zoals bij luchtverontreiniging het geval blijkt te zijn? Hoe gaan professionals in de zorg hiermee om? De effecten van het milieu op onze gezondheid verdienen meer aandacht, ook al zijn diagnostische en therapeutische mogelijkheden voorlopig beperkt. Dit artikel over 'fijn stof' heeft tot doel de bewustwording bij artsen te verhogen over het feit dat milieufactoren ook binnen de spreekkamer aan bod zullen gaan komen.

Definities

Luchtverontreiniging bestaat uit een aantal componenten, waaronder fijn stof, ozon, stikstofoxiden (NO_2), polycyclische aromatische koolwaterstoffen, koolmonoxide (CO) en zwaveldioxide (SO_2).[1] Fijn stof (*particulate matter*, PM) wordt gebruikt als een verzamelnaam voor stoffen met een diameter <10 μm (PM10). Dit is feitelijk een onjuiste benaming, omdat PM10 wordt onderverdeeld in deeltjes tussen 2,5 en 10 μm (grof stof) en deeltjes <2,5 μm (PM2,5) die fijn stof betreffen. Daarom wordt voorgesteld om bij PM10 te spreken van klein stof.[2] Met ultrafijn stof worden deeltjes aangeduid die kleiner zijn dan 100 nm (PM0,1).

Klein stof kan bestaan uit mineralen, kristallen en organische stoffen. Deze kunnen als natuurlijke stoffen voorkomen in de grond of het water (zeezout), of ontstaan uit humane activiteit zoals verbrandingsgassen en industriële uitstoot. Zo is de emissie van grof stof in de loop van de tijd gehalveerd door afgenomen steenkoolverbranding. De partikels kunnen over grote afstanden in de atmosfeer worden getransporteerd. Bovendien verandert de samenstelling continu door bijvoorbeeld condensatie en chemische processen in de omgevingslucht.

Bronnen

De belangrijkste bronnen worden thans gevormd door het verkeer, huishoudens (elk ruim 30%), industrie (25%) en de landbouw (5%). De kwantitatieve bijdrage zegt echter niet alles over de mate van schadelijkheid. Met name diesel vormt een probleem. Aandacht verdienen ook precursors zoals *volatile organic compounds* (VOC), SO_2, NO_2 en ammoniak. Met name NO_2 lijkt een geschikte marker voor PM2,5. Zuid-Nederland is samen met Noord-Italië koploper met de hoogste PM2,5-concentraties. Veel van ons fijn stof wordt passief geïmporteerd uit Duitsland (20%), België (8%) en in mindere mate Frankrijk; ongeveer 20% komt uit Nederland.[1,3]

Blootstelling en pathofysiologische mechanismen

Voordat stof zijn schadelijke werking kan uitoefenen, dient het wel eerst in het lichaam te worden opgenomen. Eigenschappen van de stof zelf, waaronder de grootte en vorm van de deeltjes, spelen daarbij een rol, maar ook de omgeving. Een hoge luchtvochtigheid bevordert klonteren van stofdeeltjes waardoor minder stof worden ingeademd. De verhoging van het ademminuutvolume bijvoorbeeld tijdens sporten betekent dat meer stof wordt geïnhaleerd.

Na inhalatie zal stof worden gedeponeerd in de luchtwegen, waarbij de kleinere deeltjes de lagere luchtwegen en de alveoli kunnen bereiken. Ook kunnen stofdeeltjes in de bloedvaten en andere weefsels worden geabsorbeerd.

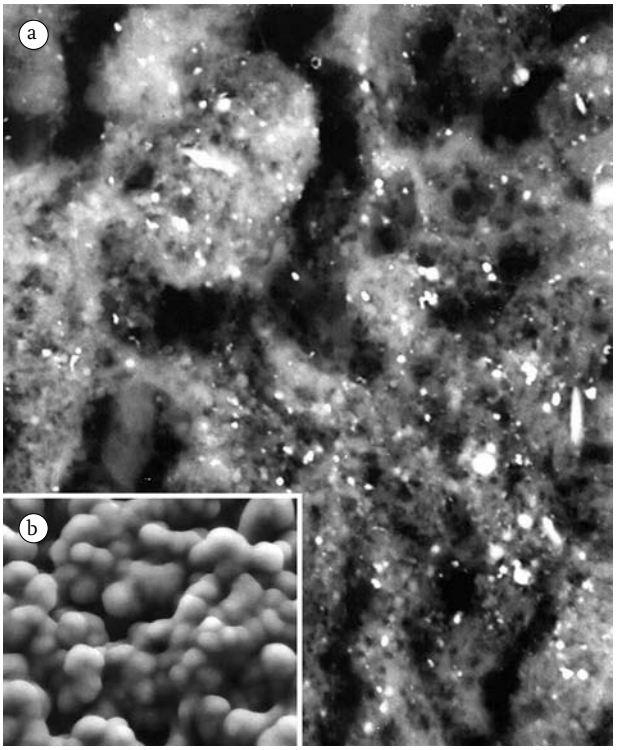
Eenmaal in het lichaam zal afhankelijk van de toxische eigenschappen van de stof en de interactie met het organisme via verschillende mechanismen schade kunnen ontstaan. Toxicologische studies laten zien dat stofdeeltjes een negatief effect hebben op de werking van longen, hart en bloedvaten. Er zijn nog geen aanwijzingen dat de grootte of de vorm van de stofdeeltjes de toxiciteit bepalen. Omdat stof een complexe samenstelling kent, zal het inzicht in de eigenschappen van de afzonderlijke deeltjes maar langzaam gaan.

