



Vraagbaak van het Steunpunt Milieu en Gezondheid

Sporten in stedelijke buitenlucht: gezondheidsrisico's

De Waegeneer E, Van Larebeke N

2009

1. Inleiding

Regelmatig sporten draagt op verschillende manieren bij tot een goede fysieke en mentale gezondheid. Als de sportbeoefening plaatsvindt in de buitenlucht in een stedelijke omgeving, is het echter van belang om vragen te stellen bij de invloed van de luchtvervuiling in dit milieu. De emissies van voertuigen dragen sterk bij tot de stedelijke luchtvervuiling en de giftige bestanddelen dragen bij tot het ontstaan van respiratoire aandoeningen en kanker.

Er stelt zich een dilemma tussen enerzijds de gezondheidsvoordelen van lichaamsbeweging en anderzijds de negatieve gevolgen van de vervuiling, die mogelijk sterker zijn bij sporters.

2. Positieve effecten van sporten

Het regelmatig beoefenen van sport heeft een gunstige invloed op de levensduur en verlaagt de morbiditeit, doordat er een aantal fysiologische veranderingen optreden als gevolg van de fysieke activiteit. Bovendien wint sport steeds meer aan belang om de therapeutische waarde, naast de gekende preventieve voordelen. Fysieke activiteit wordt bijgevolg sterk aangeraden aan de bevolking (Haskell, 2006).

Het is een effectieve strategie tegen overgewicht en obesitas, het verkleint de kans op cardiovasculaire aandoeningen en het verhoogt het psychisch welzijn (King, 2009). Personen die sport beoefenen leven gemiddeld langer en blijven langer zelfredzaam en in goede conditie (Stessman, 2009).

Vandaag wordt lichaamsbeweging gebruikt als een behandelingsstrategie bij een heel aantal medische aandoeningen, zelfs bij ziektes die zich niet zozeer manifesteren als aandoeningen van het locomotorisch apparaat. Hart- en vaatziekten (chronisch hartfalen, coronaire aandoeningen), longziekten (chronische obstructieve pulmonaire aandoeningen), kanker, depressie, asthma en diabetes blijken baat te hebben bij het aanwenden van sport als therapie (Pedersen, 2006).

Actieve sportbeoefenaars beschikken over een beter eliminatiemechanisme voor toxische stoffen. Voor giftige metalen zoals cadmium en lood, zijn er bij atleten lagere concentraties vastgesteld dan in de controlegroep. Ook hebben zij waarschijnlijk een beter herstelmechanisme voor de schade die werd veroorzaakt door verontreiniging (Rodriguez, 1996).

3. Negatieve effecten van luchtverontreiniging

Als gevolg van de verbranding van brandstof wordt een divers mengsel van gesuspendeerde partikels en gassen uitgescheiden in de atmosfeer.

De 'particulate matter' (PM) of het fijn stof wordt onderverdeeld volgens de grootte van de partikels, met name in <10 micrometer partikels (PM₁₀), fijne partikels (<2,5 micrometer, PM_{2,5}) en ultrafijne partikels (<0,1 micrometer, PM_{0,1}).

Het is gekend dat ontploffingsmotoren een belangrijke bron zijn van ultrafijn stof, met een aërodynamische diameter van minder dan 0,1 µm. Het onderzoek van Nemery en medewerkers toonde aan dat de allerkleinste deeltjes in de bloedbaan binnendringen zowel bij proefdieren als bij de mens (Nemmar et al. 2001; 2002). De concentratie van ultrafijne partikels uitgestoten door ontploffingsmotoren neemt zeer sterk af met de afstand tot de bron ervan. Zhu et al. (2006) stelden vast dat de concentratie van deze partikels op een afstand van 100 meter wind afwaarts van een drukke snelweg slechts ongeveer de helft bedroeg van de concentratie vlak langs de snelweg, en op een afstand van 300 meter nauwelijks hoger lag dan de concentratie wind opwaarts van de snelweg. Blijkbaar ondergaan deze ultrafijne partikels zeer snel een aggregatie tot grotere partikels. Partikels met een geometrisch gemiddelde diameter van 13 nm werden op een afstand van meer dan 90 meter van de bron, niet meer waargenomen (Zhu et al., 2006).

