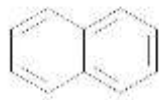


Laatste update: 18/06/2019

Biomerkers, matrix en blootstellingstermijn die wordt gemeten:

Metabolieten (afbraakproducten) van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), gemeten in urine:

- 1-naftol (1-hydroxy-naftaleen), 2-naftol (2-hydroxy-naftaleen): metabolieten van **naftaleen**
- 2-hydroxy-fluoreen, 3-hydroxy-fluoreen: metabolieten van **fluoreen**
- 1-hydroxy-fenantreen, 2-hydroxyfenantreen, 3-hydroxyfenantreen, 4-hydroxy-fenantreen, 9-hydroxy-fenantreen: metabolieten van **fenantreen**
- 1-hydroxy-pyreen: metaboliet van **pyreen**



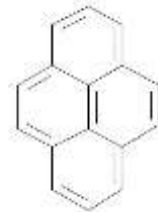
Naftaleen



Fluoreen



Fenantreen



Pyreen

De meting van PAK-metabolieten in urine geeft een beeld van blootstelling aan PAK's in de voorbije dagen.

Geraadpleegde bronnen: RIVM

Wat zijn PAK's? Wat zijn de toepassingsgebieden?

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen zijn een mengsel van meer dan 100 organische verbindingen die ontstaan bij verbranding van steenkolen, olie, gas hout, afval of tabak. Afhankelijk van hun grootte (het aantal aromatische ringen) zijn ze ofwel vluchtig of kunnen ze zich binden aan fijnstof deeltjes in de omgevingslucht. De PAK-emissie was in 2016 voor drievierde afkomstig van de huishoudens. Deze huishoudelijke emissies zijn bijna volledig (> 99 %) toe te schrijven aan de gebouwenverwarming, vooral op vaste brandstoffen zoals hout.

PAK's worden ook gevormd in verhitte/verbrande voedingswaren (vb. barbecue, aangebrand vlees, verbrande korsten van brood). Een kleine hoeveelheid PAK's komt vrij bij toepassingen in asfalt, in roofingmateriaal, in materiaal voor olieraffinaderijen, in teerproducten (creosoot). Bij de productie en het gebruik van deze producten kunnen er PAK's in de lucht vrijkomen.

Geraadpleegde bronnen: CDC (2017); VMM (2018)

Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

De voornaamste blootstellingsweg voor PAK's is het inademen van lucht die vervuild is met houtrook, uitlaatgassen, sigarettenrook of dampen afkomstig van asfalt.

Daarnaast draagt het eten van gegrilde, geroosterde voeding en het eten van gewassen waarop PAK's partikels zich vanuit het milieu (lucht, water, bodem) hebben neergezet. Opname van PAK's via huidcontact met petroleumproducten is ook mogelijk.

Mensen worden meestal gelijktijdig blootgesteld aan een mengeling van PAK's. In de omgevingslucht zijn naftaleen, fluoreen en fenantreen (2 of 3 aromatische ringen) de belangrijkste PAK's. De OH-metabolieten van deze stoffen zijn meetbaar in urine en reflecteren vooral blootstelling aan PAK's via omgevingslucht. Pyreen is een wat grotere PAK (4 aromatische ringen). Deze wordt ook gevormd bij verbrandingsprocessen en is aanwezig in verbrande/gegrilde voedingswaren. Traditioneel wordt in de urine de pyreen metaboliet 1-OH-pyreen vaak gemeten omdat het een component is die aanwezig is bij blootstelling aan verschillende PAK mengsels (in de lucht en in voeding).

Geraadpleegde bronnen: ATSDR (1995); CDC (2017); FAVV(2010); VMM (2015); VMM (2018)

Adviezen om blootstelling aan [stof/stofgroep] te beperken:

- Vermijd het eten van aangebrand voedsel.
- Maak gebruik van een dampkap tijdens het koken.
- Was je groenten en fruit voor de zekerheid altijd. Schillen of pellen is nog beter.
- Ban de sigaret uit je leven.
- Indien je toch rookt, rook niet binnenshuis. Je schaadt niet enkel jouw gezondheid, maar ook die van anderen in de omgeving.
- Vermijd plaatsen waar er wordt gerookt.
- Kies bewust voor milieuvriendelijke alternatieven in het verkeer (bijv. fiets en trein) en voor verkeersluwe wegen.
- Op dagen met te hoge fijnstofconcentraties adviseert de Vlaamse milieu Maatschappij de bevolking om geen hout te stoken als bijverwarming of voor sfeerdoeleinden. Het stookadvies werd in 2017 op 9 dagen verspreid. Volg steeds dit stookadvies.
- Stook slim om de blootstelling aan PAK's te verminderen. (info: www.stookslim.be)
- Ventileer of verlucht regelmatig je huis om de binnenlucht te verversen.