Inflammatie

Aanvankelijk werd aangenomen dat schadelijke effecten werden veroorzaakt door mechanische beschadiging en vreemdlichaamreacties. Inmiddels is in in-vitro- en in-vivostudies duidelijk geworden dat fijn stof rechtstreeks of via opname in epitheliale cellen en macrofagen (*figuur 1*) een inflammatoire respons teweegbrengt, waarbij migratie van neutrofielen en activatie van T-cellymfocyten optreedt. Op korte termijn zijn tekenen van weefselbeschadiging, activatie van de epidermale groeifactorreceptor (EGFR) en reparatie zichtbaar. In de bloedvaten worden tijdens het inflammatoire proces factoren gegenereerd die de bloed stolling bevorderen. Verhoogde concentraties fibrinogeen en bloedplaatjes zijn gevonden. Bovendien verhoogt fijn stof het risico van hartritmestoornissen.[4]

Kernpunten

- Luchtverontreiniging bestaat uit fijn stof, ozon, NO_2, aromatische koolwaterstoffen, CO en SO_2.
- De belangrijkste bronnen zijn worden thans gevormd door het verkeer, huishoudens, industrie en de landbouw.
- Stofdeeltjes hebben een negatief effect op longen, hart en bloedvaten.
- Op korte termijn verhoogt fijn stof de sterfte aan hart- en vaatziekten en vooral COPD.
- Sporten in de 'gezonde buitenlucht' is een relatief begrip.
- Fijn stof kost de Nederlandse maatschappij per jaar minimaal vier miljard euro.



Figuur 1
Macrofagen beladen met fijn stof (a) en aggregaat van ultrafijn stof (b)

Tabel 1
Gezondheidseffecten op korte termijn voor elke stijging van PM10-concentraties met 10 µg/m³

GEZONDHEIDSEFFECT	GESCHAT PERCENTAGE STIJGING VAN HET RISICO PER 10 µG/M³ PM_{10} (95%-BETROUWBAARHEIDSINTERVAL)
Overall-mortaliteit	0,6 (0,4-0,8)
Mortaliteit door longaandoeningen	1,3 (0,5-2,0)
Mortaliteit door cardiovasculaire aandoeningen	0,9 (0,5-1,3)
Ziekenhuisopnames voor longaandoeningen, voor personen van 65 en ouder	0,7 (0,2-1,3)

Bron: Anderson HR, et al.[6]

Tabel 2
Gezondheidseffecten van fijn stof (PM2,5) op lange termijn

Toename sterfte
Toename luchtwegklachten
Toename COPD
Vermindering longfunctie

Bron: Brunekreef B, Holgate ST.[4]