Daar waar de concentraties PM₁₀ vrij uniform zijn over grote geografische gebieden, zoals bijvoorbeeld in Vlaanderen, bleken verschillen in de concentraties van partikels tussen de 3 en de 800 nm vrij uitgesproken te zijn tussen een plaats representatief voor een stedelijke achtergrond (13.000/cm³) en een straatcanyon (26.000/cm³) (Tuch et al., 2006). Bovenstaande gegevens wijzen erop dat blootstelling aan fijn en vooral ultrafijn stof uitgestoten door het verkeer mogelijk een groter risico met zich brengt dan tot hiertoe, op basis van meer algemene studies, wordt vermoed.

De voornaamste gassen die uitgestoten worden en bijdragen tot de vervuiling zijn zwaveldioxide (SO₂), koolstofmonoxide (CO), stikstofoxides (NO_x) en ozon (O₃). Daarnaast zijn er ook nog emissies van vluchtige organische componenten (VOC's), zoals benzeen en ethyleen, en van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), die vaak gekende carcinogenen zijn (Mumtaz, 1996).

Verkeersgerelateerde luchtvervuiling en verschillende variabelen met betrekking tot verkeersblootstelling zijn positief geassocieerd met algemene mortaliteit. Associaties met natuurlijke sterfte en respiratoire mortaliteit zijn statistisch significant voor NO₂ en zwarte rook. Deze resultaten van Beelen (2008) dragen bij tot de evidentie dat lange-termijn blootstelling aan vervuilde lucht geassocieerd is met toegenomen mortaliteit.

A. *Respiratoire effecten*

Luchtvervuiling staat in verband met een toename van astma en allergische morbiditeit. Er wordt vermoed dat luchtverontreiniging ook bijdraagt tot de

toegenomen prevalentie van allergieën. Studies blijven de associatie tussen luchtvervuiling en allergische respiratorische aandoeningen versterken, terwijl recente mechanistische studies een prominente rol toeschrijven aan de oxidatieve stress ten gevolge van proallergische immunologische effecten als respons op pollutanten (zowel gassen als deeltjes (Riedl, 2008).

Studies tonen een relatie aan tussen SO₂ en afname van de FEV1 (het geforceerde expiratoir volume in 1 seconde) (Schwela, 2000).

Korte termijn acute effecten van ozon omvatten afname van de longfunctie, toename van longonsteking, het verergeren van bestaande respiratoire aandoeningen zoals astma, toename van hospitalisaties voor respiratoire ziekten en toegenomen respiratoire mortaliteit (Schwela, 2000).

De acute gezondheidseffecten van (ultra)fijne stofpartikels, zelfs bij korte termijn blootstelling aan lage niveaus, omvatten toegenomen hospitalisaties voor respiratoire aandoeningen, fluctuaties in het gebruik van bronchodilatoren, hoest, naast lange termijn effecten zoals een toegenomen respiratoire morbiditeit (Schwela, 2000).

Ultrafijn stof partikels blijken veel krachtiger dan PM_{2,5} of PM₁₀ partikels bij de inductie van atheroomplaten in de aorta van proefdieren (Araujo et al. 2008).

Lange termijnblootstelling aan PM_{2,5} verhoogt het risico op niet-accidentele mortaliteit met 6% per 10 microg/m³ toename, onafhankelijk van leeftijd, gender en geografische locatie. De blootstelling aan PM_{2,5} is ook geassocieerd met een toegenomen risico op sterfte ten gevolge van longkanker (range: 15% to 21% per a10 microg/m³ toename) (Chen, 2008).

B. Cardiovasculaire effecten

Er bestaat een consistente associatie tussen de concentraties fijn stof in de lucht en de cardiovasculaire morbiditeit en mortaliteit. Studies tonen een significant verband aan tussen de incidentie van myocardiale infarcten en arrhytmieën in de directe periode die volgt op de blootstelling aan hoge concentraties van fijn stof (Peters, 2001; Hong, 2002).