- Poets regelmatig je huis met nat. Zo verwijder je meer stofdeeltjes dan door te borstelen of door te stofzuigen.
- Doe je schoenen uit aan de voordeur of veeg je voeten voor je het huis binnenstapt. Zo neem je geen vervuild stof mee in huis.

Mogelijke gezondheidsrisico's:

Het inschatten van de gezondheidsrisico's als gevolg van blootstelling aan PAK's is zeer moeilijk. Blootstelling aan PAK's omvat namelijk een complex mengsel van stoffen. Naargelang de bron van de vervuiling zal de samenstelling van het PAK's-mengsel wijzigen, wat gevolgen heeft voor het inschatten van de invloed op de gezondheid.

- In de Vlaamse humane biomonitoringsstudies FLEHS I, II en III werden dosis-effect relaties gevonden tussen blootstelling aan 1-OH-pyreen en DNA schade.
- Verschillende PAK's worden door de EU en EPA erkend als kankerverwekkende stoffen (vb. benzapyreen, dibenzo(a,h) antracene, ...).
- In dierenstudies werden eveneens effecten van PAK's aangetoond op de ontwikkeling en de werking van het immuunsysteem, op de vruchtbaarheid en op de ontwikkeling van de voortplantingsorganen.

Omwille van hun kankerverwekkend vermogen, hun vermogen om DNA te beschadigen en hormonen te verstoren behoren de PAK's tot de groep van milieugevaarlijke stoffen met hoge prioriteit in de milieu- en gezondheidsproblematiek.

Het terugvinden van een meetbare hoeveelheid van één of meerdere PAK metabolieten betekent niet dat deze hoeveelheid ongunstige gezondheidseffecten zal veroorzaken.

Geraadpleegde bronnen: HBM4EU; Steunpunt milieu en gezondheid; Khoury, Werry, Haines, Walker, & Malowany (2018)

Hoog blootgestelde groep(en):

Blootstelling aan PAK's is wijdverspreid in onze samenleving. De blootstelling aan PAK's is hoger bij rokers dan bij niet-rokers.

Geraadpleegde bronnen: CDC (2017)

Gevoelige groep(en):

Kinderen, jongeren, zwangere vrouwen, ouderen en personen met een zwak immuunsysteem worden beschouwd als gevoelige bevolkingsgroepen voor de blootstelling aan vervuilende stoffen.

Persistentie (halfwaardetijd in de mens):

Na opname zet het lichaam PAK's om in metabolieten die het lichaam opnieuw verlaten via urine of stoelgang. Naftaleen, fluoreen en fenantreen, worden in het lichaam omgezet naar meerdere meetbare metabolieten. De omzetting en verdere eliminatie van de metabolieten via urine verloopt over een periode van een paar dagen. De meting van PAK's metabolieten in urine geeft dus een beeld van blootstelling aan PAK's in de voorbije dagen. Een eenmalige meting van 1-hydroxypyreen in de urine wordt beschouwd als een maat voor blootstelling aan PAK's gedurende de voorbije dag.

Geraadpleegde bronnen: CDC (2017)

Perinatale blootstelling? (Placenta/moedermelk)

PAK's kunnen door de placentabarière

Richtwaarden voor interne blootstelling:

Interne blootstelling

Richtlijn voor beroepsblootstelling: 2 µg 1-OH-pyreen/g creatinine

Geraadpleegde bron: Lauwerys & Hoet (2001)

Wetgevend kader:

- De EU stelt dat benzapyreen benzo(a)pyreen een goede merker is voor controle van kankerverwekkende PAK's in lucht, in 2012 wordt de EU air quality guideline van 1 ng/m³ voor benzapyreen van kracht. In 2017 werd de Europese streefwaarde voor benzo(a)pyreen op alle meetplaatsen in Vlaanderen gerespecteerd.
- Er bestaan Europese maximumgehalten voor PAK's in voeding (Verordening (EU) 231/2012), onder andere in gerookt vlees en vis, bepaalde soorten vlees die op de grill of de barbecue werden bereid, oliën en vetten, cacaobonen en afgeleide producten, bepaalde tweekleppige weekdieren en tot slot baby- en peutervoeding.

- Op basis van de strenge wetgeving omtrent de aanwezigheid van PAK's in voeding en milieu kan de overheid bedrijven verplichten om de best beschikbare technologie te gebruiken om blootstelling zo veel mogelijk te beperken.

Verordening (EU) 231/2012: bepaalt maximale gehalten aan PAK's in voedseladditieven.