Gezondheidseffecten

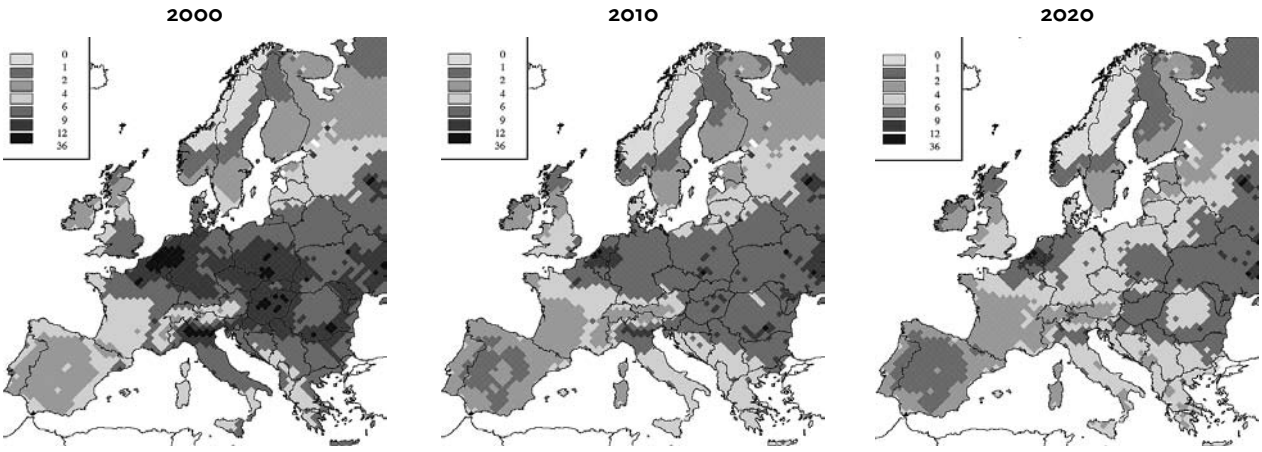
Een onderscheid kan worden gemaakt in effecten van blootstelling aan fijn stof op de mortaliteit en de morbiditeit, op zowel korte als langere termijn.[4-9]

Op korte termijn verhoogt fijn stof de sterfte aan hart- en vaatziekten en vooral COPD (*chronic obstructive pulmonary disease)*.[6] Toename van klachten wordt gezien bij patiënten met COPD, astma (kinderen en volwassenen), hart- en vaatziekten (CVA) en diabetes, die door hun aandoening extra gevoelig lijken te zijn (*tabel 1*).

Op langere termijn wordt in Europese studies een verband gezien tussen de concentratie fijn stof (PM2,5) en sterfte, met een RR van 1,2 en een gemiddelde afname van de levensduur van ongeveer negen maanden.[4,5,8] Dit wordt veroorzaakt door cardiovasculaire aandoeningen en mogelijk longkanker.[7] Wat betreft de morbiditeit wordt op langere termijn een toename gezien in luchtwegklachten en COPD evenals een afname van de longfunctie bij kinderen en volwassenen (*tabel 2*).[4,5]

Verkeersintensieve trajecten

In Nederland zijn de hoge concentraties fijn stof langs verkeersintensieve trajecten rechtsreeks in verband gebracht met de afname van longfunctie bij kinderen. De vraag is of deze veranderingen irreversibel zijn. Effecten van fijn stof op allergie en bronchiale hyperreactiviteit worden onderzocht, waarbij er steeds meer aanwijzingen zijn dat fijn stof het ontstaan van allergie potentieert.



Figuur 2

Geschat verlies (uitgedrukt in maanden) in de gemiddelde statistische levensverwachting, toegeschreven aan PM2,5 door humane activiteit, in 2000, 2010 en 2020

Bron: Amann et al., Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme, final report, October 2004. http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/general/pdf/cafe_lot1.pdf)

Gezondheidseffecten blijven aanwezig, ondanks afname in de verwachte emissie (*figuur 2*). Dit komt omdat niet grof maar (ultra)fijn stof verantwoordelijk is voor de extra sterfte, die 4-5% bedraagt. Dit betreft een reëel effect en geen versnelling van de sterfte door overlijden van reeds zieke personen.

Ontbreken van veilige ondergrens

Opvallend is verder het ontbreken van een drempel en daarmee een veilige ondergrens. De Europese jaarnorm voor PM10 van 50 μg/m^3 is dus enigszins kunstmatig. Overigens wordt deze norm minder vaak overschreden dan de dagnorm. In plaats van de toegestane 35 dagen komt op gemiddeld 80 dagen per jaar de concentratie boven de jaarnorm uit. Het weer is hierbij de boosdoener. Het (ultra)fijn stof is niet apart in de norm opgenomen, terwijl daar juist qua schadelijkheid verdenking naar uitgaat. Pogingen om de norm te verlagen door zeezout (grof stof) niet mee te rekenen komen daarmee in een dubieus daglicht te staan.

Openstaande vragen betreffen de langetermijneffecten van fijn stof op de levensverwachting en de ziektelast. Onbekend is welke effecten fijn stof heeft op de pre- en postnatale ontwikkeling van de longen en of deze effecten irreversibel zijn.