Onderzoek stelt een concentratie-afhankelijke associatie vast tussen luchtvervuiling en cardiovasculair risico. De belangrijkste weg waarlangs particuliere luchtverontreiniging bijdraagt tot dit verhoogde risico, is wellicht door directe verhoging van atherosclerosis, de onderliggende oorzaak van de meeste hart- en vaataandoeningen. De blootstelling aan fijn stof veroorzaakt een systemische inflammatoire respons, inclusief de stimulatie van beenmerg, met een stijging in de celdelingsactiviteit van precursoren van polymorfe nucleaire witte bloedcellen en is geassocieerd met progressie van atherosclerose in de coronaire aderen en de aorta. Op beide plaatsen in het lichaam correleert de versnelling van het proces van atherosclerosis met de hoeveelheid ingeademd fijn stof in de longen (Suwa, 2002).

4. Voor- en nadelen van sporten in de buitenlucht

Er zijn 3 redenen naar voren te schuiven waarom sportbeoefenaars een groter risico lopen bij het inademen van de vervuilende stoffen. Allereerst treedt er een proportionele verhoging op van de hoeveelheid ingeademde polluenten tijdens het sporten door de grotere ventilatie die plaatsvindt. Daarnaast wordt een grotere fractie van de lucht opgenomen via de mond tijdens sporten. Hierdoor worden de mechanismen in de neus die instaan voor filtratie gepasseerd. Tenslotte zorgt de verhoogde snelheid van de luchtstroom ervoor dat de polluenten dieper in de luchtwegen belanden (Daigle, 2003; Carlisle, 2001).

A. *Respiratoire effecten*

Er bestaat een duidelijk verband tussen luchtvervuiling en negatieve effecten op de respiratoire gezondheid. De negatieve invloed van de verontreinigende stoffen wordt nog versterkt bij sporters in stedelijke omgevingen.

Er is een grotere depositie van fijn stof in de longen tijdens het sporten. Dit ligt ongeveer 5x hoger dan in rust, volgens onderzoek van Daigle et al. (2003).

Bij mensen leidt een combinatie van fysieke activiteit en luchtvervuilende stoffen, inclusief ozon, tot een significante verhoging in bronchoconstrictie en obstructie van de luchtstroom, in vergelijking met dezelfde blootstelling in rust. De responsiviteit op ozon hangt af van de concentratie ozon, de blootstellingsduur en het niveau van de ventilatie. De effecten worden dus sterk verhoogd door het sporten (McDonnell, 1997).

Tijdens het beoefenen van sport zijn er slechts kleine concentraties van polluenten (ozon en NO₂) nodig om gelijkaardige longschade te ontwikkelen dan er veroorzaakt wordt door hoge concentraties van dezelfde stoffen bij een persoon in rust.

Bovendien blijkt uit een bijkomende studie van Mautz dat dieren die tijdens lichaamsbeweging worden blootgesteld worden aan ozon, meer parenchymale lesies vertoonden in hun longen dan in rust bij dezelfde concentratie ozon (Mautz, 2002). Blootstelling aan ozon boven 120 ppb (parts per billion) heeft negatieve gevolgen voor de gezondheid. De symptomen zijn irritatie van neus en keel, niezen, hoesten, kortademigheid en pijn in de borst. Ook misselijkheid en hoofdpijn kunnen optreden. De longfunctie wordt beperkt en dit effect wordt versneld door het sporten. Atleten zijn kwetsbaarder omdat hun ventilatie sterk toeneemt tijdens het sporten. Dit maakt dat ozon ook in lage concentraties schadelijke effecten kan veroorzaken tijdens fysieke activiteit (Carlisle, 2001).