Midden-lange termijn doelstelling emissies (2010): 192 ton/jaar

Richtlijn 2008/105/EC: normen voor verschillende PAK's voor alle oppervlaktewateren.

Deze normen mogen worden overschreden in mengzones in de directe omgeving van puntbronnen, zolang de rest van het oppervlaktewaterlichaam de norm haalt.

VLAREBO 2008: Streefdoel verschillende PAK's in bodem en grondwater

Verordening (EU) 1881/2006 bepaalt maximumgehalten van verschillende PAK's in levensmiddelen

Richtlijn 2004/107/EC ivm meting van PAK's in omgevingslucht, richtwaarde benzo(a)pyreen 1ng/m³

Drinkwaternorm Vlaanderen PAK's: 0.10 µg/L (Vlaamse regering, 2002)

Richtlijn 1998/83/EC: Maximum toegelaten concentratie van PAK's in drinkwater is 1 µg/l (som van benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(chi)peryleen, indo(1,2,3-cd)pyreen

Geraadpleegde bronnen: European Commission (2018); Health Belgium; Vlaamse Regering (2002)

Vergelijkende metingen:

1-hydroxypyreen in urine werd doorheen de verschillende Steunpunt campagnes gemeten als merker voor blootstelling aan poly-aromatische koolwaterstoffen (PAK's). De gemiddelde waarde van de PAK-merker varieert weinig doorheen de tijd. Dit is mogelijk toe te schrijven aan het feit dat PAK's afkomstig zijn van zeer diverse bronnen – o.m. verkeer, gebouwenverwarming, stoken, voeding – die globaal gezien niet zijn afgenomen.

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen/België (meting in urine):

Leeftijdsgroep	Geslacht	Metabooliet	Waarde	Jaar
16-17	m/v	1-OH-pyreen	68 ng/g crt	1999 ¹
14-15	m/v	1-OH-pyreen	88 ng/g crt	2003-2004 ²
50-65	m/v	1-OH-pyreen	147 ng/g crt	2004-2005 ²
14-15	mengstalen	1-naftol	<1.6-4.5 µg/l	2008-2009 ³
14-15	mengstalen	2-naftol	6.8-11 µg/l	2008-2009 ³
20-40	mengstalen	1-naftol	2.9-17µg/l	
20-40	mengstalen	2-naftol	35-36 µg/l	
14-15	m/v	1-OH-pyreen	137 ng/l 104 ng/g crt	
20-40	m/v	1-OH-pyreen	101 ng/l 93 ng/g crt	
14-15	m/v	1-OH-pyreen	126 ng/l 91.6 ng/g crt	

¹Staessen et al., 2001, ²Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS I, 2001-2006, ³Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS II, 2007-2012, ⁴Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS III (2012-2015)

Internationale vergelijking (meting in urine):

Leeftijdsgroep	Geslacht	Metabooliet	Waarde	Jaar	Land
12-19	m/v	1-OH-pyreen	149ng/l 116 ng/g crt	2007-2008	USA ²
>20	m/v		111 ng/l 114 ng/g crt		
12-19	m/v	1-naftol	1830 ng/l 1390 ng/g crt		
>20	m/v		2880 ng/l 2960 ng/g crt		

Leeftijdsgroep	Geslacht	Metabooliet	Waarde	Jaar	Land
12-19	m/v	2-naftol	4290 ng/l 3300 ng/g crt		
>20	m/v		3910 ng/l 4020 ng/g crt		
Rokers, >20	m/v	1-OH-pyreen	243 ng/l 266 ng/g crt	2011-2012	USA ³
18-60	v	1-OH-pyreen	2430 ng/g crt 3000 ng/l	2011-2012	Mexico ⁴
3-14	m/v	1-OH-pyreen	130 ng/l	2009	Duitsland
3-79 jaar	m/v	2-naftol	3800 (3400-4400) ng/l	2009-2011	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	2-naftol	4111(3600-4600) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	2-OH-fluoreen	260 (240-290) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	3-OH-fluoreen	96 (87-110) ng/l	2009-2011	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	3-OH-fluoreen	100 (90-110) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	2-OH-naftaleen	4111(3600-4600) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	1-OH-fenantreen	150 (130-160) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	2-OH-fenantreen	61 (54-68) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	3-OH-fenantreen	83 (77-90) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	4-OH-fenantreen	21 (19-23) ng/l	2012-2013	Canada ⁶
3-79 jaar	m/v	9-OH-fenantreen	36 (33-40) ng/l	2012-2013	Canada ⁶

¹uit: Rapport Steunpunt Milieu & Gezondheid FLEHS I, 2006; ²NHANES (CDC) 4th report, update 2013; ³NHANES (CDC) 4th report update 2014; ⁴Pruneda-Álvarez et al., 2012; ⁵Schulz et al. (2009); ⁶Wilhelm et al.(2008); ⁶Haines, Saravanabhavan, Werry, & Khoury (2017)