Behandeladviezen

De gezondheidseffecten van 'fijn stof' kunnen niet meer worden ontkend. Het probleem is echter dat effecten die op populatieniveau zijn aangetoond, moeilijk zijn te herkennen in de spreekkamer bij individuele patiënten. Dit hangt samen met het feit dat klachten door vele factoren worden beïnvloed. Hier ligt nog een kloof tussen wetenschap, epidemiologie en individuele patiëntenzorg. Adviezen voor hoe te handelen in het geval van toegenomen klachten zijn arbitrair en kunnen (nog) niet worden onderbouwd. Ventilatie heeft niet zo veel zin zo lang de concentraties stof binnen- en buitenshuis niet verschillen. De vraag is of patiënten met hart- of longaandoeningen moet worden ontraden actief te zijn indien de norm voor PM10 van 50 μg/m^3 wordt overschreden. In die zin lijkt ook sporten in de 'gezonde buitenlucht' een relatief begrip te worden. Dit is geenszins een pleidooi om niet meer te bewegen. Daarvoor heeft sport en bewegen te veel aangetoonde positieve effecten op de gezondheid.

Maatschappelijke gevolgen

Fijn stof kost de Nederlandse maatschappij per jaar minimaal vier miljard euro. Het grootste deel daarvan wordt veroorzaakt door vroegtijdige sterfte, gevolgd door een toename van de incidentie en morbiditeit van met name longaandoeningen zoals COPD. Geschat wordt dat een structurele verlaging met 1 mg/m^3 een gezondheidswinst oplevert van minimaal 100-800 miljoen euro per jaar.[10] Berekeningen laten ook zien dat de economische baten van maatregelen voor schonere lucht vele malen groter zijn dan de kosten. Helaas vloeien de baten meestal niet terug in de portemonnee van de instantie die de investering betaalde, waardoor de opbrengst als virtueel wordt ervaren.

Toch heeft Nederland grote moeite met de introductie van een nieuwe Europese norm voor PM2,5, voorlopig trouwens nog een streefwaarde. Onlangs nog heeft de Europese Commissie echter uitgesproken de norm voor fijn stof verder te willen aanscherpen. De norm botst met de ruimtelijke en economische ontwikkeling van Nederland. Uitspraken van de Raad van State brachten dit pijnlijk aan het licht. Nederland is afhankelijk van andere Europese lidstaten die ook 'leverancier' zijn van onze fijn stof. Om de norm te halen zal het huidige beleid onverminderd moeten worden

gecontinueerd. Brongericht beleid in EU-verband is de meest effectieve aanpak om de blootstelling aan fijn stof te verminderen. Verkeersmaatregelen en betere auto's worden beschouwd als het belangrijkste onderdeel van dit beleid.

Conclusie

De term 'fijn stof' moet worden gereserveerd voor PM2,5, deeltjes <2,5 μm. Epidemiologische studies laten zien dat fijn stof negatieve gezondheidseffecten heeft op de mortaliteit en morbiditeit. Vooral kinderen en patiënten met COPD, astma, hart- en vaatziekten (CVA) en diabetes zijn kwetsbaar. Het is nog te vroeg om individuele adviezen te geven. Mogelijk moeten aan risicogroepen buitenactiviteiten worden ontraden op dagen dat de norm voor PM10 wordt overschreden.

Literatuur

1. World Health Organization, Regional Office for Europe. Air quality and health. Internet: http://www.euro.who.int/air.
2. Brunekreef B. De gevaren voor de gezondheid van klein stof in de lucht. Ned Tijdschr Geneeskd 2006;150:710-1.
3. MNP/RIVM. Fijn stof nader bekeken; de stand van zaken in het fijn stof dossier. Bilthoven: MNP/RIVM, 2005. Internet: http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500037008.html.
4. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet 2002;360:1233-42.
5. World Health Organization. Health risks of particulate matter from long range transboundary air pollution. 2006. Internet: http://euro.who.int/document/e88189.pdf.
6. Anderson HR, et al. Meta-analysis of time series studies and panel studies of particulate matter (PM) and ozone (O_3). Report of a WHO task group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004 (http://www.euro.who.int/document/e82792.pdf, 8 April 2005).
7. Pope CA, 3rd, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002;287:1132-41.
8. Brunekreef B. Air pollution and life expectancy: is there a relation? Occup Environ Med 1997;54:781-4.
9. Brunekreef B, Forsberg B. Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health. Eur Respir J 2005;26:309-18.
10. Singels M, Klooster JPGN, Hoek G. Luchtkwaliteit in Nederland: gezondheidseffecten en hun maatschappelijke kosten. Delft: CE, 2005. Internet: http://www.ce.nl/pdf/05_4094_27.pdf.