Persoonlijke metingen van PM₁₀ vervuiling in een groep mensen die nabij een drukke weg werken zijn significant hoger dan statistische metingen in omgevingen ver weg van grote wegen. Er mag dus verondersteld worden dat hetzelfde geldt voor personen die nabij de drukke weg sporten. De persoonlijke blootstelling aan fijn stof is groter bij personen die sporten langs een stadsweg dan de blootstelling van een sedentaire persoon en van een sportbeoefenaar in landelijk gebied (Carlisle, 2001).

Rundell (2008) bericht in zijn onderzoek over een gedaalde longfunctie na inhalatie van ultrafijn en fijn stof tijdens het sporten. De studie werd uitgevoerd bij gezonde mannen en het werd duidelijk dat het beoefenen van lichaamsbeweging in een

omgeving met sterke luchtvervuiling schadelijker was voor de respiratoire functies dan sporten in een omgeving waar er minder verontreiniging is.

VOC's zijn een belangrijke klasse polluenten, waarvan sommige carcinogene eigenschappen hebben. De blootstelling aan VOC's wordt ook beïnvloed tijdens het sporten. Er worden significant hogere blootstellingsniveau's aan aromatische VOC's vastgesteld tijdens het fietsen nabij drukke verkeerswegen. De verhouding tussen de rurale en stedelijke blootstelling tijdens het fietsen bedroeg 1:5 voor benzeen en toluen en 1:10 voor xyleen. De beperkte gegevens die beschikbaar zijn over VOC's en het verband met sporten tonen aan dat fietsen in stedelijk milieu resulteert in hogere blootstelling dan fietsen in landelijk gebied. Extrapolatie naar andere sporten zoals lopen, is wellicht mogelijk (Carlisle, 2001).

Onderzoek van McConnell toont aan dat kinderen een kwetsbare groep vormen. Intensief sporten in een omgeving met hoge ozonconcentraties draagt bij tot het ontstaan van astma. Tijdens het buiten spelen krijgen de kinderen immers grotere hoeveelheden polluenten tot zich dan diegene die dit niet doen, waardoor ze vatbaarder zijn voor chronische effecten van luchtvervuiling, zoals astma. De positieve gezondheidseffecten van lichaamsbeweging kunnen dus beïnvloed worden door de blootstelling aan luchtvervuiling. Opnieuw spelen de grotere ventilatie en het inademen via de mond hier een rol (McConnell, 2002).

Korrick (1998) stelt vast dat ook astmalijders een groep vormen die vatbaarder zijn voor de negatieve effecten van luchtvervuiling tijdens het sporten. De longfuncties worden sterker op de proef gesteld.

B. Cardiovasculaire effecten

Een eerste reden waarom sporters een verhoogde blootstelling oplopen, is het feit dat er een stijging optreedt in de diepte van de ademhaling en de diffusie, waardoor de concentratie van ingeademde partikels stijgt. Er is een grotere depositie van fijn stof in de longen tijdens het sporten. Dit ligt ongeveer 5x hoger dan in rust, volgens onderzoek van Daigle et al. (2003). Daarenboven is de penetratie van polluenten in de long groter wanneer er door de mond geademd wordt in plaats van via de neus. Tijdens lichaamsbeweging wordt er meer door de mond ingeademd, zeker tijdens intensief sporten, waardoor de hoeveelheid geïnhaleerde vervuilende stoffen nog stijgt (Fregosi, 1995). Deze effecten dragen bij tot een verhoogd risico op cardiovasculaire aandoeningen door directe verhoging van atherosclerose (Suwa, 2002).

De concentraties van toxines in het bloed kunnen snel schadelijke proporties aannemen, zoals aangetoond werd in de New York City Runners, na een oefensessie van 30 minuten. Deze activiteit zorgde voor een acute stijging van het niveau van carboxyhaemoglobine van 1,7% tot 5,1%, wat overeenkomt met het niveau bij regelmatige rokers (Sharman, 2004).

Mittleman (2007) ondersteunt de stelling dat het risico op een acute cardiovasculaire aandoening, die veroorzaakt wordt door intensief sporten, verhoogd is wanneer er blootstelling is aan hoge concentraties van luchtvervuiling.