Referenties

- ATSDR (1995) Toxicological Profile for polycyclic aromatic hydrocarbons. US Department of Health and Human Services.
- Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2017). Biomonitoring Summary Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Geraadpleegd op 20/05/2019 op www.cdc.gov/biomonitoring/Fluorene_BiomonitoringSummary.html
- Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2013,2014, 2019). Fourth Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Geraadpleegd op 20/05/2019 op <https://www.cdc.gov/exposurereport/index.html>
- European Commission (2018). Air Quality Standards. Geraadpleegd op 17/05/2019 op ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm
- Federaal Agentschap voor de veiligheid van de voedselketen (FAVV). Advies 2010 van het Wetenschappelijk Comité van het FAVV. Fiche 1.10. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) geraadpleegd op 17/05/2019 op www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2010/_documents/ADVIES09-2010_Bijlage1-fiche1.10.PAK.pdf
- Haines, D. A., Saravanabhavan, G., Werry, K., & Khoury, C. (2017). An overview of human biomonitoring of environmental chemicals in the Canadian Health Measures Survey: 2007–2019. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(2), 13–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.08.002>
- Health Belgium. Voedselveiligheid, Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's). Geraadpleegd op 17/05/2019 op www.health.belgium.be/nl/voeding/voedselveiligheid/chemische-contaminanten/procescontaminanten/polycyclische-aromatische
- HBMEU (2018). Scoping document for PAHs. Geraadpleegd op 17/05/2019 op www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2017/04/Scoping-document-on-polycyclic-aromatic-hydrocarbons.pdf
- Khoury, C., Werry, K., Haines, D., Walker, M., & Malowany, M. (2018). Human biomonitoring reference values for some non-persistent chemicals in blood and urine derived from the Canadian Health Measures Survey 2009–2013. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221(4), 684–696. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.03.003>
- Lauwerys & Hoet (2001). *Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological Monitoring*, Third Edition.
- Pruneda-Álvarez, L. G., Pérez-Vázquez, F. J., Salgado-Bustamante, M., Martínez-Salinas, R. I., Pelallo-Martínez, N. A., & Pérez-Maldonado, I. N. (2012). Exposure to indoor air pollutants (polycyclic aromatic hydrocarbons, toluene, benzene) in Mexican indigenous women. *Indoor Air*, 22(2), 140–7.
- RIVM. Lijst Zeer Zorgwekkende Stoffen. Geraadpleegd op 18/06/2019 op <https://rvszoekstelsysteem.rivm.nl/Stof/Detail/736>

- Schulz, C., Angerer, J., Ewers, U., Heudorf, U., & Wilhelm, M. (2009). Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German environmental survey on children 2003-2006 (GerES IV). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 212(6), 637–47.
- Staessen, J.A., Nawrot, T. et al., (2001) Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers; *Lancet* 357 (9269): 1660-1669.
- Steunpunt Milieu en Gezondheid. Vlaams Humaan Biomonitoringprogramma Milieu en Gezondheid 2002-2006, 2007-2011, 2012-2015. Geraadpleegd op 15/06/2019 op www.milieu-en-gezondheid.be
- Steunpunt Milieu en Gezondheid, Vlaams Humaan Biomonitoringprogramma Milieu en Gezondheid 2012-2015, *Dosis-effectrelaties bij jongeren*.
- Vlaamse regering (2002) Besluit van de Vlaamse regering van 13 december 2002 houdende reglementering inzake de kwaliteit en levering van water bestemd voor menselijke consumptie (BS.28.I.2003).
- Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM), milieurapport MIRA, geraadpleegd op 21/01/2015 op www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/verspreiding-vanpersistente-organische-polluenten-povs-pcbs-en-vlamvertragers/emissie-van-popsnaar-lucht/emissie-van-paks/
- Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM) (2017). Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in lucht 2014-2015. Geraadpleegd op 15/05/2019 op <https://www.vmm.be/publicaties/polycyclische-aromatische-koolwaterstoffen-in-lucht-2014-2015>
- Vlaamse Milieumaatschappij (2018). Jaarrapport Lucht. Emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017. Geraadpleegd op 03/06/2019 op www.vmm.be/publicaties/jaarrapport-lucht-emissies-2000-2016-en-luchtkwaliteit-in-2017-in-vlaanderen
- Wilhelm, M., Hardt, J., Schulz, C., & Angerer, J. (2008). New reference value and the background exposure for the PAH metabolites 1-hydroxypyrene and 1- and 2-naphthol in urine of the general population in Germany: basis for validation of human biomonitoring data in environmental medicine. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211(3-4), 447–53.