5. Aanbevelingen

Sharman (2004) betwijfelt niet dat regelmatige fysieke activiteit grote gezondheidsvoordelen met zich meebrengt. Toch wil hij gezondheidswerkers aanraden om de boodschap te verspreiden dat sporten het best gebeurt in een omgeving zonder druk verkeer, bij voorkeur in een groene omgeving, en op momenten van de dag waarop de luchtvervuiling minder sterk is, zoals in de vroege ochtend. In extreme omstandigheden, bijvoorbeeld bij hoge ozonconcentraties is het niet aangeraden om buiten te sporten. Deze raadgevingen zouden vooral kwetsbare populaties, waaronder kinderen, ouderen, mensen met respiratoire of hartaandoeningen, moeten bereiken.

Rissel (2005) betreft de beperkende aanbevelingen die gebeuren naar aanleiding van bovenstaande bevindingen. Hij stelt dat de extra gezondheidsvoorwaarde het reeds schrijnende niveau van lichaamsbeweging bij de bevolking, nog naar beneden haalt. Volgens hem is het nuttiger om mensen te motiveren om de auto te laten staan, ten voordele van de fiets of te voet gaan, dan om hen te vertellen om niet te sporten in de buurt van druk verkeer. Robinson (2005) treedt de auteur bij in zijn visie. Bovendien, moet er een onderscheid gemaakt worden tussen een atleet die zeer intensief sport beoefend en dus zeer frequent en diepgaand wordt blootgesteld aan luchtverontreiniging en een vrijetijdssporter die veel minder nadeel daarvan zal ondervinden.

Het is evident dat de volksgezondheid en de gezondheid van individuen baat heeft bij het opdrijven van de lichaamsactiviteit in het algemeen en het sporten in het bijzonder. Het is echter evenzeer evident dat een inperking van de blootstelling aan diverse pollutanten (waaronder fijn stof in de lucht zeer belangrijk is) een noodzakelijke voorwaarde is voor het doen dalen van het risico op en de incidentie van beschavingsziekten zoals chronische aandoeningen van de luchtwegen, kanker en cardiovasculaire aandoeningen. Deze inperking van de blootstelling moet berusten op het zoveel mogelijk implementeren van een fysisch-chemische hygiëne waarbij blootstelling aan tal van verschillende pollutanten wordt ingeperkt. Het beperken van de blootstelling aan enkele belangrijke pollutanten zoals bijvoorbeeld tabaksrook, volstaat daarbij zeker niet.

De bevolking moet dus vertrouwd worden gemaakt met de fysisch-chemische hygiëne en met het feit dat het inperken van het gezondheidsrisico toch wel een vrij complexe zaak is, die een zekere aandacht vraagt en wijzigingen in het gedrag veronderstelt. Met betrekking tot lichamelijke inspanning en luchtpollutie is de relevante boodschap: zorg voor voldoende dagelijkse lichaamsbeweging en doe, als het even kan, drie maal in de week aan sport, maar liefst niet in een omgeving met sterk verontreinigde lucht.

Vermits de concentraties van ultrafijn stof zeer hoog zijn naast, en vooral wind afwaarts, van een drukke verkeersweg, maar snel afnemen in functie van de afstand tot de verkeersweg, verdient het aanbeveling niet te sporten langs een dergelijke verkeersweg maar liever enkele honderden meters verwijderd.

De overheid kan ook zijn steentje bijdragen door sportinfrastructuur in een groenere omgeving in te planten en verkeer en fiets- en wandelpaden van elkaar af te schermen.

6. Besluit

Hoewel de gezondheidseffecten van regelmatige lichaamsbeweging niet te ontkennen vallen, is het evenwel raadzaam om sport zoveel mogelijk uit te oefenen in de afwezigheid van drukke verkeerswegen. Vooral voor kwetsbare groepen, zoals kinderen, ouderen en personen die lijden aan cardiovasculaire en respiratoire aandoeningen, is deze aanbeveling van belang. Toch mogen deze beperkingen geen extra drempel vormen voor het aanzetten tot meer sporten bij de algemene bevolking. Een zorgvuldige communicatie is hierbij van groot belang.

7. Bibliografie

Araujo, J.A.; Barajas, B.; Kleinman, M.; Wang, X.; Bennett, B.J.; Gong, K.W.; Navab, M.; Harkema, J.; Sioutas, C.; Lusic, A.J.; Nel, A.E. (2008): Ambient particulate pollutants in the ultrafine range promote early atherosclerosis and systemic oxidative stress. *Circ. Res.* 102, 589-596.

Beelen R, Hoek G, van den Brandt PA, Goldbohm RA, Fischer P, Schouten LJ, Jerrett M, Hughes E, Armstrong B, Brunekreef B: Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-Air Study). *Environmental Health Perspectives* 2008; 116 (21): 196-202.

Carlisle AJ, Sharp NCC. Exercise and outdoor ambient air pollution. *British J Sports Medicine* 2001; 35: 214-222.

Chen H, Goldberg MS, Villeneuve PJ: A systematic review of the relation between long-term exposure to ambient air pollution and chronic diseases. *Rev Environ Health* 2008; 23(4): 243-297.

Daigle CC, Chalupa DC, Gibb FR, Morrow PE, Oberdörster G, Utell MJ, Frampton MW. Ultrafine particle disposition in humans during rest and exercise. *Inhalation Toxicology* 2003; 15: 539-552.

Fregosi RF, Lansing RW. Neural drive to nasal dilator muscles: influence of exercise intensity and oronasal flow partitioning.

Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical Activity and Public Health Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; 116: 1081-1093

Hong YC, Lee JT, Kim H, Kwon HJ. Air pollution. A new risk factor is ischemic stroke mortality. *Stroke* 2002; 33: 2165-2169.

King N, Hopkins M, Caudwell P, Stubbs J, Blundell J: Beneficial effects of exercise: shifting the focus from body weight to other markers of health. *Br J Sports Med*. 2009 Sep 29. Epub ahead of print.

Korrick SA, Neas LM, Dockery DW, Gold DR, Allen GA, Hill LV, Kimball KD, Rosner BA, Speizer FE. Effects of ozone and other pollutants on the pulmonary function of adult hikers. *Environmental Health Perspectives* 1998; 106(2): 93-99.

McConnell R, Berhane K, Gilliland F, London SJ, Islam T, Gauderman WJ, Avol E, Margolis HG, Peters JM. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. *The Lancet* 2002; 359: 386-391.

McDonnell WF, Stewart PW, Andreoni S, Seal E, Kehrl HR, Horstman DH, Folinsbee LJ, Smith MV. Prediction of ozone-induced FEV1 changes. Effects of concentration, duration and ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 715-722.

Mittleman MA. Air pollution, exercise and cardiovascular risk. *The New England Journal of Medicine* 2007; 357(11): 1147-1149.

Mumtaz MM, George JD, Gold KW, Cibulas W, DeRosa CT. ATSED evaluation of health effects of chemicals. IV. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): understanding a complex problem. *Toxicol Ind Health*. 1996; 12(6): 742-971.

Nemmar A, Hoet PH, Vanquickenborne B, Dinsdale D, Thomeer M, Hoylaerts MF, et al. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation* 2002 Jan 29;105(4):411-4.

Nemmar A, Vanbilloen H, Hoylaerts MF, Hoet PH, Verbruggen A, Nemery B. Passage of intratracheally instilled ultrafine particles from the lung into the systemic circulation in hamster. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 Nov 1;164(9):1665-8.

Pedersen BK, Saltin B: Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16 (Suppl. 1): 3-63

Peters A, Dockery DW, Muller JE, Mittleman MA. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation* 2001;103: 2810-2815.

Riedl MA : The effect of air pollution on asthma and allergy. *Curr Allergy Asthma Rep* 2008 ; 8(2) : 139-146.

Rissel CE. Clinicians prescribing exercise: is air pollution hazard? *MJA* 2005; 183(6): 234.

Robinson DL. Clinicians prescribing exercise: is air pollution hazard? *MJA* 2006; 184 (3): 140.

- Rodriguez TI, Pinilla GE, Maynar MM, Garcia-Monco CRM, Sanchez MA: Evaluation on the influence of physical activity on the plasma concentrations of several trace metals. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1996; 73(3-4): 299-303.
- Rundell KW, Slee JB, Caviston R, Hollenbach AM. Decreased lung function after inhalation of ultrafine and fine particulate matter during exercise is related to decreased total nitrate in exhaled breath condensate. *Inhalation Toxicology* 2008; 20: 1-9.
- Schwela D: Air pollution and health in urban areas. *Rev Environ Health* 2000; 15(1-2): 13-42.
- Sharman JE, Cockcroft JR, Coombes JS. Cardiovascular implications of exposure to traffic air pollution during exercise. *Q J Med* 2004; 97: 637-643.
- Stessman J, Hammerman-Rozenberg R, Cohen A, Ein-Mor E, Jacobs JM: physical activity, function, and longevity among the very old. *Arch Intern Med*.2009; 169(16):1476-83.
- Suwa T, Hogg JC, Quinlan KB, Oghami A, Vincent R, van Eeden SF. Particulate air pollution induces progression of atherosclerosis. *Journal of the American College of Cardiology* 2002; 39(6): 935-942.
- Tuch TM, Herbarth O, Franck U, Peters A, Wehner B, Wiedensohler A, et al. Weak correlation of ultrafine aerosol particle concentrations <800 nm between two sites within one city. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2006 Nov;16(6):486-90.
- Zhu Y, Kuhn T, Mayo P, Hinds WC. Comparison of daytime and nighttime concentration profiles and size distributions of ultrafine particles near a major highway. *Environ Sci Technol* 2006 Apr 15;40(8):2531-6.

8. Verklarende woordenlijst

arythmie: onregelmatige hartslag

atherosclerosis: vorm van hartziekte waarin *plaques* (afzetting) van cholesterol en andere substanties zich vormen in de wanden van de slagaders. Uiteindelijk, wordt deze doorgang voor het bloed belemmerd.

bronchoconstrictie: vernauwing van de luchtwegen

bronchodilatoren: middelen die de luchtwegen verbreden

carboxyhaemoglobine: koolstofmonoxide (CO) bindt zich aan haemoglobine, waarbij zuurstof van het haemoglobine wordt afgeduwd. Op die manier daalt de zuurstofinhoud van het bloed.

carcinogenen: kankerverwekkende stoffen

cardiovasculair: met betrekking tot hart en bloedvaten

depositie: afzetting

extrapolatie: op grond van bepaalde onderstellingen en waarnemingen conclusies trekken of voorspellingen doen over een gebied, dat ligt buiten het terrein der waarnemingen

diffusie: verplaatsing van stoffen vanaf een plaats met een hoge concentratie naar plaatsen met een lage concentratie van die stof.

gesuspenderde partikels: een suspensie is een mengsel van twee stoffen , waarbij de ene stof in zeer kleine deeltjes (partikels) is gemengd met de andere stof en het mengsel zich niet snel laat scheiden.

morbiditeit: ziektecijfer

myocardiaal infarct: het afsterven van een deel van de hartspier door onderbreking van de bloedtoevoer ervan door de kransslagaderen. 'hartaanval' in de volksmond.

parenchymale lesies: verwondingen in het werkend weefsel van een orgaan

respiratoir: met betrekking tot de luchtwegen

sedentair: persoon die een zittend leven lijdt

toxines: giftige stoffen

Acknowledgment

De auteurs danken Prof. Dr. W. Baeyens (VUB) en Dr. Vera Nelen (Provinciaal Instituut voor Hygiëne, Antwerpen) voor hun review van dit rapport, alsook Dr. Bas de Geus (Dept. Human Physiology & Sports Medicine, VUB) voor zijn kritische opmerkingen en bijhorende relevante literatuur.

Dit rapport draagt de volledige goedkeuring van het Steunpunt Milieu en Gezondheid.